

Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade

Thamirys Suelle da Silva
Mirella Maria Nóbrega Marques
Soraya Giovanetti El-Deir
(Organizadores)



Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade

Thamirys Suelle da Silva
Mirella Maria Nóbrega Marques
Soraya Giovanetti El-Deir
(Organizadoras)

Edufrpe e Gampe/UFRPE
Recife, 2020
1ª edição

Em homenagem a **Erick Killywiny Silva Crispim Rodrigues** (*in memoriam*), eterno aluno do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, turma de 2015.2, que sempre estará presente em nossa memória.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife - PE, Brasil

D463 Desmaterialização dos resíduos sólidos: estratégias para a sustentabilidade / Thamirys Suelle da Silva, Mirella Maria Nóbrega Marques, Soraya Giovanetti El-Deir, organizadoras. - 1. ed. – Recife: EDUFRPE: Gampe, 2020.
1 livro digital (587 p.: il.)
ISBN 978-85-7946-359-4

Inclui referências e anexo(s).

.1. Lixo – Eliminação – Aspectos ambientais 2. Sustentabilidade
I. Silva, Thamirys Suelle da, org. II. Marques, Mirella Maria Nóbrega, org. III. El-Deir, Soraya Giovanetti, org.

CDD 628

Apoio: A presente edição foi viabilizada através do apoio institucional da Editora da UFRPE e do VI Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos – CBRS

COMISSÃO EDITORIAL

IFCE	Adeildo Cabral da Silva
IFAL	Adelmo Lima Bastos
UFCG	Adriana Saete Dantas de Farias
IFMA	Alessandra dos Santos Silva
UFRRJ	Alexandre Lioi Nascentes
UFOPA	Alice Sabrina Ferreira da Silva
OMS	Aline Carolina da Silva
UFERSA	Amanda Estefânia de Melo Ferreira
UNESP	Ana Claudia Giannini Borges
UFRPE	Ana Karoline Caitano do Nascimento
UFPE	Ana Paula Lima Pacheco
Uninassau	Andressa Ribeiro de Queiroz
UFSC	Armando Borges Castilhos Júnior
UFPB	Carlos Antonio Belarmino Alves
IFPE	Christianne Torres de Paiva
UFPB	Claudia Coutinho Nóbrega
IFPE	Claudia Wanderley Pereira Lira
ASCES	Cláudio Emanuel Silva Oliveira
UFPE	Daniella Roberta Silva de Assis
UFRPE	Ednilza Maranhao dos Santos Santos
Unicap, IFPE	Eduardo Antonio Maia Lins
UFRJ	Elen Beatriz Acordi Vasques Pacheco
UFRR	Elói Martins Senhoras
UFPE	Érika Alves Tavares Marques
UFRRJ	Érika Flávia Machado Pinheiro
Market Analysis	Fabian Antonio Echegaray
UNB	Fernanda Santana de Oliveira
UFRPE	Fernando de Figueiredo Porto Neto
UFVJM	Francisco César Dalmo
UNITINS	Fred Newton da Silva Souza
UFERSA	Gabriela Valones Rodrigues de Araújo
UFMA	Glauber Cruz
UFABC	Graziella Colato Antonio
IFBA	Iara Terezinha Queiros Pereira dos Santos
UFSE	Isabela Cristina Gomes Pires
Fundação Hospitalar de Saúde de Sergipe	Ítalo Emanuel Rolemberg dos Santos
UPE	Iwelton Madson Celestino Pereira
UNIT/AL	Janaina Accordi Junkes
IFCE	Janisi Sales Aragão
IFPA	Jaqueline Maria Soares da Silva
UFCG	João Batista Alves
IFPE	João Manoel de Freitas Mota
UFAL	Jorge Ferreira da Silva Filho
FGV	José Carlos Barbieri

IFCE	José Lima de Oliveira Junior
UPE	José Luiz Alves
UFRPE	Júlia Barbosa de Almeida Salgado
UFABC	Juliana Tófano de Campos Leite Toneli
IFRN	Julio Cesar de Pontes
UPE	Kalinny Patrícia Vaz Lafayette
UFRPE	Kátia Cristina Silva de Freitas
UFPE	Laís Roberta Galdino de Oliveira
UnB	Leides Barroso Azevedo Moura
IFTO	Liliana Garcia Silva
UFMG	Luciana Alves Rodrigues Macedo
UnB	Lúcio Câmara Silva
IFBA	Luiz Antônio Pimentel Cavalcanti
ITEP	Luiz Filipe Alves Cordeiro
UFPB	Luiz Moreira Coelho Júnior
IFPE	Maria Clara Mavia de Mendonça
UFCEG	Maria de Fátima Nóbrega Barbosa
UNEB	Maristela Casé Costa Cunha
UFPE	Maurício Alves da Motta Sobrinho
UNIVASF	Miriam Cleide Cavalcante de Amorim
EMBRAPA-RR	Oscar José Smiderle
FTC Salvador - BA	Patrícia Carla Barbosa Pimentel
UFPE	Quésia Jemima da Silva
IFRN	Raimundo Nonato Barbosa Felipe
IFRN	Regia Lucia Lopes
INPA - AM	Reinaldo Corrêa Costa
UPE	Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel
IFRN	Renata Carla Tavares dos Santos Felipe
UFPE	Renata Laranjeiras Gouveia
UNIFOR	Roberto Ney Ciarlini Teixeira
UFABC	Rodolfo Sbrolini Tiburcio
UFPE	Rodrigo Cândido Passos da Silva
UNEB	Rosilda Alves Magalhães Menezes
UFPB	Samara Teixeira Pereira
Unicap, IFPE	Sérgio Carvalho Paiva
UPE	Simone Ferreira Teixeira
UFSCar	Simone Moraes Stange
UFMA	Solange da Silva Nunes Boni
UFRPE	Soraya Giovanetti El-Deir
UFRPE	Suzana Pereira Vila Nova
UFRPE	Thaís Meira Menezes
UFRJ	Thaísa Ferreira Macedo
UFRPE	Vagne de Melo Oliveira
ESMAC	Velber Xavier Nascimento
UFPE	Wagner Jose de Aguiar

SUMÁRIO

ESTRATÉGIAS PARA A DESMATERIALIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS: DISCUSSÕES NO CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Mirella Maria Nóbrega Marques; Thamirys Suelle da Silva; Soraya Giovanetti El-Deir	09
---	----

CAPÍTULO 1. DESMATERIALIZAÇÃO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

1.1. DESMATERIALIZAÇÃO NO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO E CIENTOMÉTRICO. Eugeny Barnabé Bezerra Monteiro; Kardelan Arteiro da Silva; Soraya Giovanetti El-Deir	22
1.2. DESMATERIALIZAÇÃO DOS CARTÕES MAGNÉTICOS; PROGRAMA PAPA CARTÃO EM SHOPPING NO RECIFE-PE. Karla Emmanuelle da Silva; Kevin Christian Miranda da Silva; Taciana Simas Carvalho Paes Barreto; Thamirys Suelle da Silva	37
1.3. LOGÍSTICA REVERSA NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE PILHAS E BATERIAS; ESTUDO DE CASO BATERIAS MOURA E RAYOVAC. Andreza Malena Guedes da Costa Silva; Thaísia Venância Barbosa da Silva; Thamirys Suelle da Silva	49
1.4. LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS PERIGOSOS; EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS E PNEUS NO BRASIL EM 2017. Jonathas Gomes de Carvalho Marques; Soraya Giovanetti El-Deir.	63
1.5. SOLUÇÕES PARA RESÍDUOS SÓLIDOS; ESTUDO DE CASO DO ÓLEO VEGERAL COLETADO PELA EMPRESA ASA/RECIFE – PE., Lucas Almeida da Silva Caetano; Myckaella Santos Joice; Marcelo Henrique de Oliveira Primo; Kardelan Arteiro da Silva	77
1.6. RESÍDUOS SÓLIDOS NO PROCESSO DE DESMATERIALIZAÇÃO EM RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO. Gilbelly Karen da Silva; Larissa Nascimento da Costa; Wesley Amaro da Silva; Kardelan Arteiro da Silva	88
1.7. DESMATERIALIZAÇÃO NA ROTA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DO RESTAURANTE DO TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE PERNAMBUCO. Amanda Lima de Souza; Arthur André de Barros Rodrigues; Beatriz Pessoa de Souza; Thamirys Suelle da Silva	99
1.8. GERENCIAMENTO DE EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS: ESTUDO DE CASO DA USINA TRAPICHE. Jadde Milena Guedes Secundino; Margaret Thatcher Barros Santiago; Max Henrique Gonçalves de Lima; Thamirys Suelle da Silva	112

CAPÍTULO 2. POLÍTICAS PÚBLICAS

2.1. IMPLEMENTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS; CONSIDERAÇÕES A PARTIR DE ESTUDOS PUBLICADOS. Jorge Alfredo Cerqueira-Streit; Patrícia Santos Guarnieri	122
2.2. REGIONALIZAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MINAS GERAIS; UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A MITIGAÇÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA. Luciana Alves Rodrigues; Liséte Celina Lange; Armando Borges de Castilho Junior	135
2.3. O CENÁRIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MARANHÃO. Débora Danna Soares da Silva; Jeferson Botelho Rodrigues; Gabrielle Silva de Almeida; Adeildo Cabral da Silva	147

- 2.4. IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA DE PROFISSIONALIZAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS - MA; ESTUDO DE CASO DO ENCERRAMENTO DO ATERRO DA RIBEIRA. Carolina Moraes Moreira de Souza Estrela; Jeaniny Maria Fonseca Ferreira de Oliveira; Mônica Kassiane de Almada Oliveira 160
- 2.5. SANEAMENTO RURAL E TECNOLOGIAS SOCIAIS: UMA EXPERIÊNCIA DE EXTENSÃO E APLICAÇÃO COMO POLITICA PÚBLICA. Jonatas José Lobo Oliveira; Francisca Fabiana Costa dos Santos; Juscelino Martins Costa Júnior; Laryssa Evangelina Pereira. 170
- 2.6. ALAGAMENTOS E O DÉFICIT DE SANEAMENTO BÁSICO NO CANAL DA QUINTINO BOCAIUVA NO BAIRRO DA CREMAÇÃO BELÉM – PA. Wanilce Suzane Fagundes Martires; Bruno da Silva Amaral; Silvio Melo Souza Junior; Etiane de Souza Silva. 185

CAPÍTULO 3. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

- 3.1. PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS APLICADOS EM UMA ORGANIZAÇÃO MILITAR DE PERNAMBUCO. Rafaella de Moura Medeiros; Flávio Leôncio Guedes; Rhaldney Felipe de Santana; Wilson Ramos Aragão Júnior 193
- 3.2. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO; SENSIBILIZAR PARA TRANSFORMAR. Kelly Fernanda de Sousa Santos; Andreia de Lourdes Ribeiro Pinheiro; Cláudia Costa e Silva; Andrea Araújo 205
- 3.3. SISTEMA WEB PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS POR CARACTERIZAÇÃO; APLICADA A USINAS DE BENEFICIAMENTO. Victor Vinícius Amaral de Oliveira; Davyd Adriel Bernardino de Silva; Diogo Henrique Fernandes da Paz; Ioná Beltrão Rameh 216
- 3.4. REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE GRÃOS; ESTUDO DE CASO EM PORTO PRIVADO NO MARANHÃO. André Barbosa Teixeira; Antonio da Silva Sousa; Roberto Ney Ciarlini Teixeira 226
- 3.5. GESTÃO DOS RESIDUOS SÓLIDOS EM UM MUSEU DE ARQUEOLOGIA. Eduardo Antônio Maia; Antônio Victor Melo Trindade; Júlia Duarte Muniz; Maria Alice Barbosa Machado de Souza. 240
- 3.6. GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DE VEÍCULOS AVARIADOS NUMA EMPRESA DE REMANUFATURA DE GOIÁS. Hérica Aleixo da Costa; Adjane Damasceno de Oliveira; Rafaella de Moura Medeiros; Ricardo Valadão de Carvalho. 251
- 3.7. INSTITUIÇÃO RELIGIOSA COMO PARTÍCIPE DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO NORDESTE DO BRASIL. Rhaldney Felipe de Santana; Flávio Leôncio Guedes; Soraya Giovanetti El-Deir; Valéria Sandra de Oliveira. 267

CAPÍTULO 4. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

- 4.1. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS; ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO EM PAULISTA – PE. Eduardo Antônio Maia Lins; Vanessa Araújo de Azevedo Santos. 283

4.2. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ESTUDO DE CASO DOS ECOPONTOS EM SÃO LUÍS – MA. Ronald Pereira Rocha; Cristiane Caldas Carvalho.	296
4.3. CONSÓRCIO PARA DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE PEQUENOS MUNICÍPIOS. Éder Silva de Medeiros; Rodrigo da Silva Melo; Lorraine Freitas Gonzaga; Alessandro Resende Machado.	305
4.4. SIMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DO CENÁRIO SOBRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ECOSSISTEMA URBANO DO MUNICÍPIO DE BARREIRINHAS – MA. Kathery Sousa da Silva; Vera Raquel Mesquita Costa; Gilvanele Silva Oliveira da Silva; Marylin Fonseca Leal de Farias Wetters.	321

CAPÍTULO 5. SERVIÇO DE SAÚDE E DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

5.1. RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE NO DISTRITO FEDERAL: PRÁTICAS DE GESTÃO E CONHECIMENTO DA LEGISLAÇÃO. Raiane Costa Coimbra Aguiar; Patrícia Santos Guarnieri; Jorge Alfredo Cerqueira-Streit.	334
5.2. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO HOSPITAL SÃO DOMINGOS; DESENVOLVIMENTO DE MOBILIÁRIO PARA CRECHE DA COMUNIDADE. Eduardo Eugênio Silva Machado; Leanjoelson Souza Andrade; Helton de Jesus Costa Leite Bezerra.	350
5.3. DESAFIOS DO PROGRAMA DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO. Carolina Letícia Lordelo; Iara T.Q.P.Santos	364
5.4. GESTÃO DOS RESÍDUOS URBANOS E ELETROELETRÔNICOS NUMA EMPRESA DE TELECOMUNICAÇÃO; UM ESTUDO DE CASO. Marina da Conceição Silva; Eduardo Antônio Maia Lins.	377

CAPÍTULO 6. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

6.1. REDUÇÃO DE CUSTOS E GERAÇÃO DE RENDA COM A REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Carlla Rafaella de Barros Andrade; Bruno Conde Passos; Nathália Lins Gonzaga; Ricardo Rocha Patez.	391
6.2. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL APLICADO NA CONSTRUÇÃO DE UMA PRAÇA EM SÃO LUIS – MA. Mikhael Ferreira da Silva Santos; Cláudio Augusto Bonora Vidrih Ferreira; Flávio Leôncio Guedes; Nádia Horiye Ferreira.	401
6.3. REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO LOCAL DE GERAÇÃO. Keven Claudio França; Alessandro Resende Machado.	417
6.4. ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS À CONSTRUÇÃO CIVIL. Paulo Cesar de Barros Bandeira; Nyce Nayara santos Barbosa; Ednom Cardoso Sousa; Simone Maidel.	427
6.5. ANÁLISE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL QUE SÃO GERADOS NAS PRINCIPAIS CIDADES DA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA. Álvaro Avila Franklin Mendes; Filipe Galina Costalonga; Sayonara Maria de Moraes Pinheiro; Milton Paulino Costa Junior.	440

6.6. SISTEMA AUTOMATIZADO PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL; DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA EM AMBIENTE MOBILE. Marcos Brasileiro Farias Filho; Victor Vinícius Amaral de Oliveira; Diogo Henrique Fernandes da Paz; Aínda Araújo Ferreira.	451
6.7. ANÁLISE TÉCNICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL; ESTUDO DE CASO DOS ECOPONTOS DA CIDADE DE SÃO LUÍS – MA. Gabriel Alencar Silva; Lorraine Freitas Gonzaga; Rodrigo da Silva Melo; Alessandro Resende Machado.	460
6.8. A GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E AS CARACTERÍSTICAS DE OBRAS NA CIDADE DO RECIFE – PE. Júlia Maia Batista; Kalinny Patrícia Vaz Lafayette; Luciana Cássia Lima da Silva.	472
6.9. GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL. Luciana Cássia Lima da Silva; Júlia Maia Batista; Kalinny Patrícia Vaz Lafayette; Thiago Augusto da Silva.	482
6.10. GESTÃO DE RESÍDUOS NO ÂMBITO DA CONSTRUÇÃO CIVIL; ESTUDO EM RECIFE – PE. Aléssia de Albuquerque Pedrosa; Eduardo Antonio Maia Lins; Soraya Giovanetti El-Deir.	492

CAPÍTULO 7. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

7.1. APROVEITAMENTO PARA PAVIMENTAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DA AVENIDA ATLÂNTICA DE SÃO LUÍS – MA. Adna Cristina Lacerda de Rezende; Alessandro Resende Machado; Higor Leonardo Gomes Santos Martins; Taliana Régia Castro Serejo.	507
7.2. AVALIAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO NO REFORÇO DE SOLO. Aléssia de Albuquerque Pedrosa; Kalinny Patrícia Vaz Lafayette; Michele Joyce Pereira dos Santos; Suyanne Monteiro de Almeida.	519
7.3. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA. Adna Cristina Lacerda de Rezende; Alessandro de Rezende Machado; Luís Pereira dos Santos; Taliana Régia Castro Serejo Silva.	530
7.4. POTENCIALIDADES DO USO DE RESÍDUOS DE GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA CORREÇÃO DO SOLO EM CULTURAS AGRÍCOLAS. Wilson Ramos Aragão Júnior; Flávio Leôncio Guedes; Rhaldney Felipe de Santana; Mikhael Ferreira da Silva.	545
7.5. REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS. Rivalda Patrícia Ribeiro Santos; Flávia Garrett Azevedo.	556
7.6. CARACTERIZAÇÃO DE UM AGREGADO RECICLADO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Wilson Ramos Aragão Júnior; Emiliania de Souza Rezende Guedes; Roberto Quental Coutinho; Flávio Leôncio Guedes.	571

DAS ORGANIZADORAS

687

ESTRATÉGIAS PARA A DESMATERIALIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS: DISCUSSÕES NO CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

MARQUES, Mirella Maria Nóbrega

Grupo Gestão Ambiental em Pernambuco, da Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Gampe/UFRPE)

mirellanmarques@outlook.com

SILVA, Thamirys Suelle da

Gampe/UFRPE

thamirysuelle@gmail.com

EL-DEIR, Soraya Giovanetti

Gampe/UFRPE

sorayaeldeir@pq.cnpq.br ; sorayageldeir@gmail.com

RESUMO

O Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos é um evento nacional organizado pelo Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental em Pernambuco, da Universidade Federal Rural de Pernambuco que ocorre desde 2012. Neste ano foi a primeira vez que ocorreu em outro estado, na cidade de São Luis, no Maranhão, sob a organização da Universidade Ceuma. Ao longo destes anos, teve a participação de 1555 congressistas e a apresentação de 505 artigos organizados em 15 *ebooks* que estão disponíveis no site do Epersol e da Edufrpe, além do site da UniCeuma. Sempre discutindo temas relevantes e atuais para o gerenciamento e gestão dos resíduos sólidos, vem se consolidando num evento de envergadura nacional, com a presença de pesquisadores de todas as regiões do país. Neste ano o foco foi para o processo de Desmaterialização no gerenciamento dos resíduos sólidos, aspecto inovador que provocou diversas discussões. Desta forma este livro busca trazer os artigos de tal abordagem, sendo um material de consulta e reflexão a respeito de novos caminhos para a temática.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos; Gerenciamento; Sustentabilidade

1. EVENTO EM DADOS

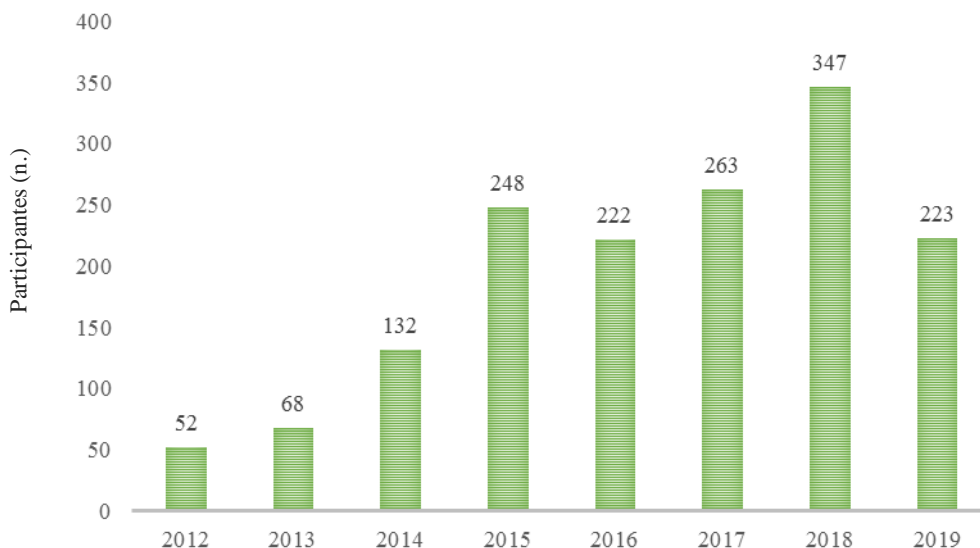
Neste ano, o Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos (CBRS) foi realizado na Universidade Ceuma, tendo sido a primeira vez que foi realizado fora da cidade do Recife – PE. Este evento tem como organizador técnico-científico o Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental em Pernambuco (Gampe), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Este teve surgimento a partir do Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos – Epersol, que ocorreu em 2012 como um evento focado na realização de palestras e debates. Entretanto, desde 2013 o Epersol, no segundo ano, conta com a apresentação de artigos científicos agregados em 6 eixos temáticos. Em 2019 foram apresentados 82 artigos científicos, distribuídos nos 6 eixos temáticos, tendo havido o maior quantitativo dentro do eixo “Gestão integrada de resíduos sólidos” (Quadro 1). Todos os artigos estão organizados em dois ebooks, além de um capítulo extra sobre Desmaterialização na gestão de resíduos sólidos.

Quadro 1. Quantitativo dos artigos por eixo temático do Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos em 2019

Eixos temáticos	Quantidade de artigos em 2019
Políticas públicas e legislação ambiental	5
Gestão integrada de resíduos sólidos	42
Educação ambiental e boas práticas	6
Responsabilidade socioambiental	7
Tecnologias limpas e inovadoras	20
Poluição e Degradação Ambiental	11

Em 2013, por apresentarem diversidade estadual, estimulou a estruturação do evento no formato de um Congresso Nacional. Desta feita, ano após ano, o Epersol vem elevando a participação de congressistas, da comissão técnico-científica e de monitores, aumentando o número dos interessados em questões relativas aos resíduos sólidos (Figura 1). Tal quantitativo reflete também o processo de acomodação à nova aceitação do Congresso, que passa a ser itinerante, sendo organizado por outras instituições, mesmo que toda a questão da gestão dos artigos e *ebooks* seja mantida pelo Gampe/UFRPE. Assim, novos participantes farão parte do Congresso, assim como as temáticas a serem abordadas trarão novas facetas, com o olhar das diversas regiões do país.

Figura 1. Numerário de participantes (congressistas, comissão técnico-científica e monitores) por ano de realização do Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos

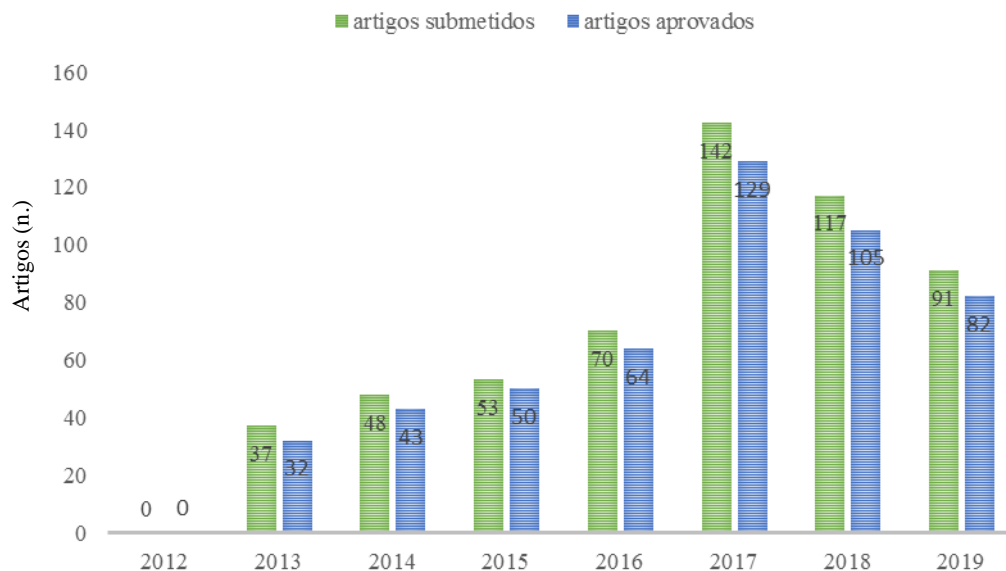


Com o objetivo de promover espaços de socialização e de debate do conhecimento produzido acerca da gestão de resíduos sólidos, o evento sempre contou com a participação de diferentes segmentos sociais e institucionais, desde a comunidade científica, a gestão pública, a iniciativa privada e as organizações não governamentais, com representações de todas as regiões do país. Neste ano foram 44 instituições de 18 estados.

Junto ao crescente interesse no tema, a partir de 2013, ano inicial da submissão de artigos científicos, ocorre uma elevação da quantidade até o ano de 2017, havendo uma diminuição do numerário face a inserção de critérios mais rigorosos no edital para os escritos (Figura 2).

A busca de elevar a cientificidade dos escritos é um direcionamento a ser seguido pelos próximos anos, buscando aprofundar o referencial teórico e a fundamentação apresentada, assim como incentivar os pesquisadores a buscarem dentro dos *ebooks* publicados artigos que possam ser de interesse para a discussão dos dados. Acredita-se que desta forma os *ebooks* serão material usado por todas as universidades que tratam desta temática. Os artigos aprovados e apresentados no CBRS estão registrados em *ebooks*, disponíveis no site da Universidade Federal Rural de Pernambuco (www.ufrpe.br), como no site do Epersol (www.epersol.br).

Figura 2. Quantificação dos artigos submetidos e aprovados no CBRS desde 2012 até 2019.



2. ESTRATÉGIAS DE SUSTENTABILIDADE NO EPERSOL 2019

O CBRS 2019, tanto pela temática abordada na discussão da Desmaterialização dos processos de geração de serviços e diminuição da geração de produtos materializados, buscou operacionalizar tal filosofia. Desta forma, estratégias para elevar a sustentabilidade do evento tiveram lugar.

2.1 Projeto Carbono Zero

Reconhecendo a importância da necessidade de compensação das emissões de carbono, no ano de 2019, a Comissão Organizadora do **VI Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos** formada por técnicos e docentes da UniCeuma quantificou as emissões de GEE do evento, para assim neutralizá-las com o plantio de árvores nativas de São Luís (MA), cidade sede do evento. Foi utilizada a Metodologia do Guia de Inventários de GEE do IPCC (IPCC, 2006) e na Norma Brasileira para inventários de Gases de Efeito Estufa em empreendimentos, a NBR ISO 14064, contando com 4 etapas, de acordo com o Relatório das emissões e neutralização dos Gases de Efeito Estufa do VI CBRS:

Passo 1: Levantamento das atividades e definição dos limites do projeto As atividades consideradas para os cálculos são ligadas ao setor de energia, resíduos e geração de efluentes realizadas antes e durante o evento. São estas energia elétrica, transporte (combustão móvel), gás de cozinha (GLP- combustão estacionária), geração de resíduos (orgânicos, inorgânicos e impressões) e geração de efluentes.

Passo 2: Definição de quais GEEs serão incorporados ao trabalho As emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) das atividades realizadas no evento serão quantificadas. Ao final, faz-se a conversão para a unidade padrão (dióxido de carbono equivalente – CO₂eq.) de acordo com o Potencial de Aquecimento Global (PAG) de cada gás de GEE trabalhado

Passo 3: Quantificação das emissões de GEE Energia: emissões de GEE advindas da combustão móvel, ou seja, do transporte dos veículos pertencentes à instituição e aos participantes do evento; e combustão estacionária, a partir do uso de gás liquefeito de petróleo (GLP). Além disso, serão contabilizadas as emissões de GEE oriundas da rede elétrica, consideradas indiretas;

Passo 4: Plantio de neutralização A partir da elaboração do inventário de emissões de GEE, será realizada a etapa de neutralização das emissões do evento. As árvores são conhecidas como grandes sumidouros de carbono terrestre e podem desempenhar este papel de neutralização, devido à sua atividade fotossintética. Tal capacidade de neutralização irá variar de acordo com fatores externos e intrínsecos à planta. Assim, seleção das espécies é baseada em suas características e sua inter-relação com o meio ambiente. Desta forma, serão plantadas espécies nativas da cidade de São Luís. Para a estimativa de fixação de CO₂ por indivíduo arbóreo, foram consultados diversos estudos relacionados à área, a fim de obter resultados confiáveis.

2.2 Inscrições sustentáveis

Ainda no preceito da sustentabilidade, num processo de desmaterialização e imaterialização, o evento contou com as **Inscrições Sustentáveis**, onde era possível optar pelo não recebimento de material como pasta, bloco de papel e caneta, no ato do credenciamento. Essa ação foi marcante pela boa recepção recebida do público presente

no evento, o que mostra que questões relativas a não geração de resíduos e a gestão adequada dos mesmo, estão sendo cada vez mais integradas ao cotidiano.

3. DESMATERIALIZAÇÃO COMO ESTRATÉGIA SUSTENTÁVEL

O livro publicado nesta edição do CBRS traz uma discussão sobre estratégias para a sustentabilidade no âmbito da desmaterialização dos resíduos sólidos. Devido a crescente geração e o uso inadequado dos resíduos, a quantidade de resíduos sólidos aumenta de forma acelerada e sem controle, ocasionando diversos malefícios para a saúde humana e para o meio ambiente (ANTHRAPER et al., 2018; WANG et al., 2018). Com isso, torna-se importante o processo de desmaterialização dos resíduos numa perspectiva da redução de material necessário para produzir algo de útil ao longo do tempo (DEVEZAS et al., 2017).

A desmaterialização é o fenômeno de redução da quantidade de material necessário para produzir o mesmo produto ao longo do tempo como uma consequência do progresso tecnológico, sendo caracterizado pela relação estabelecida entre a taxa de consumo de material e a taxa de melhorias tecnológicas para produzir um determinado bem (VAZ, 2018). O objetivo é facilitar e resolver gradualmente os problemas ambientais que cada vez mais estão se degradando por uso indevido dos recursos. Da perspectiva da ecologia, os problemas de recursos e meio ambiente do desenvolvimento urbano podem ser atribuídos ao deslocamento ou desequilíbrio (DAI; LIU, 2018).

Para que as estratégias de desmaterialização possam ser desenvolvidas de modo satisfatório se faz necessário observar e avaliar o que está sendo gerado através do produto e demanda para encontrar ações adequadas para minimizar os resíduos. Desta forma, são necessárias políticas públicas que possa auxiliar nesse processo de gestão.

Neste livro são apresentados 45 artigos sobre os seguintes capítulos temáticos: Desmaterialização no gerenciamento de resíduos sólidos, Políticas Públicas, Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Gestão de Resíduos Urbanos, Serviço de Saúde, Resíduos Eletroeletrônicos, da Construção Civil e Aproveitamento de Resíduos da Construção Civil. Todos estes artigos focando na elevação da eficiência processual e na melhoria da qualidade ambiental, focando a sustentabilidade da atividade.

Capítulo 1. Desmaterialização no gerenciamento de resíduos sólidos

O crescimento populacional junto ao desenvolvimento acarretou em uma produção exorbitante. O último século pode ser representado pelo aumento no consumo de recursos naturais, devido ao estilo de vida adotado pela sociedade, sem se atentar aos riscos causados ao meio ambiente. Na perspectiva de minimizar os materiais utilizados para produzir algo surgiu a desmaterialização (VAZ, 2018).

Diante da problemática apresentada, este capítulo aborda sobre a capacidade e a necessidade de crescer de modo sustentável, reduzindo a demasiada exploração das matérias-primas e, conseqüentemente, tendo potencial para um desenvolvimento econômico, social e ambiental. Aprentando aplicação do conceito de desmaterialização em cartões magnéticos, pilhas e baterias, resíduos perigosos como embalagens de agrotóxicos e pneus, óleo vegetal, resíduos orgânicos, o presente capítulo busca trabalhar a temática na solução de problemas vinculados ao gerenciamento integrado destes resíduos.

Capítulo 2. Políticas Públicas

De maneira sucinta, pode-se determinar política como a ciência da administração. Com o passar dos anos, em face ao crescimento populacional e ao aumento da produção e consumo, foi necessária a criação de Políticas Públicas por parte do governo, objetivando o desenvolvimento de programas e ações para assegurar um adequado desenvolvimento. No campo das Políticas Públicas, diversas esferas do conhecimento travam debates específicos e promovem as perspectivas mais variadas sobre o conjunto de ações governamentais (ARAÚJO; CUNHA, 2019), sendo uma dessas vertentes a gestão correta dos resíduos sólidos, foco deste capítulo.

A Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), tem o papel de garantir à sociedade o direito a participação nos processos de desenvolvimento das Políticas Públicas (BRASIL, 2010). Além disto, a PNRS é estabelecida visando o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos sendo, portanto, de notável relevância para o capítulo. A partir de estudos

publicados, encontra-se um estudo com reflexões sobre a implantação desta política. Também fazem parte deste escrito estudos da realidade estadual do

Capítulo 3. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

O aumento da industrialização, o crescimento populacional e o consequente aumento do consumo per capita aumentou significativamente a geração de resíduos sólidos. Estes são responsáveis por ocasionar diversos problemas ambientais, quando não são descartados da forma correta, como poluição das águas, dos solos e da atmosfera, além de acarretar problemas à saúde dos seres vivos. Logo, o gerenciamento dos resíduos sólidos vem sendo um obstáculo para as autoridades dos países e causando preocupações quanto à preservação do meio ambiente e a qualidade de vida das próximas gerações (ABDEL-SHAFY ET AL., 2018).

Um instrumento eficaz para a gestão de resíduos é o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), no qual são determinadas as estratégias de gestão, voltadas a normatizar os procedimentos operacionais de gerenciamento de resíduos sólidos em conformidade com as legislações sanitária e ambiental. Portanto, o presente capítulo apresenta estratégias eficientes para o descarte adequado dos resíduos sólidos, por meio do PGRS.

Capítulo 4. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos

O Plano de Gerenciamento de Resíduos é uma metodologia de gerenciamento de resíduos baseado em planejamento, procedimentos e recursos que visam a redução e a minimização da geração de resíduos bem como ações adequadas e coerentes relativas à segregação, acondicionamento, coleta, tratamento e destinação dos resíduos (BRASIL, 2010). A Lei nº 12.305/2010 no Art. 13 item I, subitem i, define Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) como: os originários de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) e os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (resíduos de limpeza urbana).

Diariamente, as quantidades de RSU aumentam significativamente nas áreas urbanas em decorrência das atividades humanas nas últimas décadas. Por isso, fazem-se necessárias políticas públicas para minimizar os impactos negativos voltados

para o acúmulo dos resíduos, de modo que sejam tratados de maneira eficaz e eficiente para que se tenha a redução através do gerenciamento por parte dos geradores.

Capítulo 5. Serviços de Saúde e de Resíduos Eletroeletrônicos

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Saúde (PGRSS) é um documento, baseado nos princípios da não geração e da minimização da geração de resíduos, que aponta e descreve as ações relativas ao manejo, propondo medidas de adequação para que o empreendimento esteja em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº. 12.305/2010) e demais legislações vigentes (BRASIL, 2010).

Em 2006, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e o Ministério do Meio Ambiente criaram o manual do PGRSS, ancorados na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) da Anvisa nº 306/04 e na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 58/05, com o objetivo de minimizar a geração e os problemas decorrentes do manejo dos resíduos sólidos e líquidos, buscando alternativas que favorecem a reciclagem, redução dos riscos na área de saneamento ambiental e da saúde pública (EBSERH, 2018).

A disposição inadequada desses resíduos decorrentes da ação de agentes físicos, químicos ou biológicos, que traz consequências ambientais potencialmente perigosas, alguns reagentes nocivos modificam esses agentes causando impactos no ambiente, o que afeta, conseqüentemente, a saúde humana. Diante disso, políticas públicas têm sido discutidas e legislações elaboradas com vistas a garantir o desenvolvimento sustentável e a preservação da saúde pública. Essas políticas fundamentam-se em concepções abrangentes no sentido de estabelecer melhorias entre a saúde pública e as questões ambientais.

Os Resíduos Eletroeletrônicos consistem em equipamentos eletroeletrônicos descartados ou obsoletos. Estes possuem na composição metais perigosos de difícil degradação, que podem ser causadores de graves problemas ambientais caso sejam descartados de modo incorreto. Apesar do avanço tecnológico o ciclo de vida dos aparelhos eletrônicos estão diminuindo a cada dia, o que proporciona uma maior quantidade de resíduos. As trocas de aparelhos e equipamentos estão cada vez mais

frequentes, devido ao rápido nível de inovação tecnológica e a obsolescência programada tem deixado crítico esse quadro a nível global.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) institui que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana (BRASIL, 2010).

Com os avanços no mundo eletrônico ocorrendo quase diariamente e o aumento da disponibilidade de produtos para o público, a produção de eletroeletrônico tem sido um dos setores de crescimento mais rápido, tanto nos países industrializados quanto naqueles em desenvolvimento. Ao mesmo tempo, a vida útil média dos produtos eletroeletrônicos foi drasticamente reduzida devido ao rápido aumento na demanda de produtos avançados (ESTRADA-RUIZ, 2016).

Capítulo 6. Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) visa estabelecer diretrizes para o correto manejo e destinação ambientalmente adequada de resíduos da construção civil, priorizando a minimização de resíduos sólidos gerados em canteiros de obra. De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), a elaboração e a implementação do PGRCC são obrigatórias às empresas de construção civil. Já a Resolução CONAMA nº 307/2002 e alterações determina a obrigatoriedade para os grandes geradores, assim definidos conforme a regulamentação específica.

O gerenciamento de resíduos sólidos consiste em um sistema de gestão que visa principalmente reduzir, reutilizar ou reciclar, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.

Na construção civil, em cada uma das etapas de uma obra acontecem perdas e desperdícios de materiais, gerando resíduos tanto na sua concepção quanto na execução e posterior utilização. Com a redução dos desperdícios, passou a ser importante a elaboração e implantação de um gerenciamento de resíduos, com isso as construtoras passaram a se adequar ao mercado conforme a legislação, porém a necessidade de

minimizar a geração dos resíduos da construção civil, não resulta apenas da questão econômica, pois se trata fundamentalmente de uma ação importante para a preservação ambiental.

Capítulo 7. Aproveitamento de resíduos da construção civil

As políticas públicas voltadas ao gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (RCC) buscam impulsionar as empresas geradoras de resíduos a tomarem uma nova postura em gerenciar e implementar medidas que visem a redução da quantidade de resíduos produzidos.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002 os geradores também são responsáveis pela destinação final dos resíduos quando não sejam viáveis o reuso ou reciclagem dos resíduos na própria obra. Sendo assim, as obras são responsáveis por todos os resíduos que são retirados e destinados de forma irregular. Diante disso, a Lei 714/2017 instrui aos geradores que o objetivo prioritário a ser seguido é evitar a não geração de resíduos, secundariamente a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Considerado um dos setores que mais geram resíduos a construção civil tem tomado medidas para reaproveitar os resíduos gerados nas construções, trazendo benefícios econômicos e ambientais, minimizando os resíduos e gerando menos impactos tornando à produção civil mais sustentável.

REFERÊNCIAS

ABDEL-SHAFY, H.; MANSOUR, M. Solid Waste issue: Sources, composition, disposal, recycling and valorization. **Egyptian journal of petroleum**, 2018.

ANTHRAPER, D.; MCLAREN, J.; BAROUTIAN, S.; MUNIR, M. T.; YOUNG, B. R. Hydrothermal deconstruction of municipal solid waste for solid reduction and value production. **Journal of Cleaner Production**, v. 201, p. 812-819, 2018.

Antônio Manuel Martins, VAZ. **A desmaterialização e o efeito do intangível sobre a sustentabilidade do consumo global de materiais**. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão Industrial). Universidade da Beira Interior. 2018.

ARAÚJO, C. E. L.; CUNHA, E. S. M. Análise de mudanças em políticas públicas: a perspectiva neoinstitucionalista. **Conhecer: Debate entre o Público e o Privado**, n. 22, p. 170-187, 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.305 - Política Nacional de Resíduos Sólidos**, de 02 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 19 nov. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2010.

CONAMA. Resolução nº 307/2002. Redação dada pela resolução nº 348/04 Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004 altera a resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.

DAI, T.; LIU R. Dematerialization in Beijing from the perspective of material metabolism. **Journal of Cleaner Production**. v.201, p. 792-801, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.049>

DEVEZAS, T.; VAZ, A.; MAGEE. Global Pattern in Materials Consumption: An Empirical Study. In DEVEZAS, Tessaleno; Leitão, João and Sarygulov Industry 4.0. Entrepreneurship and Structural Change in the Digital Landscape, Springer, p. 263-292, 2017. DOI 10.1007/978-3-49604-7.

EBSERH. Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares. **Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde – Gerência de Resíduos/Setor de Hotelaria Hospitalar do HC-UFTM**, Uberaba-MG, p.66, 2018.

ESTRADA-RUIZ, R. H.; FLORES-CAMPOS, R.; GÁMEZ-ALTAMIRANO, H. A.; VELARDE-SÁNCHEZ, E. J. Separation of the metallic and non-metallic fraction from printed circuit boards employing green technology. **Journal of Hazardous Materials**. V.311, p.91, 2016.

VAZ, A. M. M. A desmaterialização e o efeito do intangível sobre a sustentabilidade do consumo global de materiais. **Tese (Doutrado em Engenharia e Gestão Industrial)- UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR Engenharia**, p. 428, 2018.

WANG, F.; CHENG, Z.; REISNER, A.; LIU, Y. Compliance with household solid waste management in rural villages in developing countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 202, p. 293-298, 2018.

Capítulo 1.

**Desmaterialização no gerenciamento de
resíduos sólidos**

1.1. DESMATERIALIZAÇÃO NO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO E CIENTOMÉTRICO

Eugeny Barnabé Bezerra Monteiro

Tribunal de Justiça do Estado de Pernambuco (TJ-PE); Grupo Gestão Ambiental em Pernambuco da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Gampe/UFRPE)
eugenybarnabe@gmail.com

Kardelan Arteiro da Silva

Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPEAMB/UFRPE);
Gampe/UFRPE
kardelanok0@gmail.com

Soraya Giovanetti El-Deir

PPEAMB/UFRPE; Gampe/UFRPE
sorayaeldeir@pq.cnpq.br; sorayageldeir@gmail.com

RESUMO

O gerenciamento dos resíduos sólidos se configura num desafio para os países em desenvolvimento, em particular no Brasil. Por outro lado, o gerenciamento dos resíduos por parte dos municípios requer uma infraestrutura, além de processo de planejamento, manutenção, recursos técnicos e financeiros, visando dar efetividade à operação do sistema. Quanto à esfera internacional, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável focam em temas relevantes para a montagem da Agenda 2030 da Assembleia Geral da Organizações das Nações Unidas, estabelecendo metas para todos os países signatários. Os Objetivos 11, 12 e 13 tratam de temas relativos a resíduos sólidos, demonstrando a relevância do tema na esfera internacional. Dessa forma, o presente estudo analisa artigos científicos, buscando compreender a evolução do termo e localizar os principais centros produtores de conhecimento sobre esta temática. Nos últimos anos, a produção científica acerca dos temas desmaterialização e resíduo sólidos aumentou consideravelmente, podendo-se observar que os países desenvolvidos foram os que mais publicaram sobre a temática abordada, caracterizando que estes estão mais envolvidos e preocupados com a sustentabilidade ambiental. É de se destacar que os termos figurados na nuvens de palavras funcionam como termos-chave da pesquisa, indicando o direcionamento das produções científicas acerca do tema abordado. Portanto, o estudo da desmaterialização e dos resíduos sólidos ajudará a comunidade científica a descobrir mecanismos que possam diminuir os impactos ambientais, sugerindo práticas que ajudem à adoção dos princípios da sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de resíduos; Produção científica; Rotas tecnológicas

1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento dos resíduos sólidos se configura num desafio para os países em desenvolvimento, em particular no Brasil (DEUS et al., 2015). Apesar da promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, por meio da Lei nº. 12.305 (BRASIL, 2010), onde consta a necessidade de atendimento a pirâmide de priorização, buscando a redução da geração de resíduos na fonte, ainda está longe o alcance de tal diretriz. Este norte também é adotado pelo conjunto de países que formam a Comunidade Europeia, por compreenderem tanto o custo operacional da disposição final, além do impacto ambiental advindo de tal prática (EUROPEAN PARLIAMENT, 2008). Atualmente são produzidos 78,4 milhões ton.ano⁻¹ (ABRELPE, 2017), configurando-se num cenário que necessita de mudanças urgentes.

Por outro lado, o gerenciamento dos resíduos por parte dos municípios requer uma infraestrutura, além de processo de planejamento, manutenção, recursos técnicos e financeiros, visando dar efetividade a operação do sistema (ALM, 2015). Deve-se observar que no país, a destinação final em aterros sanitários ainda não tem perfil universal, sendo que 18% está sendo depositada em locais que não apresentam conformidade técnica/operacional, estando em confronto com os ditames legais, representando mais de 12 milhões ton.ano⁻¹ (ABRELPE, 2017). Desta feita, em 2017, tal documento assinala que são 1.559 municípios com disposição inadequada de resíduos.

Quanto a esfera internacional, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) focam em temas relevantes para a montagem da Agenda 2030 da Assembleia Geral da Organizações das Nações Unidas (ONU, 2015), estabelecendo metas para todos os países signatários. No ODS 11, que trata das cidades e comunidades sustentáveis, busca estabelecer metas visando reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros. Já o Objetivo 12 da Agenda 2030 está focado em “Garantir padrões sustentáveis de consumo e produção”, incluindo “a gestão sustentável e uso eficiente dos recursos naturais até 2030”, o que, de forma indireta, tem relação com a gestão dos resíduos sólidos. Paralelamente a este, o Objetivo 13 da mesma Agenda vislumbra “tomar medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e

seus impactos”, novamente numa alusão indireta ao gerenciamento sustentável dos resíduos sólidos.

Uma das formas de usar eficientemente os recursos naturais é promovendo a diminuição de consumo. Assim, a desmaterialização surge como uma das ações que poderá proporcionar essa redução. O objetivo da desmaterialização é facilitar e resolver os problemas ambientais e, gradualmente, elevar o nível de conservação dos recursos cada vez mais escassos (DAI; LIU, 2018).

Para apreensão, compreensão e análise de dados, a pesquisa documental é um dos métodos e técnicas mais usados (KRIPKA, et al.,2015). Para Atamanczuk (2017), “os estudos bibliométricos fornecem subsídios para identificar os direcionadores da pesquisa na área analisada”. Assim, a análise bibliométrica surgiu como uma técnica eficaz para o estudo sobre determinada temática, tendo em vista que o pesquisador terá mais conhecimento sobre as pesquisas científicas na área a ser estudada. Nesse caso, muitos trabalhos estão focados no setor econômico e na identificação dos impactos ambientais, visando a redução do consumo dos recursos naturais. Poucos estudos avaliaram, quantitativamente e qualitativamente, o conjunto das pesquisas científicas sobre a desmaterialização. Dessa forma, o presente estudo busca análise de artigos científicos na plataforma *Science Direct* que tratam sobre a desmaterialização e resíduos sólidos, procurando colaborar com os pesquisadores, a fim de terem acesso aos principais dados que representam o conteúdo da pesquisa relacionada ao tema abordado. Igualmente, para complementar esta pesquisa, foram levantadas a distribuição geográfica e a quantificação dos trabalhos, assim como uma leitura crítica do conteúdo e direcionamento científico dos estudos.

2. METODOLOGIA

O estudo bibliométrico é considerado como uma especialidade científica que busca ofertar as inovações e direcionamento das pesquisas (ELLEGAARD; WALLIN, 2015). Assim, através de uma análise estatística dos estudos científicos, a bibliometria aproxima o pesquisador do objeto de estudo, auxiliando-o para uma visão panorâmica acerca da temática analisada (LIU et al., 2019). Já a cientometria é “o termo usado para descrever o estudo da ciência: crescimento, estrutura, inter-relações e produtividade científica”, sendo relevante para a compreensão da evolução do conhecimento sobre um dado tema (DEUS; BATTISTELLE; SILVA, 2015, p.686). Ainda segundo os autores,

enquanto a bibliometria é voltada para o estudo dos documentos e do artigo científico, a cientometria direciona-se para o assunto que os artigos estão analisando, assim como a área onde foi realizada a pesquisa.

Para o levantamento dos dados acerca dos indicadores desmaterialização e resíduos sólidos, foi utilizada a base *ScienceDirect*, onde foram investigados os artigos científicos publicados desde o ano de 1990 até 2019. Como o estudo bibliométrico indica em qual direção está caminhando o pensamento dos pesquisadores sobre determinado tema (ATAMANCZUK, 2017). Neste trabalho buscou-se analisar como a comunidade científica está tratando sobre desmaterialização e resíduos sólidos. Para realizar a pesquisa, a referida plataforma foi acessada pelo Portal de Periódicos Capes, onde foram identificados os indicadores, bem como o período das publicações dos artigos científicos. A opção pela plataforma *ScienceDirect*, decorreu do fato de esta ser considerada a maior empresa de divulgação de informações científicas, técnicas e médicas do mundo, havendo publicado mais de 9,5 milhões de artigos (KHISTE; PAITHANKAR, 2017).

A amostra foi obtida através dos indicadores *Dematerialization and “Solid Waste”*, pesquisados no idioma inglês, pelo fato de este ser o empregado na plataforma de periódicos e revistas internacionais. A busca foi realizada em agosto de 2019, sendo aplicada a consulta [TITLE-ABSTRACT-KEYWORDS (*Dematerialization and “Solid Waste”*)]. Esses temas estão em crescente procura por parte dos pesquisadores, na tentativa de auxiliar na resolução dos problemas ambientais.

Em uma etapa seguinte foi utilizado o software *Mendeley*, que auxiliou na retirada de duplicadas, fazendo com que houvesse a redução na quantidade dos artigos. O editor de planilha Excel foi utilizado para análise estatística descritiva dos dados, auxiliando na organização dos gráficos e tabelas (LIU et al., 2019). Também foi feita a análise estatística das instituições de filiação dos dois primeiros autores dos artigos, dos periódicos (*Qualis*), bem como os anos de publicação dos artigos referentes à desmaterialização e resíduos sólidos.

Para o presente trabalho de análise bibliométrica e cientométrica, as revistas científicas foram identificadas com os respectivos *Qualis*. O *Qualis* é a ferramenta utilizada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, para avaliar as publicações de artigos periódicos. Esse instrumento identifica o desempenho qualitativo das revistas científicas (SOUZA-ALMEIDA; ALMEIDA;

CARVALHO, 2018). Foram utilizadas à classificação do quadriênio 2013 – 2016, assim como o quadriênio 2017 – 2020.

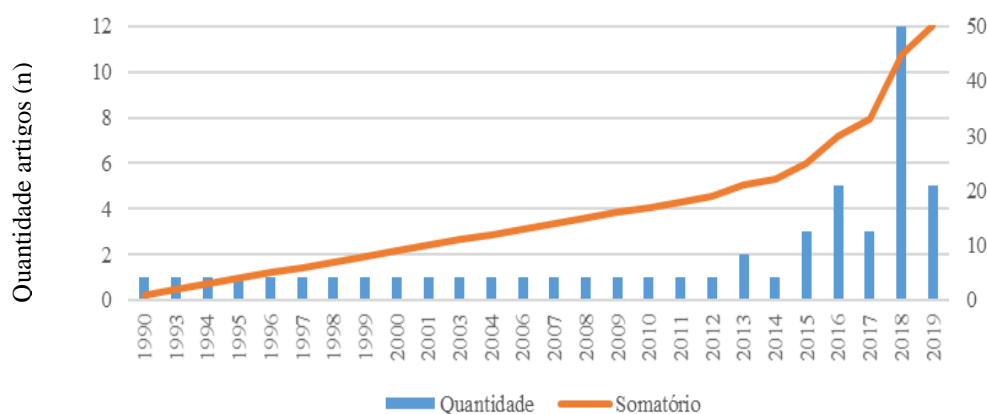
Como ferramenta de análise, foi utilizado também o *software Iramuteq*. Este programa possibilitou realizar uma nuvem com a frequência de palavras no título, no resumo e nas palavras-chave, agrupando-as graficamente a depender da quantidade de vezes que aparecem no texto (MELCHIOR; ZANINI, 2019). Isso possibilita uma melhor visão acerca dos termos que mais aparecem na nuvem de palavras, facilitando a compreensão por parte dos pesquisadores (RAMOS; ROSÁRIO-LIMA; AMARAL-ROSA, 2018), colaborando com a identificação dos termos que têm relação com a temática abordada (MOURO; SANTOS; CASTRO, 2018). Este *software* viabiliza para os pesquisadores analisarem diversas formas de estatística sobre o corpo textual (CAMARGO; JUSTOS, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Produção científica: características quantitativas

Quando da realização da pesquisa, foram encontradas 108 publicações que tratavam sobre a desmaterialização e os resíduos sólidos. Todavia, apenas artigos de pesquisa foram considerados. O inglês foi utilizado, por ser o idioma falado na ciência. Com a aplicação do software *Mendeley* foram retiradas as duplicadas, o que deixou a amostra final com 50 artigos. Pode-se constatar que o primeiro artigo que abordava os temas desmaterialização e resíduos sólidos foi publicado em 1990. Como a quantidade de publicações científicas contribui para determinar o interesse dos pesquisadores acerca do tema analisado (SOARES et al., 2016), verificou-se que só a partir do ano de 2013 a produção científica a respeito deste assunto, começou a aumentar, chegando ao máximo em 2018, com 12 artigos publicados. Vale salientar que o ano de 2019 ocorreram 5 publicações acerca do tema, todavia, a pesquisa foi realizada no mês de agosto (Figura 1).

Figura 1. Número de publicações e acumulado sobre desmaterialização e resíduos sólidos



3.2 - Característica qualitativa e quantitativa da produção científica

Da amostra final obtida (n=50), foram identificadas 24 revistas científicas que tiveram publicações sobre a temática abordada (Quadro 1), sendo que apenas 4 revistas não possuem *Qualis* em nenhuma área de conhecimento, representando 16,6%, enquanto que a maioria dos periódicos analisados 44,4% foram enquadrados no *Qualis* A1 referentes as Engenharias I. Já na avaliação Ciências Ambientais, 44,4% não possui *Qualis*, ao passo que 33,3% são *Qualis* A1, na tabela para 2013-2016. Quanto ao *Qualis* 2017/2020, apenas 20,8% das revistas não apresentou este conceito, mostrando o interesse da comunidade científica em publicar nas revistas ranqueadas, elevando a visualização dos artigos publicados. Dessa forma, constata-se uma maior avaliação do *Qualis* A1 (66,6%); *Qualis* A2 (8,4%); *Qualis* A3 (4,1%), não existindo qualquer periódico com classificação no *Qualis* B.

Quadro 1. Classificação dos periódicos (2013/2016) para Engenharias I e Ciências Ambientais e 2017/2020

Revistas	Publicações	Qualis 2013/2016 - Engenharias I	Qualis 2013/2016 Ciências ambientais	Qualis 2017/2020
<i>Computers & Industrial Engineering</i>	1	A2	Sem Qualis	A1
<i>Institution of Chemical Engineers</i>	1	Sem Qualis	Sem Qualis	Sem Qualis
<i>Corporat Environmental Strateg</i>	1	Sem Qualis	Sem Qualis	Sem Qualis

<i>Ecological Economics (Amsterdam)</i>	5	Sem Qualis	A1	A1
<i>Ecological Indicators</i>	1	A1	A1	A1
<i>Energy & Buildings</i>	1	A1	A1	A1
<i>Energy (Oxford)</i>	2	A1	A1	A1
<i>Energy Policy</i>	1	A1	A1	A1
<i>Energy Procedia</i>	1	Sem Qualis	B1	A3
<i>Environmental Modelling & Software</i>	1	A1	A1	A1
<i>Global Environmental Change</i>	1	Sem Qualis	A1	Sem Qualis
<i>International Journal of Production Economics</i>	1	B1	Sem Qualis	A1
<i>Journal of Cleaner Production</i>	12	A1	A1	A1
<i>Journal of Environmental Management</i>	1	A1	A1	A1
<i>Journal of Manufacturing Systems</i>	1	Sem Qualis	Sem Qualis	A1
<i>Marine Policy</i>	1	Sem Qualis	A2	A1
<i>Procedia</i>	1	Sem Qualis	Sem Qualis	Sem Qualis
<i>Resources, Conservation and Recycling</i>	10	A1	A1	A1
<i>Solar Energy Materials & Solar Cells</i>	1	Sem Qualis	A1	A2
<i>Sustainable Cities and Society</i>	1	Sem Qualis	Sem Qualis	Sem Qualis
<i>Sustainable Materials and Technologies</i>	1	B3	B1	A1
<i>Technological Forecasting & Social Change</i>	2	B1	Sem Qualis	A1
<i>Technology in society</i>	1	Sem Qualis	Sem Qualis	A2
<i>Waste Management (Elmsford)</i>	1	A1	A1	A1

Conforme se pode observar, a revista com mais publicações acerca dos indicadores desmaterialização e resíduos sólidos foi *Journal of Cleaner Production*, com 12 pesquisas científicas. Este periódico apresenta como principal levantamento de pesquisa o crescimento econômico através do desenvolvimento sustentável, sendo a desmaterialização uma forma de medir a sustentabilidade, uma vez que demanda mudanças, tanto para extração de recursos, quanto à destinação dos resíduos gerados pela economia (VAN EWJIK; STEGMANN, 2016). Outro assunto recorrente refere-se à adoção da Economia Circular como uma forma de desenvolvimento sustentável, pois busca a diminuição da poluição ambiental, através da redução do consumo dos recursos naturais (GUO et al., 2017).

Com 10 publicações, o periódico *Resources, Conservation and Recycling* aparece como a segunda revista com mais pesquisas publicadas, com maior abrangência

na geração de resíduos sólidos e na implementação da economia circular, como estratégia para diminuição dos impactos ambientais (KALMYKOVA, SADAGOPAN, ROSADO, 2018). Vale ressaltar, ainda, a terceira revista que aparece com 5 publicações é a *Ecological Economics (Amsterdan)*, que trata, principalmente, sobre economia sustentável com uso de menos materiais, levando a circularidade da economia a um processo de desmaterialização (WIEDENHOFER et al, 2019).

3.3 – Produção de artigos referente aos indicadores analisados

A produção científica dos 50 artigos analisados neste estudo, que abordou os indicadores desmaterialização e resíduos sólidos, foi publicada por 23 países. Foram destacados apenas o primeiro e o segundo autores, totalizando 83 pesquisadores de diversas nacionalidades. Verifica-se que mais de 60% das publicações foram realizadas por seis países (Tabela 1), liderados pelos Estados Unidos da América – EUA, com 17,2%, de quantidade de escritores, seguidos pela China (14,8%), Suécia (11,1%), Holanda (7,4%), Áustria (6,2%) e Japão (5%).

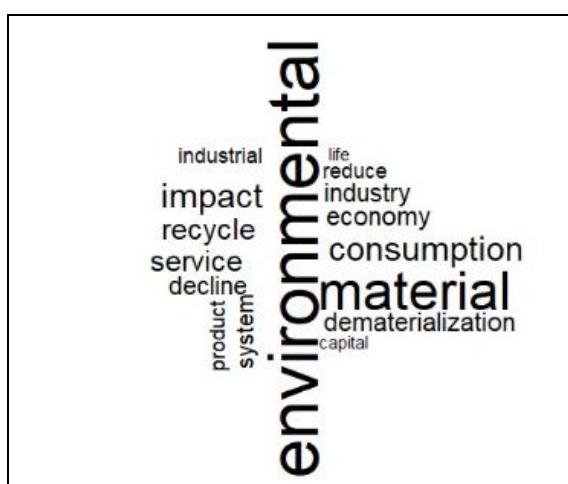
Tabela 1. Distribuição das produções científicas por regiões geográficas

Regiões Geográficas	Autores/Instituições	Contribuição (%)
EUA	14	17,2
China	12	14,8
Sweden	9	11,1
Netherlands	6	7,4
Austria	5	6,2
Japan	4	5,0
Italy	3	3,7
Greece	3	3,7
Germany	3	3,7
Finland	3	3,7
UK	2	2,4
Portugal	2	2,4
India	2	2,4
France	2	2,4
Brazil	2	2,4
Australia	2	2,4
Switzerland	1	1,3
Singapore	1	1,3
Philippines	1	1,3
London	1	1,3
Canadá	1	1,3
Austin	1	1,3
Arlington	1	1,3

O interesse da sociedade acadêmica sobre a desmaterialização e resíduo sólido está direcionado tanto à melhoria no meio ambiente, quanto ao maior desempenho para o desenvolvimento econômico. Tratar os principais problemas que surgem no início da geração do resíduo sólido, tendo foco na sustentabilidade, evitaria o surgimento de problemas secundários. A liberação da responsabilidade ambiental dos atores vinculados às etapas produtivas iniciais do ciclo de vida dos produtos, transferindo toda a responsabilidade para o gerenciamento dos resíduos, dificultará ainda mais a solução deste problema. Dessa forma, a desmaterialização e a substituição podem resolver alguns problemas ambientais, uma vez que a primeira reduziria a quantidade de resíduo gerada e a segunda, alteraria sua composição (ILIC et al., 2018).

Através da observação da nuvem de palavras geradas pelo *softwer Iramuteq* (Figura 2), verificou-se que, do ano de 1990 até o ano de 2011, as palavras que mais se destacaram foram por ordem de frequência: *environmental*, *material*, *impact*, *consumption*, *recycle*, *service*, *economy*, *industry*, *decline*, *dematerialization*, *reduce*, *product*, *system*, *industrial*, *life*, *capital*. Tal sequência de palavras está mais vinculada ao conceito de meio ambiente e recursos naturais do que a processos mais avançados de gestão ambiental, focados em resíduos.

Figura 2. Nuvem de palavras de 1990 à 2011



A partir do ano de 2012 até o ano de 2019 (Figura 3), houve uma mudança nas frequências das palavras, passando *waste* a figurar como a palavra mais citada, seguida por *material*, *resource*, *development*, *economy*, *energy*, *circular*, *management*, *model*,

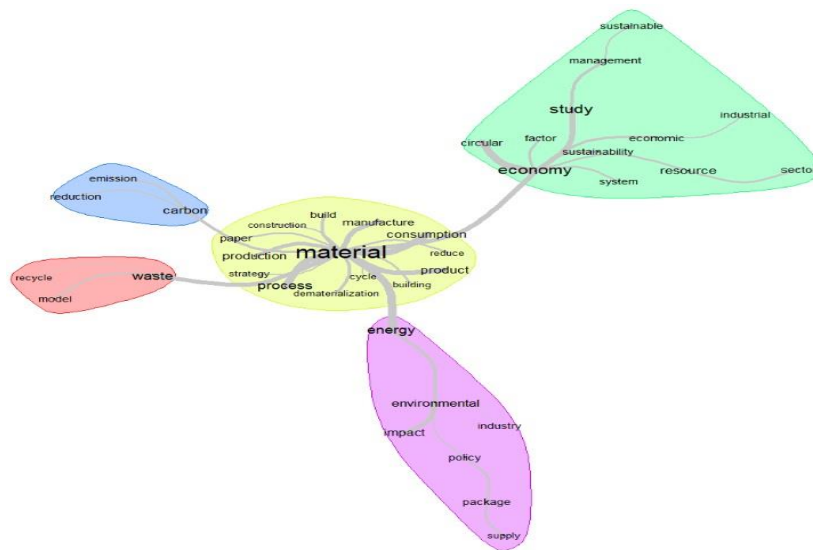
production, manufacture, sustainable, recycle, economic, carbono, efficiency. Neste período, os estudos estão mais relativos ao gerenciamento mais eficiente dos recursos naturais através da perspectiva dos resíduos, buscando diminuir a apropriação antrópica dos elementos abióticos, especialmente os recursos virgens, que não tem a exploração plenamente estruturada e tradicional na economia de mercado internacional, atuando como *commodities*.

Figura 3. Nuvem de palavras de 2012 à 2019



Numa análise de similitude, foi observada a ocorrência entre as palavras, gerando aglomerados e ramificações, destacando-se entre estas “*material*”, “*economy*”, “*study*”, “*energy*”, “*waste*”, “*carbono*”, que formaram uma ligação entre os grupos de palavras, unidos por halos, e juntos trazem uma conexão com a temática abordada (Figura 4). Observa-se a formação de cinco diferentes seguimentos, todos derivados do grupo principal, onde a palavra “*material*” fica em evidência. Nos demais halos, houve a formação de novas ramificações <“*economy*” e “*study*”>, <“*energy*” e “*environmental*”>, <“*waste*” e “*recycle*”> e <“*carbon*” e “*reduction*”>. Estas ramificações mostram o pensamento dos estudos abordados, onde os temas vinculados demonstram correlações entre áreas de estudo e visões teóricas a respeito da temática.

Figura 4. Conjunto de palavras representada por análise de similitude



Nagel e Meyer (1999) já observavam que para um Desenvolvimento Sustentável, a indústria precisava desmaterializar-se, buscando sistemas cíclicos, onde a produção, a logística e a reciclagem atuariam como fatores preponderantes para a melhoria ambiental, reconhecendo que estes preceitos operacionais não estavam dissociados de soluções econômicas.

Para Rouw e Worrell (2011), os setores de construção, transporte e embalagem têm o maior fluxo de material. Destes, o setor de embalagem é um dos que mais contribui para geração de resíduo urbano, devendo haver uma mudança nos hábitos da sociedade vinculada à produção e ao consumo dos materiais, visando a diminuição dos impactos ambientais potenciais causados por este setor. O uso da embalagem vem aumentando significativamente ao longo dos anos, gerando desafios e oportunidades para a estruturação de um mundo mais sustentável, uma vez que esta é necessária para a movimentação de produtos, desde a origem até o consumidor final, influenciando em todas as outras indústrias, motivando pesquisas em busca de soluções para a incorporação do Princípio da Economia Circular como um preceito operacional básico (MEHERISHI; NARAYANA; RANJANI, 2019).

A desmaterialização também é observada quando há diminuição no consumo de energia. O crescimento econômico na China está atrelado ao aumento da demanda por energia elétrica, assim é importante a busca pela eficiência energética, sendo a

desmaterialização uma forma de se alcançar a redução gradual da dependência do consumo de energia elétrica (HE; GUANG; WANG, 2018). Dessa forma, o uso consciente e eficiente de energia elétrica também pode ser considerado como uma maneira de desmaterializar.

A desmaterialização está ligada à economia e à natureza, uma vez que para o crescimento econômico recursos naturais são utilizados. Assim, para redução da produção de material, a desmaterialização se divide em dois aspectos, o primeiro a redução dos insumos da matéria-prima extraída do meio ambiente e o segundo a redução dos resíduos que seriam gerados. A redução dos insumos primários é a idealização da desmaterialização, uma vez que estes são mais prejudiciais à natureza do que os insumos secundários. Todavia, a desmaterialização busca a redução de ambos os recursos (VAN EWIJK; STEGEMANN, 2016)

Vale mencionar o estudo realizado por Van Ewijk e Júlia (2016, p. 124) sobre a hierarquia de resíduos, os quais identificam que os objetivos desta, coincidem com os objetivos da desmaterialização, citando três maneiras diferentes para desmaterializar a economia

O desvio do aterro sanitário só pode servir à desmaterialização, pois resulta na recuperação, reciclagem ou reutilização de resíduos, substituindo assim os insumos virgens.

Reduzir os impactos ambientais também é o objetivo da desmaterialização, mas a hierarquia de resíduos não cumpre, por definição, essa promessa.

Economizar recursos priorizando a reciclagem, reutilização e recuperação não garante a desmaterialização, pois reduz os insumos primários, mas ainda permite que os fluxos secundários cresçam sem restrições.

Por outro lado, mister se faz mencionar a importância da tecnologia da informação e comunicação para a desmaterialização, uma vez que a tecnologia diminui o uso de recursos limitados, criando condições de usá-los e ao mesmo tempo haver um crescimento econômico (SANTOS et al., 2009).

4. CONCLUSÃO

Para examinar o que a comunidade científica está pesquisando sobre o tema desmaterialização, este artigo utilizou a bibliometria e a cientometria, tendo constatado que a desmaterialização surge como uma ideia para minimizar os impactos causados ao meio ambiente. Nos últimos anos, a produção científica acerca dos temas desmaterialização e resíduo sólidos aumentou consideravelmente, podendo-se observar que os países desenvolvidos foram os que mais publicaram sobre a temática abordada, caracterizando que estes estão mais envolvidos e preocupados com a sustentabilidade ambiental.

É de se destacar que os termos figurados na nuvens de palavras funcionam como termos-chave da pesquisa, indicando o direcionamento das produções científicas acerca do tema abordado. Portanto, o estudo da desmaterialização e dos resíduos sólidos ajudará à comunidade científica a descobrir mecanismos que possam diminuir os impactos ambientais, sugerindo práticas que ajudem a adoção dos princípios da sustentabilidade.

REFEÊNCIAS

- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017 – edição especial**. Abrelpe, 2017, p. 73. Disponível em: <<http://www.abes-mg.org.br/visualizacao-de-clipping/ler/9557/lancamento-do-panorama-dos-residuos-solidos-no-brasil-2017>>. Acesso em: 21 out. 2019.
- ALM, J. Financing urban infrastructure: knowns, unknowns, and a way forward. **Journal of Economic Surveys**, V. 29, n. 2, 2015, p. 230-262.
- ATAMANCZUK, M. J. Análise bibliométrica das publicações sobre sustentabilidade empresarial no Brasil entre os anos de 2010 a 2014. **Revista Uniabeu**, v. 10, n. 24, p. 143-157, 2017.
- BRASIL. Lei nº 12.305. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2 ago. 2010.
- CAMARGO, Brígido Vizeu; JUSTO, Ana Maria. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em Psicologia**, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013.
- DAI, Tiejun; LIU, Rui. Dematerialization in Beijing from the perspective of material metabolism. **Journal of Cleaner Production**, v. 201, p. 792-801, 2018.

DEUS, Rafael Mattos; BATTISTELLE, Rosane Aparecida Gomes; SILVA, Gustavo Henrique Ribeiro. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Eng Sanit Ambient.**, v. 20, n. 4, out/dez 2015, p. 685-698.

ELLEGAARD, O; WALLIN, J. A. The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact?. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 1809-1831, 2015.

EUROPEAN PARLIAMENT. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. **Official Journal of the European Union**, 2008.

GUO, Bin; GENG, Yong; REN, Gingzheng; ZHU, Lei; LIU, Yachuan; STERR, Thomas. Comparative assessment of circular economy development in China's four megacities: The case of Beijing, Chongqing, Shanghai and Urumqi. **Journal of Cleaner Production**, v. 162, p. 234-246, 2017.

HE, Yongxiu; GUANG, Fengtao; WANG, Meiyao. The efficiency of electricity-use of China and its influencing factors. **Energy**, v. 163, p. 258-269, 2018.

ILIC, Danica Djuric; ERIKSSON, Ola; ÖDLUND, Louise; ABERG, Magnus. No zero burden assumption in a circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 182, p. 352-362, 2018.

KHISTE, G. P; PAITHANKAR, R. R. Mapping of the Literature on "Bibliometric" By using Science Direct during 2005-2016. **New Man International Journal of Multidisciplinary Studies**, v. 4, n. 9, p. 89-93, 2017.

KRIPKA, R.M.L.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D.L. (2015). Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterização. *Revista de Investigações, UNAD*, v.14, n.2, jul

LIU, W; WANG, J; LI, C; CHEN, B; SUN, Y. Using Bibliometric Analysis to Understand the Recent Progress in Agroecosystem Services Research. **Ecological Economics**, v. 156, p. 293-305, 2019.

MELCHIOR, C; ZANINI, R. R. Mortality per work accident: A literature mapping. **Safety Science**, v. 114, p. 72-78, 2019.

MEHERISHI, Lavanya; NARAYANA, Sushmita A.; RANJANI, K. S. Sustainable packaging for supply chain management in the circular economy: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 237, p. 117582, 2019.

MOURO, Carla; SANTOS, Tânia; CASTRO, Paula. Past-present discontinuity in ecological change and marine governance: An integrated narrative approach to artisanal fishing. **Marine Policy**, v. 97, p. 163-169, 2018.

NAGEL, Carsten; MEYER, Peter. Caught between ecology and economy: end-of-life aspects of environmentally conscious manufacturing. **Computers & Industrial Engineering**, v. 36, n. 4, p. 781-792, 1999.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. Washington: ONU, 2015.

KALMYKOVA, Yuliya; SADAGOPAN, Madumita; ROSADO, Leonardo. Circular economy—From review of theories and practices to development of implementation tools. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, p. 190-201, 2018.

RAMOS, M. G; ROSÁRIO-LIMA, V. M; AMARAL-ROSA, M. P. IRAMUTEQ Software and Discursive Textual Analysis: Interpretive Possibilities. In: **World Conference on Qualitative Research**. Springer, Cham, 2018. p. 58-72.

ROUW, Magda; WORRELL, Ernst. Evaluating the impacts of packaging policy in The Netherlands. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 4, p. 483-492, 2011.

SANTOS, Rita; WENNERSTEN, Ronald; OLIVA, Eduardo BL; LEAL FILHO, Walter. Strategies for competitiveness and sustainability: Adaptation of a Brazilian subsidiary of a Swedish multinational corporation. **Journal of environmental management**, v. 90, n. 12, p. 3708-3716, 2009.

SOARES, Patricia Bourguignon; CARNEIRO, Teresa Cristina Janes; CALMON, João Luiz, CALMON, CASTRO, Luiz Otávio da Cruz de Oliveira. Análise bibliométrica da produção science científica brasileira sobre tecnologia de construção e edificações na base de dados web of. **Ambiente Construído**, v.16, n.1, pp.175-185, 2016.

SOUZA-ALMEIDA, I. C; ALMEIDA, R. G; CARVALHO, L. R. Academic rankings and pluralism: The case of Brazil and the new version of Qualis. **Economia**, v. 19, n. 3, p. 293-313, 2018.

VAN EWIJK, Steven; STEGEMANN, J. A. Limitations of the waste hierarchy for achieving absolute reductions in material throughput. **Journal of Cleaner Production**, v. 132, p. 122-128, 2016.

WIEDENHOFER, Dominik; FISHMAN, Tomer; LAUK, Christian; HAAS, Willi; FRAUSMANN, Fridolin. Integrating material stock dynamics into economy-wide material flow accounting: concepts, modelling, and global application for 1900–2050. **Ecological Economics**, v. 156, p. 121-133, 2019.

1.2 DESMATERIALIZAÇÃO DOS CARTÕES MAGNÉTICOS; PROGRAMA PAPA CARTÃO EM SHOPPING NO RECIFE-PE

SILVA, Karla Emmanuelle da
Universidade Federal Rural de Pernambuco
k.emmanuellesilva@gmail.com

SILVA, Kevin Christian Miranda da
Universidade Federal Rural de Pernambuco
kevincms97@gmail.com

BARRETO, Taciana Simas Carvalho Paes
Universidade Federal Rural de Pernambuco
tacisimas97@gmail.com

Silva, Thamirys Suelle da
Universidade Federal Rural de Pernambuco
thamiyrsuelle@gmail.com

RESUMO

Cada vez mais a preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade ambiental cresce no Brasil e no mundo. E a gestão ambiental, visando reduzir a quantidade de resíduos, com isso, estuda como gerenciá-los e como encontrar uma solução mais adequada para a destinação. Os cartões magnéticos são um exemplo desse resíduo sólido que preocupa a sociedade, pois, os mesmos, quando descartados de forma incorreta, podem gerar impactos ambientais preocupantes. Os cartões, além de ter em sua maior composição o material plástico (um dos principais causadores de danos ao meio ambiente), também possuem um microprocessador que é uma placa de metal (chip), considerado um eletroeletrônico contendo elementos químicos e substâncias tóxicas, causando danos ao meio ambiente e à saúde humana. O presente estudo vem com o objetivo de estabelecer modelos alternativos e sustentáveis utilizando o conceito da economia circular para a destinação mais eficiente dos cartões magnéticos, além da possível desmaterialização dos mesmos. Para isso foi feito o estudo de caso do “Programa Papa Cartão” localizado em Shopping na cidade do Recife-PE.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos; Impactos Ambientais; Logística Reversa.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional possibilitou a invenção de alguns artifícios e ferramentas para facilitar cada vez mais a vida do homem no planeta, a descoberta do plástico e derivados é uma destas. O plástico modificou o comportamento de consumo da sociedade, por ser de baixo custo e apresentar uma ótima versatilidade e resistência, foi sendo cada vez mais utilizado como matéria prima para a confecção de utensílios domésticos, roupas, transportes, cartões magnéticos e etc., (ARAÚJO et al., 2016) estando precisando no cotidiano de toda a sociedade mundial. As mesmas características que conferem uma alta usabilidade ao plástico influenciam no acúmulo desse material no ambiente.

De acordo com Jambeck (2015), em artigo publicado na Revista *Science*, no ano de 2015, apenas a população residente na zona costeira de 190 países foi responsável pela chegada de 9 milhões de toneladas de plástico aos oceanos, sem levar em consideração a quantidade descartada em aterros sanitários em não conformidade com a lei. De acordo com pesquisas da Organização das Nações Unidas (ONU) esse material demora cerca de 450 anos para se decompor na natureza, e durante esse tempo pode causar muitos danos aos animais marinhos e terrestres, além dos próprios seres humanos (SANTOS, 2018). A poluição plástica é considerada uma das principais causas de danos ao meio ambiente e a saúde dos seres vivos (ONU, 2018).

Carvalho (2019), em artigo publicado na Revista *Ecotour News*, afirma que 80% dos resíduos nos oceanos são provenientes de atividades realizadas em terra e os outros 20% são gerados no mar em atividades pesqueiras. Grande parte desses resíduos encontrados nos mares são resíduos plásticos que prejudicam de forma significativa a vida marinha.

Conhecidos popularmente como "dinheiro de plástico" exatamente porque estão substituindo cada vez mais o papel moeda, os cartões de crédito estão sendo muito utilizados no mundo, desde a criação (ECYCLE, 2017). Com o crescimento do uso dos cartões, também aumenta o consumo de plásticos, já que esse material funciona como principal matéria prima para a produção dos cartões magnéticos. Os cartões de PVC modernos também são formados por um chip magnético, além do plástico, gerando mais um resíduo ao meio ambiente.

O descarte incorreto dos cartões pode acarretar em muitos problemas de saúde, aos seres vivos, contaminação do solo e da água, pois além do plástico os cartões possuem componentes como dioxinas, furanos e policarbonatos (PCB), substâncias extremamente nocivas ao meio ambiente. De acordo com a CCB Recicla (2013) doenças como câncer, mutações genéticas, distúrbios renais e neurais, estão diretamente associadas ao descarte dos resíduos em não conformidade com a lei. Por isso, Passos (2018) traz a educação e conscientização ambiental como um importante instrumento no combate dos danos gerados ao meio e a sociedade mundial.

Este artigo tem como objetivo, realizar uma revisão bibliográfica de ferramentas da desmaterialização e programas que são utilizados com o intuito de reduzir a quantidade de plásticos e materiais eletrônicos gerados e descartados de forma incorreta na natureza. Como enfoque principal, o artigo trata sobre o uso de cartões magnéticos e de que forma pode haver a desmaterialização desse material, utilizando como estudo de caso a implantação do programa Papa Cartão em *Shopping* na cidade do Recife, Pernambuco.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cartões magnéticos

A produção de cartões de crédito iniciou-se no ano de 1946, cujo naquela época, o material utilizado para a confecção era o papelão. Esse cartão era utilizado como forma de liberar créditos na forma de empréstimo para a população. Em 1959 a Americana Express desenvolveu um cartão feito de PVC o que incentivou outras empresas como o Visa e MasterCard a adotarem esse tipo de operação (GOMES, 2010).

No Brasil, o primeiro Cartão de Crédito chegou no ano de 1968 quando o Bradesco lançou a de Elo, que funcionava na rede do Bank Americard (GOMES; COSTA, 2013). Segundo dados da Associação Brasileira das Empresas de Cartões de Créditos e Serviços - ABECS (2012), a partir dos anos 2000, houve uma crescente redução no uso de cheques, os quais foram substituídos pelos Cartões de Créditos dada a facilidade e praticidade proporcionada por eles.

Para a ABECS (2012), um cartão magnético é um material plástico, o qual possui uma trilha magnética que armazena as informações do usuário. Com o avanço da tecnologia e o crescente uso de máquinas capazes de copiar os dados armazenados nas trilhas magnéticas, foram adicionados aos cartões chip embarcados (*Smart Cards*) os quais possuem memória e microprocessadores capazes de processar um maior número de informações, além de possuir um sistema de proteção mais avançado que as trilhas (GOMES; COSTA, 2013).

As trilhas magnéticas são apoiadas nos cartões de material plástico e revestidas de uma fina camada de material magnetizável (CAMPOS, 2017), ou seja, composta por inúmeras micropartículas de ferro, a qual ainda pode receber uma fina camada protetora de acrílico ou plástico (MARTIN; POLETTTO, 2015). A inserção dos chips embarcados aos cartões de crédito vem como uma forma de garantir uma maior segurança aos usuários, evitando assim fraudes (GOMES; COSTA, 2013). Os chips são pequenas placas constituídas de metais interligados a parte interna do cartão. Esses microprocessadores que atuam nesses dispositivos contém na composição elementos químicos como o Germânio ou o Silício, presentes em grande parte dos eletrônicos, que funcionam como controle do fluxo de dados (SILVA et al., 2016).

2.2 Economia circular

Para Azevedo (2015), a economia linear surgiu a partir da revolução industrial, onde houve um aumento da eficiência na produção, proporcionando a descoberta de novas tecnologias, e como consequência a redução no valor das commodities, ou seja, matéria prima e energia envolvida no processo, elevando significativamente o modelo de “extrair, transformar e descartar” (economia linear). Mas se torna impossível a efetivação de um modelo econômico como uma economia linear, principalmente quando se nota que a limitação está no fato de um consumo infinito de recursos, quando, na verdade, os recursos do planeta são finitos (BONCIU, 2014).

Segundo Araújo (2018), o conceito de economia circular surge para suprir a necessidade de um modelo econômico para um desenvolvimento e crescimento mais sustentável e “verde”, possibilitando uma melhoria nas qualidades de vida e de emprego, em paralelo para buscar uma regeneração do capital natural utilizado para aquele fim. Já Fernandes (2018) diz que esse

modelo econômico tem por objetivo o foco na reutilização, reparação, renovação e reciclagem dos materiais, produtos e energias existentes, fazendo com que aquele objeto que antes poderia ser considerado como um resíduo a ser descartado possa ser transformado em algo novamente útil.

A partir desse modelo da economia circular, se torna possível que as indústrias possam, através de seus próprios produtos (inseridos no próprio processo de origem ou de outros produtos), conseguir matéria prima ou fonte energética para a fabricação de novos produtos, além disso, pode haver uma sinergia externa, em que esse resíduo seria cedido a outra indústria para o fim de utilizá-lo em seus processos (SANTOS, 2018).

A economia circular irá reduzir a dependência da extração de novos recursos naturais, assim como ao mesmo tempo, elimina o desperdício, isso se dá justamente pela possível criação de produtos que possuem ciclos múltiplos de uso. Esse modelo tem como pretensão a conexão da rede de negócios na transformação desses resíduos. Sendo possível que mesmo que a indústria que fabricou aquele produto não possa utilizá-lo na produção, outra indústria ou terceiros possam transformá-lo, gerando assim mais fluxo na receita dessas indústrias (AZEVEDO, 2015).

Como exemplos de aplicação e resultado de Economia Circular, Tavares et al. (2018) verificou que 50% do peso da laranja se transforma em resíduo e é descartado em aterro sanitário, utilizando a economia circular como forma de reduzir o resíduo da casca da laranja e aproveitá-la, foi possível utilizar essa casca para extrair o óleo d-limoneno e transformá-lo em sabonetes e repelentes para mosquitos, com o intuito de combater também vetores de doenças como o *Aedes Aegypti*, vetor da dengue. Já Santiago Júnior et al. (2018), mostrou a aplicação da economia circular ao desenvolver um projeto na Universidade Federal de Pernambuco para o recolhimento de óleo de fritura, que poderia incorretamente ser descartado, para produção de biodiesel. Onde, através de estimativas, pode-se chegar a aproximadamente 3000 litros de biodiesel por mês, a partir da arrecadação de 9 ecopontos de coleta no campus.

2.3 Desmaterialização

O Relatório do *World Urbanization Prospects*, produzido pela Divisão das Nações Unidas (2019), mostra que a tendência da população mundial para os próximos 15 anos é crescer em proporções exponenciais. Atualmente 54% da população vive nos grandes centros urbanos e até 2050 esse número deve subir para 66%. Apreensivos com esse cenário de crescimento desenfreado, em 2010 a Organização das Nações Unidas (ONU), lançou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), que são um conjunto de objetivos e metas que devem ser atingidos até 2030, em prol do consumo consciente, qualidade de vida da população e o desenvolvimento sustentável das cidades.

Com o crescimento populacional, aumenta a demanda por recursos naturais, que passa a ser, muitas vezes, maior do que a oferta e assim prejudica o funcionamento de todo um ecossistema (OLIVEIRA, 2017). O relatório da *Global Forum on Nicotine* (GFN) (2016) afirma que se as atuais tendências demográficas e de consumo permanecer nos mesmos níveis atuais, até 2030 será necessário dois planetas Terra para sustentar. A desmaterialização surge como uma nova perspectiva para a inovação, objetivando a redução de matéria prima necessária para a produção de algo útil que tenha um ciclo de vida do produto maior (DEVEZAS et al., 2017),

por isso esse tema é considerado um fator indissociável no desenvolvimento social e tecnológico.

Diante do cenário de um acelerado desenvolvimento tecnológico o efeito desejado em relação ao uso sustentável dos recursos do planeta, ainda são insuficientes. Porém, alguns países estão implementando políticas sustentáveis relacionadas à economia circular (EUROPEAN COMMISSION, 2015) visando reduzir a exploração dos materiais disponíveis na natureza, utilizando as ferramentas de estratégia da desmaterialização.

De acordo com Heemann (2016), a desmaterialização tem como objetivo primordial, reduzir o fluxo de materiais, na cadeia econômica e desassociar o crescimento econômico ao aumento da exploração de recursos naturais. Pensar em desmaterialização possibilita às empresas a caminharem pelo estado da arte, pois elas podem utilizar a otimização de seus meios para planejarem e executarem produtos, sistemas e serviços que possam levar a indústria a resultados superiores, em relação à utilização de estratégias clássicas.

No setor de papelaria, um exemplo de desmaterialização é o *Kindle*, um leitor de livros digitais desenvolvido pela empresa norte americana *Amazon*. O *Kindle* fornece uma alternativa de conforto e praticidade para o leitor, além do valor ambiental agregado ao aparelho em relação à redução do uso de papel para a produção dos livros físicos. Já no setor dos cartões magnéticos, alguns países como a China estão extinguindo o seu uso. Pesquisas sobre meios de pagamento conduzidos pelo instituto britânico *Retail Banking Research* (RBR) em 2016, mostraram que tecnologias em evolução conseguem substituir o uso dos cartões emitidos pelos bancos. O motivo dessa substituição está associado aos cartões virtuais e outras formas de transferências.

3. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida a partir do estudo de caso realizado em um Shopping, que fica localizado na cidade do Recife, Pernambuco. O estudo foi relacionado à implantação do programa de reciclagem de cartões magnéticos, o Papa Cartão. Foram avaliados os impactos causados pelo descarte incorreto dos cartões magnéticos e na importância na geração de resíduos sólidos do shopping e a contribuição do Papa Cartão na redução do número de cartões descartados de forma incorreta na cidade.

Baseando-se em levantamentos bibliográficos e documentais, foi possível adquirir informações necessárias para a elaboração do trabalho. O levantamento documental é um processo que utiliza métodos para a observação e entendimento de documentos que ainda não passaram por um filtro analítico, ou seja, o material pode ser bem amplo e sujeito a alterações de acordo com as necessidades da pesquisa (TYDEL, 2017). Para realizar esse tipo de levantamento, as fontes utilizadas foram: relatórios institucionais, sites, leis, decretos, etc.

Em relação ao levantamento bibliográfico, é necessário esse tipo de pesquisa para identificar as possíveis lacunas no estado do conhecimento, para que seja possível inovar, assegurar que não haja publicações idênticas e potencializar o conhecimento coletivo, que é difundido a partir de observações e citações dessas pesquisas, na elaboração de novos artigos (GOMES, 2016). As principais fontes utilizadas para a confecção desse artigo foram: *Web of Science* (WoS), *SciVerseScopus*(Scopus), *ScientificElectronic Library Online* (SciELO) e *ScholarGoogle* (Google Academic).

As análises das rotas tecnológicas foram estabelecidas através de observações participantes, um método qualitativo onde o pesquisador utiliza as circunstâncias socioculturais do local observado, levando em consideração os conhecimentos adquiridos e compartilhados que foram disponibilizados para os membros desse ambiente, como modelo para explicar os seus padrões e tornando parte deste, com a interação de um período determinado observando os sujeitos, buscando compartilhar a rotina para identificar o que expressa naquele cenário (MARIETTO; SANCHES, 2013; GIVEN, 2008).

Como uma forma de registro diário e detalhado, com as principais observações das conversas com os funcionários e gestores do empreendimento, com a orientadora, das pesquisas de campo realizadas e dos dados coletados, foi utilizado um caderno de anotações e documentos compartilhados a partir da plataforma Google Drive, do Google.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Bouzarour-Amokrane et al. (2015), empresas estão cada vez mais preocupadas com o conceito de sustentabilidade aplicados aos produtos de fim de vida. Aguiar et al. (2019) diz que essa nova visão das empresas está amparado na percepção de que os sistemas econômicos precisam garantir a disposição dos rejeitos de forma adequada, respeitando as restrições ambientais. Dessa forma, grandes empreendimentos como um Shopping buscam a prevenção da geração e destinação incorreta desses resíduos. Ferronato et al. (2019) ressalta que em países em desenvolvimento, a gestão de resíduos sólidos realizada de forma eficaz pode ser considerada como uma ferramenta para melhorar a sustentabilidade em nível local e global.

Diante dos referenciais teóricos, observa-se diferentes modelos operacionais, os quais foram tomados por base os passos operacionais de gerenciamento: (i) geração, (ii) segregação, (iii) acondicionamento, (iv) manejo, (v) tratamento e (vi) disposição como forma de parâmetros para a montagem de uma rota tecnológica, buscando ser um norteador para melhorias tecnológicas em empreendimentos (GALENO et al., 2018; AGUIAR et al., 2019).

Rizwan et al. (2018) buscou compreender a elevação da eficiência nos municípios quando utilizou as rotas tecnológicas para resíduos sólidos como objeto de estudo. Por meio de observações e a partir de pesquisas exploratórias chegou-se ao Modelo 1 (Figura 1) para a rota tecnológica dos cartões magnéticos sem a segregação dos componentes. Nota-se que, após o uso, os cartões magnéticos são descartados sem o devido tratamento direto para os aterros sanitários em não conformidade, fato o qual também foi observado por Santori et al. (2019).

Figura 1. Modelo 1: Rota Tecnológica dos cartões magnéticos sem segregação dos componentes.

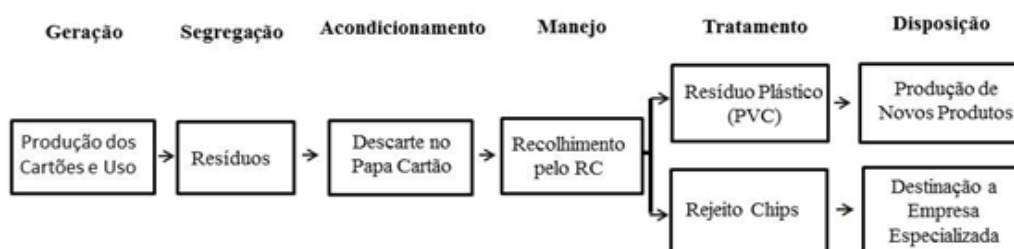


Oliveira (2012) afirma que apesar dos benefícios adquiridos através do uso dos plásticos, a falta de programas de gestão adequada de resíduos pós-consumo resulta no descarte inadequado e na disposição no meio ambiente, causando elevados impactos ambiental. Diante disso, ver-se o impacto causado pelo descarte indevido dos cartões de crédito, uma vez que aproximadamente 95% do volume são constituídos de plástico. Os outros 5% do volume do cartão, ou seja, a parte de chip, que podem ser classificados como resíduos eletroeletrônicos (REEE), e trilha magnética, também causam danos. Segundo a CCB Recicla (2013), materiais eletrônicos contêm um conjunto de metais e componentes químicos tóxicos, que podem prejudicar o meio ambiente se descartados de modo inadequado.

Mesmo com a preocupação dos danos causados a saúde pública, a disposição inadequada continuou sendo trilhado por 3.331 municípios brasileiros, que enviaram mais de 29,7 milhões de toneladas de resíduos, correspondentes a 41,6% do coletado em 2016, para lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações (ABRELPE, 2016; SILVA et al., 2019).

Com base na normatização do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), onde caracterizam a tipologia dos resíduos, observa-se que os resíduos classificados como perigosos podem ser gerenciados por empresas especializadas, onde irá seguir as exigências das normas técnicas para o tratamento e destinação dos resíduos (KOOLIVAND, 2017), como foram utilizados por Aguiar et al. (2019). O Modelo 2 (Figura 2) foi montado levando em consideração uma separação dos componentes do cartão magnético para receber o devido tratamento.

Figura 2. Modelo 2: Rota Tecnológica dos cartões magnéticos utilizando a segregação dos componentes e o direcionamento para receber o devido tratamento utilizando o programa Papa Cartão.



No Modelo 2 vemos a Rota Tecnológica dos cartões magnéticos quando descartados no Papa Cartão. Os cartões são coletados e encaminhados periodicamente para São Paulo via Correios. Ao serem recebidos pela Cooperativa da R. S. de Paula, há o processo de separação do chip do cartão e o reaproveitamento do plástico (SARTORI et al., 2019). Ao serem recebidos e separados os componentes, o plástico dos cartões magnéticos são novamente triturados em fragmentos de 5 mm e transformados em novos produtos. Desde o ano de 2013, este Shopping conta com o coletor do Papa Cartão e até 2017 foram recolhidos 52 mil cartões. Essa ação faz parte da Semana Lixo Zero proposta pelo empreendimento que conta com ações voltadas à sensibilização para questões socioambientais. Contudo, o coletor permanece disponível a população diariamente (RIOMAR, 2017).

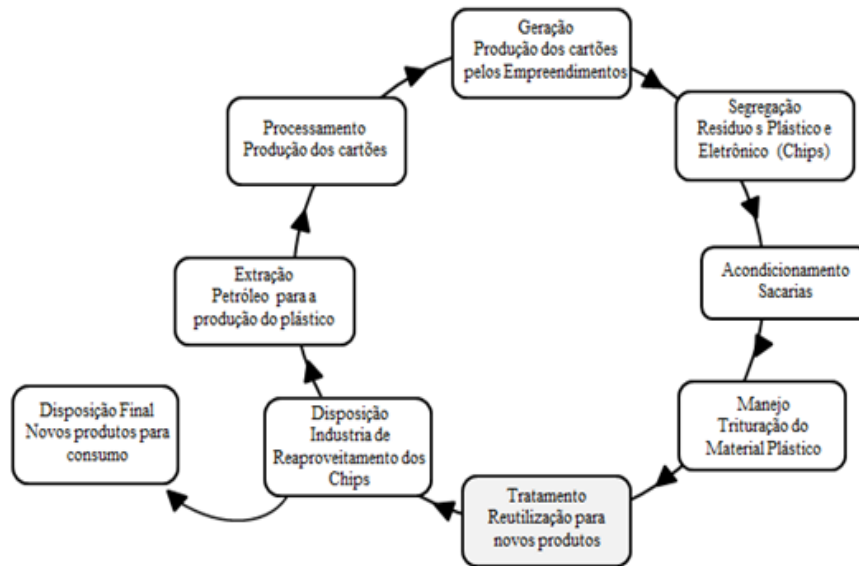
Em 2017, o Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro (TJRJ) por meio da Comissão de políticas Institucionais para a Promoção da Sustentabilidade (Cosus) e do Departamento de ações Pró - Sustentabilidade (Deape), integrados ao eixo da gestão Adequada dos Resíduos Sólidos da A3P, instalou o coletor Papa Cartão em suas dependências e em pouco menos de um ano, mais de 10 mil cartões foram coletados. Esses cartões variam entre cartões de crédito ou débito, telefônicos ou bilhetes únicos (PAPA CARTÃO, 2018a).

O plástico oriundo dos cartões é transformado em novos produtos, como capa de cadernos, porta copos, bloquinhos, régua entre outros como as medalhas e troféus utilizados em eventos sociais, como a Copa de Tênis realizada em 2018 na cidade de São Paulo ou a III Corrida do Tribunal da Justiça do Pará. Para a confecção de cada troféu, utiliza -se em média 106 cartões; para as medalhas utilizam - se 12 cartões (PAPA CARTÃO, 2018b). A geração de novos produtos por meio de transformação do plástico oriundo dos cartões promove uma economia circular associado a uma logística reversa onde o principal objetivo é a distribuição do material descartado para retornar como bens ou materiais constituindo um novo ciclo produtivo, agregando valor econômico, ecológico e legal (MEDEIROS et al., 2019) como ocorre com os cartões magnéticos recolhidos na Papa cartão.

Com o avanço da tecnologia existe uma tendência para a Internet das Coisas (*Internet of Thing – IOT*) utilizada como o próximo passo a ser alcançado pela gestão integrada de resíduos sólidos, colaborando para o processo de imaterialização, que visa não extrair recursos naturais para a produção de bens e serviços, dos cartões magnéticos. Os cartões magnéticos podem ser utilizados por meio de aplicativos instalados em smartphones processo o qual extinguirá o uso dos cartões físicos e conseqüentemente a redução dos impactos ambientais causado pelo descarte inadequado dos cartões magnéticos.

Atendendo ao Art. 11 de Decreto nº 7.404 (BRASIL, 2010), implantando ao sistema de logística reversa e com base na teoria da economia circular, leva-se em consideração que todos os resíduos gerados de grandes empreendimentos devem ter a destinação adequada e atendendo a requisitos ambientais, fechando o círculo das destinações sem contaminar o meio ambiente como mostrado no Modelo 3 (Figura 3) o qual foi adaptado para o ciclo dos cartões magnéticos dentro de uma cadeia de utilização.

Figura 3. Modelo 3. Fluxograma dos resíduos sólidos de um grande empreendimento usando a Economia Circular.



Fonte: Adaptado de Aguiar (2019).

Este Modelo 3 mostra que mesmo com o uso do reaproveitamento dos cartões magnéticos ainda ocorre uma extração de matéria prima, que neste caso, a maior demanda se dá pelas refinarias de petróleo. Uma forma de deixar esse ciclo de vida mais sustentável e econômico, é o retorno dos cartões magnéticos descartados ao início de processo, ou seja, a produção de novos cartões, quando necessários, a partir do material triturado dos cartões usado. Contudo essa medida atuaria de forma provisória uma vez que o futuro caminha cada vez mais depressa para o processo de imaterialização, como uso da IOT.

5. CONCLUSÕES

Com o estudo do funcionamento do Programa Papa Cartão, observou-se que a transformação dos cartões em novos produtos atua como um nicho de mercado voltado para a preservação ambiental, onde empresas utilizam a tecnologia em prol do desenvolvimento sustentável. No entanto, é necessário que haja uma maior visibilidade por parte dos consumidores para a rota tecnológica realizada pelo cartão e a difusão do impacto causado quando o mesmo é descartado de forma inadequada mesmo que espere-se do futuro uma redução significativa na produção deste material.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. C.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (2019). **Modelos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: Proposta para Melhoria Contínua**. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S.G.(org.). *Resíduos Sólidos: Os desafios da Gestão*, Recife: Edufrpe, p. 313-325.
- ARAÚJO, D. M. O. L. D. (2018). **Economia Circular: Avaliação do Ciclo De Vida Em Dois Produtos Efacec**. 113 f. Dissertação de mestrado integrado em Engenharia Biológica. Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE CARTÕES DE CRÉDITO - ABECs. **Evolução dos indicadores do mercado de cartão de crédito**. 2012. Disponível em: <https://www.abecs.org.br/> Acesso em 18 de outubro de 2019.
- AZEVEDO, J. L. D. **A Economia Circular Aplicada No Brasil: Uma Análise A Partir Dos Instrumentos Legais Existentes Para A Logística Reversa**. In: Congresso Nacional De Excelência Em Gestão, 11., 2015, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Inovarse, 2015. pp. 3-3.
- BONCIU, F. (2014), “The European Economy: From Linear to a Circular Economy”, *Romanian Journal of European Affairs*, Vol. 14, Nº. 4, pp. 78-91.
- BOUZAROUR-AMOKRANE, Y. B.; TCHANGANI A.; PERES F. Decision evaluation process in end-of-life systems management, *Journal of Manufacturing Systems*, 2015, v. 37, Part 3, out., p. 715-728.
- BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, ...e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 2010d. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 24 de outubro de 2019.
- CCB RECICLA. **Projeto de educação ambiental e gerenciamento de resíduos sólidos**. 2013. Disponível em: <<http://portal.ccb.ufsc.br>>. Acesso em: 24 de outubro de 2019.
- FERNANDES, P. (2018). **A Aplicação da ISO 14001:2015 Para a Implementação de Estratégias Circulares**. *Ingenium*, 100, 40-41.
- CAMPOS, R. M. **Gerenciamento e Proteção de dados “On premise” e “Cloud”**. Unisul, 2017.
- FERRONATO, N; RADA, E. C; PORTILLO, M. A. G; CIOCA, L. I; RAGAZZI, M; TORRETTA, V. Introduction of the circular economy within developing regions: A comparative analysis of advantages and opportunities for waste valorization. *Journal of Environmental Management*, v. 230, p. 366-378, 2019.
- GALENO, S. B; BANJA, MÚCIO L; SILVA, S. B. A gestão de resíduos sólidos na justiça eleitoral de Pernambuco; considerações para o programa de educação para a sustentabilidade. In: MELLO, Daniel Pernambucano de; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; SILVA, Rodrigo Cândido Passos da; SANTOS, João Paulo de Oliveira. **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada**. Recife: EDUFRPE, 2018.
- GOMES, C. F. S; COSTA, H. G. **Aplicação de métodos multicritério ao problema da escolha de modelos de pagamento eletrônico por cartão de crédito**. Production, Rio de Janeiro. 2013.
- GOMES, P. G.. Mídiação: um conceito, múltiplas vozes. **Revista Famecos: Mídia, cultura e tecnologia**. Porto Alegre, v. 23, n. 2, maio, junho, julho e agosto de 2016
- GOMES, R. N. S. Análise e mapeamento do processo produtivo de um fábrica de cartões de PVC. Trabalho de Conclusão de Curso – UFRGS/ Departamento de Ciências Administrativas, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estimativas da População Residente no Brasil e Unidades da Federação com data de Referência em 1º de Julho de 2015**. Brasília, 2015.

JAMBECK J. R.; GEYER, R.; WILCOX C.; SIEGLER, T. R.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; NARAYAN, R.; Law, K. L. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, p. 768–771, feb. 2015.

KOOLIVAND A; MAZANDARANIZADEH H; BINAVAPOOR, M; MOHAMMADTAHERI, A; SAEEDI, R. Hazardous and industrial waste composition and associated management activities in Caspian industrial park, Iran. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management.**, 2017, p. 9-14.

MARIETTO, M. L.; SANCHES, C.. Estratégia como prática: um estudo das práticas da ação estratégica no cluster de lojas comerciais da Rua das Noivas em São Paulo. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 7, n. 3, p. 38-58, 2013.

MARTINS, J. S; POLETO, A. S. R. S. **Um estudo exploratório acerca de banco de dados in-memory comparado aos bancos de dados convencionais**. Instituto Municipal de Ensino Superiores de Assis, 2015.

MEDEIROS, A. M. A; MARINHO, J. I. M; COUTINHO, C. N.; LEITE, T. R. N. (2019). **Logística Reversa e Economia Circular dos Resíduos Eletroeletrônicos**. In: NUNES, I. L. S; PESSOA, L. A; EL-DEIR, S.G.(org.). **Resíduos Sólidos: Os desafios da Gestão**, Recife: EDUFRPE, p. 287-296.

OLIVEIRA, Maria Clara Brandt Ribeiro de. **Gestão de Resíduos Plásticos Pós-Consumo: Perspectivas para a Reciclagem no Brasil**. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2012.

PAPA CARTÃO. **Mais de 10 mil cartões pós-consumo são coletados no Papa Cartão do TJRJ**. 2018a. Disponível em: papacartao.com.br. Acesso em: 20 de outubro de 2019.

PAPA CARTÃO. **Cartões coletado no Papa Cartão do TJPA de transformam em troféus e medalhas aos servidores**. 2018b. Disponível em: papacartao.com.br. Acesso em 21 de outubro de 2019.

Revista ECONÔMICO VALOR (2018). **Cartão deve acabar antes do dinheiro, diz instituo britânico**. Disponível em: <https://valor.globo.com/financas/noticia/2018/10/22/cartao-deve-acabar-antes-de-dinheiro-diz-instituto-britanico.ghtml>. Acesso em: 21 de outubro de 2019

Revista ESPACIOS (2017). **Desafios para a sustentabilidade na gestão dos serviços de abastecimento de água na Amazônia: aspectos socioambientais e econômicos do sistema de abastecimento de água na cidade de Macapá-AP**. ISSN 0798 1015 Vol. 38 (Nº 22) Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n22/a17v38n21p27.pdf>. Acesso em: 24 de outubro de 2019.

RIOMAR. **Papa Cartão Reinaugura no RioMar e é Opção Segura de Descarte**. 2017. Disponível em: viviariomarrecife.com.br. Acesso em: 24 de outubro de 2019.

RIZWAN, M; SAIF, Y; ALMANSOORI, A; ELKAMEL, A. Optimal processing route for the utilization and conversion of municipal solid waste into energy and valuable products. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 857-867, 2018.

SANTIAGO JÚNIOR, C. J. N; MENEZES, R. S. C; SOUZA, C. C. de; PINHEIRO, R. L. dos S. Operacionalização da coleta seletiva de óleo de fritura para produção de biodiesel na UFPE. In: MELLO, Daniel Pernambucano de; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; SILVA, Rodrigo Cândido Passos da; SANTOS, João Paulo de Oliveira. **Resíduos Sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular**. Recife: EDUFRPE, 2018.

SANTOS, S. (2018). **Sinergias Circulares: Desafios Para Portugal**. Ingenium, 100, 24-26.

SARTORI, A; LARA, L; OLIVEIRA, R; SIQUEIRA, N. R; MORAES, F; BOTELHO, M. P; RIHBANE, F. E. C; SOUZA, B. V. **Economia Circular: aplicação da logística reversa na recilcagem de cartões de transporte urbanos na região da grande Cuiabá do estado de Mato Grosso**. Brazilian Journal of Development. v. 5, n. 6, p. 6445-6459, jun. 2019.

SILVA, I. L; NASCIMENTO, I. C. B. (2019). **Avaliação da Percepção Ambiental Sobre Descarte do Lixo Eletrônico para Moradores da Cidade de Paulista-PE**. In: NUNES, I. L. S; PESSOA, L. A; EL-DEIR, S.G.(org.). **Resíduos Sólidos: Os desafios da Gestão**, Recife: EDUFRPE, p. 80-90.

SILVA, G. H. M; PEREIRA, P. H. S; SOUZA FILHO, M. P; RAMINELLI, U. J. 2016. **Aplicação da nanotecnologia em dispositivos digital**. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/5365/0>. Acesso em: 24 de outubro de 2019.

GUIA DA MONOGRAFIA. **O que é pesquisa documental?** Disponível em: <https://guiadamonografia.com.br/pesquisa-documental/>. Acesso em: 25 de outubro de 2019.

TAVARES, N. S. G; SILVA, L. de M. F; SILVA, E. J. F. da; NEVES, H. J. P. Produção de repelente líquido, difusor e sabonete com óleo da casca de laranja: extração de óleo d-limoneno visando o aproveitamento e redução do resíduo. In: MELLO, Daniel Pernambucano de; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; SILVA, Rodrigo Cândido Passos da; SANTOS, João Paulo de Oliveira. **Resíduos Sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular**. Recife: EDUFRPE, 2018.

THE WORLD BANK ANNUAL REPPORT 2018. World Population Prospects 2019. Atlas method. Washington, D.C.: The World Bank Group. Disponível em: < <http://documents.worldbank.org/curated/en/630671538158537244/pdf/The-World-Bank-Annual-Report-2018.pdf> >. Acesso em: 24 de outubro de 2019.

1.3 LOGÍSTICA REVERSA NO GERENCIAMENTO DE PILHAS E BATERIAS: ESTUDO DE CASO BATERIAS MOURA E RAYOVAC

SILVA, Andreza Malena Guedes da Costa

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

andrezacosta18@gmail.com

SILVA, Thaísia Venância Barbosa da

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

thaisia.tata@yahoo.com

SILVA, Thamirys Suelle da

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Grupo de Gestão Ambiental de Pernambuco da Universidade Federal Rural de Pernambuco

(Gampe/UFRPE)

thamirysuelle@gmail.com

RESUMO

Com o atual modelo de desenvolvimento econômico e padrões de consumo, torna-se é cada vez maior a quantidade de resíduos gerados e com estes os impactos causados ao meio ambiente. Para isto, a Lei 12.305/2010 que trata da Política Nacional dos Resíduos Sólidos surge como um instrumento de gerenciamento e planejamento para a educação e desenvolvimento sustentável nas empresas. A logística reversa é um dos principais parâmetros utilizados na Política para a destinação adequada de resíduos prejudiciais a sociedade e o ecossistema, e é o conceito principal de estudo desse trabalho. O objetivo é apresentar o processo de logística reversa aplicado como um modelo de gerenciamento de resíduos de pilhas e baterias em grandes empresas, a Baterias Moura e Rayovac. Assim, analisar os *cases* de sucesso já existentes, demonstrar como é realizado o processo por cada um destes e se seguem o que é determinado na legislação de forma satisfatória e por fim propor melhorias, contribuindo para o crescimento da sustentabilidade empresarial e a preservação do meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Logística reversa; Gestão de empresas; Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento e o crescimento acelerado da população têm causado muitos efeitos nocivos ao meio ambiente (CAMPOS et al., 2017). Para reverter os processos de degradação ambiental causados pela produção e consumo excessivos é necessário buscar formas de desenvolvimento que consigam preservar a natureza, exigindo a união de ações nos meios científicos e tecnológicos visando à diminuição dos impactos sanitários e ambientais (CONTE, 2016).

As empresas são grandes responsáveis pela produção de resíduos, isso faz com que a sociedade e o meio ambiente sofram grandes consequências. Os materiais contaminantes como pilhas, baterias e entre outros, que tem grande influência quando estão expostos ao meio ambiente, pois liberam grandes substâncias perigosas que acabam contaminando a água que posteriormente, atingindo os rios, riachos e, conseqüentemente, degradando o solo e afetando os lençóis freáticos causando sérios riscos para o meio e para a saúde humana (ROCHA et al., 2016). O volume e à velocidade de geração desses resíduos, o descarte inadequado representa graves danos ambientais e sanitários, uma vez que em sua composição estão presentes metais pesados e substâncias tóxicas.

De acordo com Campos et al. (2017)

A gestão de resíduos sólidos constitui-se por um conjunto de procedimentos que observa as legislações vigentes. Tem por objetivo minimizar a geração de resíduos e realizar o manejo adequado, desde a geração, identificação, coleta, acondicionamento, armazenamento, coleta e transporte externo, garantindo a preservação da qualidade de vida e do meio ambiente.

Atualmente, é necessário que as empresas adotem uma rota tecnológica adequada no processo de produção como destacado na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituído pela Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010a), os fabricantes e importadores devem providenciar a destinação ambientalmente correta dos produtos que colocam no mercado, com isso, é preciso desenvolver e implementar um sistema de Logística Reversa. De acordo com o que foi regulamentado pelo Decreto 7.404/2010, os sistemas de Logística Reversa previstos na PNRS deverão ser implementados e operacionalizados por meio de acordos setoriais, regulamentos ou termos de compromisso. (MENDES; RUIZ; FARIA, 2015).

Com a mudança e a preocupação com a sustentabilidade a logística ambiental surge para constitui em uma política nas organizações que visam melhorar a atuação de suas ações no meio ambiente promovendo a qualidade dos processos com fina de obter benefícios econômicos com base na sustentabilidade social e ambiental (OZIAIS, 2017). Nesse sentido, a logística reversa tem cenário de modificações na sociedade e no meio ambiente, como a redução da produção que geram impactos ambientais, mudanças de ações sustentáveis na relação de produção e no processo, com isso, fortalece os canais de retorno e o processo de reciclagem construindo uma política para sustentável.

O objetivo deste trabalho é apresentar a importância e fazer a análise da logística reversa no gerenciamento de resíduos pós-consumo de empresas do ramo de pilhas e baterias, com o intuito de evitar o descarte inadequado em áreas que possam prejudicar o meio ambiente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Policarpo e Farias (2018),

As empresas devem realizar seu gerenciamento logístico considerando atender às diversas demandas, além das demandas de mercado, como, por exemplo, aos interesses sociais, legais e ambientais. A busca pelo lucro não deve impedir as empresas de adotarem ferramentas gerenciais que consigam equilibrar objetivos econômicos com benefícios ambientais e sociais. Por isso, o crescente interesse pela Logística Reversa.

Para uma empresa gerenciar todo o resíduo gerado é necessário haver uma educação ambiental movida por várias atividades. A logística reversa é uma opção para este gerenciamento. Segundo Ribeiro et al. (2018), a implementação implica diretamente na redução de custos com insumos na entrada de material da cadeia produtiva, pois, serão recursos reaproveitados que deixarão de causar impactos ambientais.

2.1 Pilhas e Baterias

O avanço tecnológico e o aumento expressivamente no consumo de equipamentos eletrônicos vêm gerando grande preocupação ambiental, tendo em vista que esses resíduos quando descartados inadequadamente ocasionam diversos malefícios ao meio ambiente, e à saúde da população (KOCHAN; POURREZ; PRYBUTOK, 2016). Resíduos eletrônicos podem ser considerado qualquer produto descartado que tem em composição pilhas e baterias (FISCHBORN; ARAUJO; PALCICH; OLIVEIRA, 2016).

Existem diversos tipos de pilhas. Algumas como a pilha *leclanché* (é a mais comum das baterias e pilhas descartáveis) que podem vazarem e também possuem mercúrio, chumbo e cádmio, que causam sérios problemas ao meio ambiente; as pilhas de lítio/dióxido de manganês são perigosas, pois podem provocar chamas e não devem ser jogadas em lixo comum, principalmente em locais úmidos, pois a umidade é a principal desencadeadora do fogo (SILVA; ANDRADE, 2018).

Além das pilhas, também se têm as baterias, incluindo as automotivas, por exemplo, são geralmente do tipo chumbo-ácido, o que as faz serem classificadas como de alto risco ambiental, se descartadas incorretamente, causam grandes problemas ao ser humano devido o teor de chumbo (FERREIRA et al., 2018).

2.1.1 Lixo Eletrônico

Lixo Eletrônico, também conhecido como e-lixo ou Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REE), o termo refere-se a equipamentos eletroeletrônicos descartados ou obsoletos, que não têm mais valor por falta de utilização, substituição ou quebra. Em sua grande maioria, inclui produtos domésticos, como celulares, TV, computadores, ferro de passar, geladeiras, máquinas de lavar, dentre outros equipamentos. Abrange também os componentes que constituem os eletrônicos, como pilhas e baterias (acumuladores de energia) e demais produtos magnetizados.

2.2 Legislação

Foi criada no ano de 2010 a Lei nº12.305 (BRASIL, 2010a), que institui Política Nacional de Resíduos Sólidos foi a partir daí que surgiu legalmente uma abordagem sobre os princípios, objetivos, instrumentos e o estabelecimento de diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos; entre os principais objetivos da PNRS, encontram-se no Artigo 7º, previsões de ações que estimulem à adoção de padrões sustentáveis de produção e de consumo, com ênfase na geração, redução, reutilização, reciclagem e a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos (SOUSA; CAMPOS; OLIVEIRA, 2016). Para atingir esses objetivos é necessário haver fiscalização através dos órgãos ambientais, como Ministério do Meio Ambiente, Secretarias estaduais e municipais (MORAIS, 2018).

De acordo com Brasil (2010a) as disposições gerais da Lei 12.305/2010

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispoendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Em 1999 foi criada Resolução Conama nº 257 (CONAMA, 1999) que abordava os impactos ambientais negativos devido ao descarte inadequado de pilhas e baterias usadas e para tratar sua disposição final.

De acordo com a Resolução Conama (1999), Art. 14

Art. 14. A reutilização, reciclagem, tratamento ou a disposição final das pilhas e baterias abrangidas por esta resolução, realizadas diretamente pelo fabricante ou por terceiros, deverão ser processadas de forma tecnicamente segura e adequada, com vistas a evitar riscos à saúde humana e ao meio ambiente, principalmente no que tange ao manuseio dos resíduos pelos seres humanos, filtragem do ar, tratamento de efluentes e cuidados com o solo, observadas as normas ambientais, especialmente no que se refere ao licenciamento da atividade.

Em 2008 essa resolução foi revogada pela Resolução Conama nº 401 (CONAMA, 2008), que estabeleceu novos limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio em pilhas e baterias comercializadas no Brasil, além de definir novos critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado.

2.3 Logística Reversa

Muito se pensa em logística como o gerenciamento do fluxo de materiais, partindo do ponto de aquisição até chegar ao ponto de consumo. É importante salientar que existe um fluxo de logística reversa, do ponto de consumo até o ponto de origem que precisa ser gerenciado (OLIVEIRA et al., 2017). A logística reversa é um dos principais instrumentos da PNRS, o termo é definido pela Lei nº 12.305/2010, em seu Capítulo II, Art. 3º, Parágrafo 12

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;

Ainda de acordo com a PNRS (BRASIL, 2010a) são apontados os atores responsáveis pela operacionalização da Logística Reversa, conforme Capítulo III, Seção II da responsabilidade compartilhada, Art. 33

São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: Parágrafo 2 - pilhas e baterias; e Parágrafo 6 - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

O sistema de logística reversa visa levar o resíduo à fonte de sua produção com a finalidade de que haja seu reaproveitamento; é um procedimento com objetivo a aplicação da responsabilidade pós-consumo, representando a aplicação do princípio do poluidor-pagador, um dos norteadores da PNRS (DO NASCIMENTO; LIMA, 2018). De acordo com Brasil (2010a), a Lei nº 12.305/2010 enfatiza os deveres dos comerciantes, distribuidores, fabricantes e importadores, conforme verifica-se a análise do Art. 33, §3º

§ 3 Sem prejuízo de exigências específicas fixadas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS, ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos a que se referem os incisos II, III, V e VI ou dos produtos e embalagens a que se referem os incisos I e IV do caput e o § 1º tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo, consoante o estabelecido neste artigo, podendo, entre outras medidas:

I - implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados;
II - disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;
III - atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, nos casos de que trata o §1º.

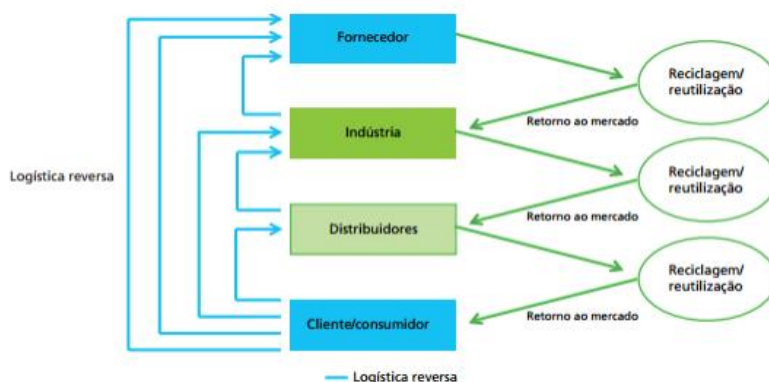
Na logística reversa existem algumas opções de recuperação, que são: Reuso direto: os produtos são armazenados e recuperados, eles podem ser reutilizados pelo consumidor; Reparo: O produto é recuperado e retorna para o seu estado original; Reciclagem: Parte dos materiais ou o produto são devolvidos; Recondicionamento: O produto é atualizado para os padrões de

qualidade e operações similares do produto original; e Remanufatura: Onde os produtos são desmontados e suas partes são examinados em detalhes (CARELLI et al., 2016). Segundo Oliveira et al., (2016)

A Logística Reversa, quando bem planejada e estruturada, possibilita o retorno ao centro produtivo dos bens confeccionados pela empresa ao fim de sua utilidade para o cliente com o fim reaproveitamento, reciclagem ou descarte seguro resultando na redução dos custos dos processos produtivos, diminuição da necessidade de matéria-prima retirada direto da natureza e sua dependência, preservação do meio ambiente entre outros benefícios.

Assim, a logística reversa é um sistema que ocorre entre fornecedor, empresas fabricantes e consumidores, tendo vias de retorno dos materiais às indústrias e depois pode ser disponibilizado novamente no mercado consumidor (Figura 1).

Figura 1. Esquema básico da logística reversa



Fonte: OZIAIS, 2017

A responsabilidade das indústrias com o uso de recursos naturais exige um processo de sustentabilidade econômica e a redução de desperdícios gerados pelo pós-consumo. A logística reversa tem a função de desenvolver ações reutilização da matéria-prima em processos de reciclagem como requisitos legais governamentais através de legislações ambientais (OZIAIS, 2017).

3. METODOLOGIA

3.1. Estudo do case

A empresa Moura tem mais de 50 de anos de funcionamento e está instalada em 14 países, possuindo no Brasil 87 depósitos. Totaliza uma produção de mais de 7 milhões de baterias ao ano. A Moura recebe tanto baterias fabricadas na sua empresa, como também qualquer tipo de bateria automotiva que contenha em sua composição chumbo-ácido (MOURA, s/d). A Baterias Moura alinhou os seus objetivos estratégicos os procedimentos empregados aos recursos disponibilizados, como os indicadores dos processos de retorno e os destinos dos produtos retornados para a implementação da logística reversa.

Já a empresa Rayovac, no mercado há mais de 50 anos é líder no segmento de pilhas alcalinas e em zinco carvão (também conhecida como pilha comum) – setor que movimenta cerca de R\$ 900 milhões por ano na economia brasileira (RAYOVAC, s/d).

A marca Rayovac chegou ao Brasil em 1954, por meio de uma Joint Venture entre uma empresa americana e a Microlite S.A.. Adquirida pela Rayovac Co. em 2004, atual "*Spectrum Brands Corporation*", a companhia manteve a razão social e, atualmente, comercializa as marcas Rayovac e Remington, possui uma fábrica em Jaboatão dos Guararapes - Pernambuco e a sede administrativa da Microlite S.A. também em Pernambuco, instalada em março de 2019.

3.2. Classificação da pesquisa

Com o objetivo de identificar os processos aplicados ao conceito de logística reversa em duas empresas que produzem pilhas e baterias no estado de Pernambuco, a pesquisa foi de caráter exploratório, baseados em dados secundários a partir de pesquisas bibliográficas, legislação vigente, artigos científicos e outros meios de comunicação disponíveis. A análise feita nas empresas é referente ao modo de tratamento do processo de logística reversa dentro de um gerenciamento de resíduos sólidos que atende a Lei nº 12.305/2010 que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos, buscando o entendimento e o papel estratégico dos processos nas empresas com a implantação da logística reversa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

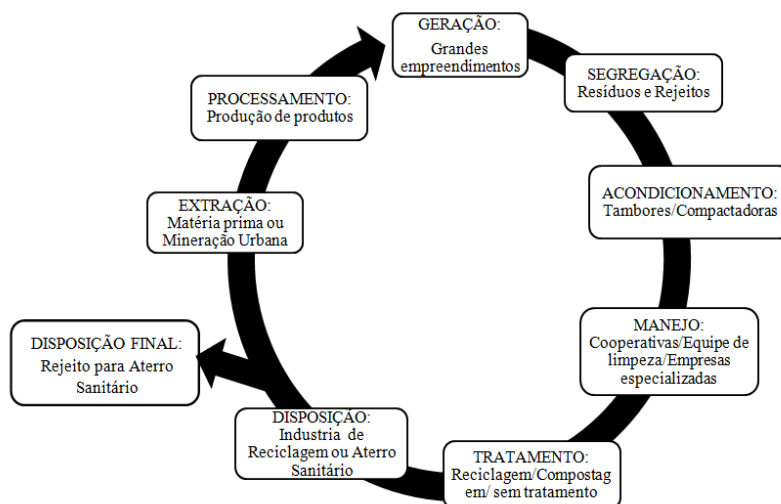
No Brasil, a partir de 2010, a logística reversa, coleta seletiva e a responsabilidade compartilhada foram estabelecidas e colocadas como ações obrigatórias pela Lei nº 12.305/10 da PNRS (CONTE, 2016). É um importante processo que traz benefício tanto para as empresas quanto para a qualidade do meio ambiente. Conforme Bouzarour-Amokrane, Tchangani e Peres (2015), as empresas estão em crescente direcionamento ao conceito de sustentabilidade em relação aos produtos em fim de vida, a fim de respeitar as normas ambientais e satisfazer a sensibilidade do consumidor. Também conhecida como logística pós-venda, é um processo criado para garantir a sustentabilidade no uso dos recursos naturais na produção de um produto, e no reaproveitamento ou descarte apropriado de materiais e a preservação do meio ambiente durante todo o seu ciclo de vida útil. E leva em consideração os prejuízos causados ao meio ambiente, como a contaminação do solo e do lençol freático caso sejam destinados de forma incorreta.

Para que esse processo seja seguido de forma correta, como no caso das pilhas e baterias, é preciso seguir um conjunto de estratégias e ações para o recolhimento dos produtos de forma lucrativa e mais rápida possível. Esses produtos precisam ter lucratividade em todas as fases do ciclo reverso, como pontos previstos de coleta, forte trabalho de marketing educacional para conscientização de todos os envolvidos na cadeia produtiva, serem transportados para reaproveitamento ou reciclagem, qualidade no produto a partir de matérias reciclados e que tenha boa aceitação no mercado, tecnologia disponível e principalmente condições logísticas para o ciclo reverso. A partir do momento em que uma determinada empresa emprega esse processo e começa a ter lucratividade, ela está alcançando a sustentabilidade no âmbito ambiental e econômico e se torna um case de sucesso.

Um aparelho eletroeletrônico é composto por diversos materiais, sendo a maioria reciclável, como o vidro, plástico, metais, e compostos que quando expostos ao meio ambiente podem poluir a água e o solo. A energia desses aparelhos vem das pilhas e baterias que da mesma forma também são compostos por elementos nocivos à saúde. Para lidar com esse tipo de resíduo é necessário certo conhecimento e estudos específicos para determinar a melhor

forma de destinação final (SILVA e OLIVEIRA, 2018). Segundo AGUIAR e EL-DEIR (2019), um Modelo 4 (Figura 2) de gerenciamento que pode ser utilizados para resíduos sólidos é o de Economia circular que atende ao Art. 11 do Decreto nº 7.404 (BRASIL, 2010b), implantando o Sistema de Logística Reversa, levando em consideração que todos os resíduos gerados no grande empreendimento têm segregação e destinação adequada e atendendo os requisitos ambientais, fechando o círculo das destinações sem contaminar o meio ambiente (JAWAHIR, 2016).

Figura 2. Modelo 4 – Fluxograma dos resíduos sólidos de um grande empreendimento usando a Economia Circular como método



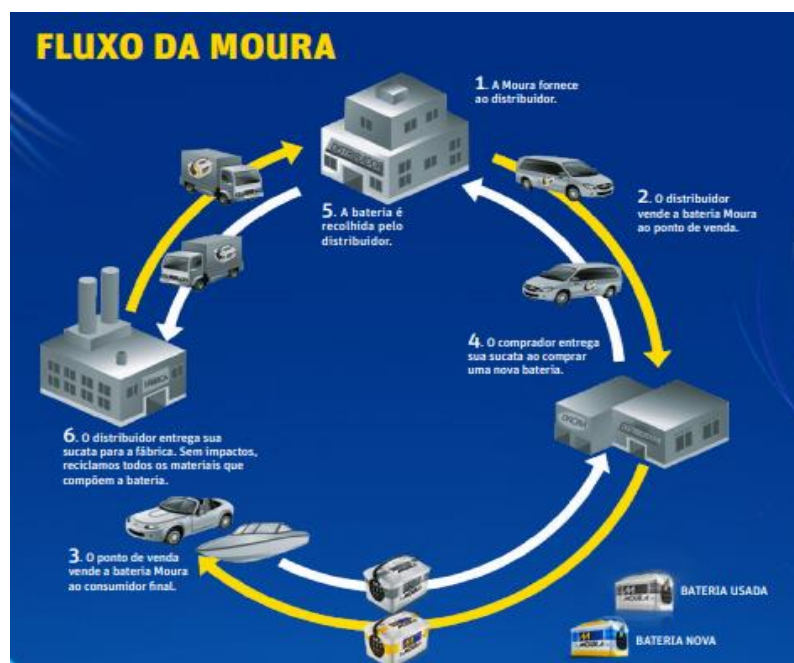
Fonte: Aguiar e El-Deir (2019)

As empresas estudadas, Baterias Moura e Rayovac, utilizam do conceito de logística reversa nos processos produtivos, de baterias e pilhas, respectivamente. A Baterias Moura trabalha focada numa rigorosa estrutura de preservação do meio ambiente, que começa desde a fabricação dos produtos até a conscientização dos próprios funcionários, clientes, vizinhos e fornecedores (MOURA, s/d). Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), são produzidas ao ano cerca de três bilhões de unidades entre pilhas e baterias para o uso doméstico.

É ressaltada a importância da educação ambiental e a participação da sociedade civil para a conscientização sobre logística reversa e os cuidados no manuseio, transporte, armazenamento e destinação desses produtos. Educar os consumidores é um ótimo caminho. A preocupação de intensificar uma educação voltada para o uso sustentável do meio ambiente e sua preservação, considerando a necessidade de ampliação de produtividade sem provocar dano ambiental, ditado por Dias e Oliveira Dias (2017). A partir do Programa Ambiental Moura (PAM), que desenvolve diversas atividades com foco em responsabilidade e melhoria contínua no âmbito ambiental. Com certificação ISO 14001, que reflete seu direcionamento para processos sustentáveis, e o reconhecimento com o bem-estar social e do planeta. E possui um importante programa de logística reversa, que possibilita reciclar quase que 100% das baterias produzidas (MOURA, s/d).

O processo de reciclagem das baterias é realizado há 35 anos pela empresa. Apenas em 2013, foram recicladas mais de 4.500.000 unidades de bateria, o que demonstra o seu total comprometimento com a legislação ambiental como, a Resolução Conama nº 401/08 e a Lei nº 12.305/10 que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (MOURA, s/d). Na ilustração a seguir (Figura 3) é possível entender como é realizado todo o fluxo direto e reverso da Logística Reversa das baterias.

Figura 3. Programa Moura de Logística Reversa.



Fonte: Baterias Moura (s/d).

Conforme a ilustração, o processo segue de tal maneira: Inicia com o fornecimento da bateria para o distribuidor, depois o distribuidor vende a bateria ao ponto de venda, e o ponto de venda repassa para o consumidor final, seguindo assim o fluxo direto. Já no sentido reverso, ao comprar uma nova bateria, o consumidor final devolve a sucata da bateria antiga e já usada, que por sua vez é recolhida pelo distribuidor e que depois faz a devolução para a fábrica. Oliveira (2016) ressaltou que a sucata é encaminhada para um equipamento de quebra de sucata, que faz a trituração das baterias, e que quando quebradas tem-se a caixa plástica, o chumbo, a massa e as soluções (H_2O e H_2SO_4), as quais ficam soltas dentro da máquina e por gravidade é realizada a separação, e os materiais separadamente, são destinados para os devidos fins.

De acordo com Oliveira (2016), atualmente quase que 100% das baterias encontradas no mercado são recicláveis, e que a Moura já planeja futuramente implantar a rastreabilidade da bateria através de um chip que irá rastrear a localidade que o produto se encontra para facilitar o fluxo de logística reversa da empresa. O desenvolvimento de logística reversa de baterias consiste em reduzir os impactos ambientais e traz para a empresa vantagens na atividade operacional, redução de matéria-prima, diminui o custo com equipamentos, com isso, agrega valor para empresa aumentando a competitividade (SOUSA; RODRIGUES, 2014).

A Rayovac, por sua vez, é uma forte concorrente no mercado na produção de pilhas. Está no mercado a mais de 100 anos e oferece em seu portfólio vários tipos de tecnologias e aplicações, conta com pilhas alcalinas, recarregáveis, eletrônicas e auditivas, assim como lanternas e lâmpadas. As pilhas e baterias são de tamanho, formato e composição química

diversificados. Podem ser fixas em aparelhos ou instrumentos ou removíveis. Divididas em primárias (pilhas descartáveis) e secundárias (baterias recarregáveis, também denominadas de acumuladores), surgiram pela popularização de eletroeletrônicos e permitem uso constante (CONTE, 2016).

Considerada uma empresa sustentável, pois apoia iniciativas de reciclagem de pilhas. A pilha recarregável é uma forte aliada ao âmbito da sustentabilidade, pois uma pilha recarregável equivale a 1500 pilhas alcalinas, reduzindo assim o número de pilhas descartadas e consequentemente o impacto ambiental causado.

Percebe-se que nos últimos anos, houve um crescente consumo em produtos eletrônicos, advindo do avanço de pesquisa e tecnologia. Ajudando as empresas e sociedade civil a se tornarem cada vez mais conectados. Em resposta a crescente demanda das empresas, governo e sociedade pela criação de alternativas estruturadas para a coleta e tratamento adequado dos eletroeletrônicos no fim da sua vida útil, a ABINEE – Associação Brasileira de Indústrias de Elétrica e Eletrônica, fundou em 2016 o *Green Eletron* – Gestora para Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos. (GREEN ELETRON, s/d). A organização foi criada para obedecer às obrigações de PNRS e pelo Acordo Setorial que é a união do poder público e dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, têm como objetivo implantar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida útil do produto (LIMA, 2019). Por meio de grandes parcerias consolidadas fornece a possibilidade de reaproveitamento da matéria-prima com uma economia mais circular (GREEN ELETRON, s/d). A Rayovac por sua vez, é parceira do Programa Green Recicla Pilha, fazendo assim a destinação correta do seu produto conforme mostrado no ciclo de logística reversa seguido, mostrado na ilustração abaixo (Figura 4).

Figura 4. Ciclo de Logística Reversa do Green Eletron.



Fonte: Site *Green Eletron*

É perceptível, que assim como o processo seguido pela Baterias Moura, o ciclo de vida útil da pilha tratada pela Rayovac pertence a um sistema de logística reversa que atende à legislação e à preservação do meio ambiente. O processo mostra o ciclo fechado de reciclagem e reutilização do resíduo como matéria-prima para um próximo processo. Contando com a ajuda das empresas, distribuidores, lojista e sociedade civil, cada um contribui de sua forma para o sucesso do produto no processo. O descarte consciente desse material é uma preocupação da sociedade. Leite (2009) afirma que este processo deve ser viabilizado de forma que o produto seja descartado da forma correta, evitando prejuízos ao meio ambiente e ao próprio ser humano.

De acordo com o SESC (2018), Pernambuco tornou-se o estado de referência nacional no descarte de pilhas e baterias portáteis, foi o primeiro estado brasileiro a assinar o termo de compromisso para implantação de logística reversa de pilhas. Pelo acordo, os pontos de recebimento de pilhas poderão armazenar até 200 kg do resíduo cada, e que posteriormente serão encaminhados para Green Eletron, que se encarrega da reciclagem.

Após o consumo final, as pilhas não devem ser descartadas no lixo doméstico, pois existem componentes tóxicos, como cádmio, chumbo e mercúrio, que afetam o sistema nervoso central, o fígado, os rins e os pulmões (OLIVEIRA; FIGUEIRADO, 2016). A destinação final é facilitada quando há, em pontos estratégicos como, por exemplo, locais de grande circulação pública, receptores seletivos, ou ainda, pontos de entrega voluntária – PEV's, desses resíduos que, posteriormente, sejam devolvidos ao fabricante, para que se complete o ciclo de logística reversa (DA CONCEIÇÃO et al. 2018).

Pode-se analisar que as duas empresas, trabalham o processo de logística reversa de forma eficiente. Os resíduos são destinados de maneira correta e reutilizados como matéria-prima para um novo produto, fechando assim o ciclo de vida satisfatória e que atende as legislações vigentes. As empresas seguem rotas tecnológicas, referentes aos seus produtos em específico, de forma positiva. Importante ressaltar que o modelo convencional de economia linear (produção, consumo e destinação), não é adotado em nenhum dos processos, tendo assim uma mínima geração de resíduos que seriam descartados para terra sanitária.

5. CONCLUSÕES

É necessário pensar em possíveis soluções para os impactos ambientais causados pela falta de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, principalmente os que são classificados como resíduos perigosos. Tais produtos precisam receber destaque, considerando o grande uso nas atividades econômicas. É importante deter de possíveis soluções para esses impactos causados pela falta de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos.

As empresas apresentadas no estudo atendem a um plano de gerenciamento de resíduos sólidos satisfatório. Tendo em vista a aplicação da logística reversa no processo, acordos setoriais, priorização na reciclagem e reutilização dos resíduos, assim como uma produção mais limpa e principalmente o atendimento à PNRS.

Ganhos referentes à boa visibilidade empresarial no âmbito da sustentabilidade são evidentes, como o aumento da competitividade e maior lucratividade, o incentivo econômico/financeiro de subsídios como em financiamentos, acesso a novos mercados e a possibilidade de adquirir certificações ambientais e de qualidade. Todos esses pontos trazem uma boa visibilidade/imagem para empresa frente aos consumidores e ao mercado interno e externo.

Uma proposta que torna os cases, que já são de sucesso, ainda mais interessantes e completos é o atendimento ao Art. 11 do Decreto nº 7.404 (BRASIL, 2010d), que prevê a participação de cooperativas de catadores de matérias recicláveis constituídos por pessoa física de baixa renda implantado no Processo de Logística Reversa. Esses catadores por sua vez desenvolvem um trabalho muito importante no processo, já que são responsáveis por maior parte do lixo reciclado no Brasil, pois atuam na coleta seletiva, triagem, classificação, processamento e comercialização dos resíduos reutilizáveis e recicláveis, contribuindo assim de forma significativa na cadeia de resíduos.

REFERÊNCIAS

- ABNT, NBR. 10004: Resíduos sólidos–classificação. **Rio de Janeiro**, p. 9-11, 2004.
- AGUIAR, A.C.; EL-DEIR, S. G. (2019) Modelo de gerenciamento de resíduos sólidos: proposta para melhora contínua. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G.. (org.). Resíduos sólidos: Os desafios da gestão. Recife: EDUFRPE, p. 313 – 325.
- BOUZAROUR-AMOKRANE, Y., TCHANGANI, A. e PÉRÈS, F. (2015). Processo de avaliação de decisão no gerenciamento de sistemas em fim de vida. **Journal of Manufacturing Systems** , v.37 , 715-728.ano.
- BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, ...e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 2010d. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 24 outubro 2019.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010a. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; ...e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 ago. 2010a. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >. Acesso em: 24 outubro 2018.
- BRASIL. (2010b) Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, ...e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em 26 de outubro de 2019.
- CAMPOS, F.R. et al. (2017) Implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em uma empresa de energia elétrica. **Revista de Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v.5, n.2, p.745-762.
- CARELLI, F. P. L. et al. (2016) Análise de opção de transporte para um sistema de logística reversa de refrigeradores. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, Florianópolis-SC, v.4 n.5 p.66-86.
- CONAMA. nº 257, de 30 de junho de 1999. **Diário Oficial da União**, Brasília, 5 nov. 2008. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008040356.pdf>. Acesso em 24 de outubro de 2019.
- CONAMA nº 401, de 04 de novembro de 2008. **Diário Oficial da União**, Brasília, 5 nov. 2008. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>>. Acesso em 24 de outubro de 2019.
- CONTE, Andria Angélica. Ecoeficiência, logística reversa e a reciclagem de pilhas e baterias: revisão. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 39, p. 124-139, 2016.
- DA CONCEIÇÃO, Mário Marcos Moreira et al. Estudo de viabilidade da implantação de um Ponto de Entrega Voluntária (PEV) na Universidade do Estado do Pará, Campus VI: coleta de pilhas e baterias. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 13, n. 2, p. 351-371, 2018.
- DE OLIVEIRA, Bruno Vianna; DE OLIVEIRA FIGUEIREDO, Geraldo Janio. LOGÍSTICA REVERSA DE PILHAS. **Cadernos UNISUAM de Pesquisa e Extensão**, v. 5, n. 4, p. 54-59, 2016.
- DIAS, Antonio Augusto Souza; DE OLIVEIRA DIAS, Marialice Antão. Educação ambiental. Revista de Direitos Difusos, v. 68, n. 1, p. 161-178, 2017.
- DO NASCIMENTO, J. R. H.; LIMA, R. A. O sistema de logística reversa como forma de desenvolvimento das empresas brasileiras: o caminho do capital natural. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 32, p. 201-217, 2018.

FISCHBORN, M. S.; ARAUJO, O. A. V.; PALCICH, S. P. P.; OLIVEIRA, L. P. F. Lixo Eletrônico no Brasil. *Educação Ambiental em Ação*, v. 57, 2016. Disponível em: <<http://www.revistaeta.org/artigo.php?idartigo=2423>>. Acesso em 16 de outubro de 2019.

GREEN ELETRON. Gestora para a Logística Reversa de Eletrônicos. Disponível em: <https://www.greeneletron.org.br/sobre.php>. Acessado em: 24 outubro 2019.

JAWAHIR, I. S.; BRADLEY, R. Technological elements of circular economy and the principles of 6R-based closed-loop material flow in sustainable manufacturing. *Procedia Cirp.*, 2016, p. 103-108.

KOCHAN, C. G.; POURREZA, S.; TRAN, H.; PRYBUTOK, V. R. Determinants and logistics of e-waste recycling. *The international Journal of Logistics Management*, v. 27, n. 1, p. 52-77, 2016.

LEITE, P. R. Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade, 2003. **São Paulo: Editora Ciência Moderna Ltda**, 2009. Disponível em: <<https://green.care-br.com/site/sobre.php>>. Acessado em: 24 outubro 2019.

LIMA, José; MACIEL FILHO, José. LOGÍSTICA REVERSA E SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DO SETOR DE ELETROELETRÔNICOS. *Revista Razão Contábil & Finanças*, v. 9, n. 1, 2019.

MENDES, Henrique Manoel Riani; RUIZ, Mauro Silva; FARIA, Ana Cristina de. Programa ABINEE recebe pilhas (PARP): A implantação e estágio atual da logística reversa de pilhas e baterias. *Anais do XVII ENGEMA. XVII ENGEMA – Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*; São Paulo, 2015.

MORAIS, K. T. (2018) Projetos de lei temáticos em discussão: análise da tramitação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: MELLO, D. P., EL-DEIR, S. G., PINHEIRO, da SILVA, R. C. P., SANTOS, J. P. O. (org.). *Resíduos sólidos: Gestão pública e privada*. Recife: EDUFRPE, p. 3-14.

MOURA. **Sustentabilidade e responsabilidade socioambiental**. Disponível em: <<https://www.moura.com.br/sustentabilidade/#acoes-ambientais>> Acessado em: 24 outubro 2019.

OLIVEIRA, A.C. et al. (2016) A logística reversa, aprendizagem organizacional e educação ambiental: o caso de uma unidade de serviço de atendimento móvel de urgência–SAMU Recife. In: EL-DEIR, S. G., PINHEIRO, S. M. G., de AGUIAR, W. J. (org.). *Resíduos sólidos: práticas para uma gestão sustentável*. Recife: EDUFRPE, p. 177 – 188.

OLIVEIRA, Alanne Laniely Nunes de. Logística reversa de pós-consumo e sustentabilidade, as faces de uma mesma moeda: um estudo de caso na empresa de Acumuladores Moura S/A da cidade de Belo Jardim-PE. 2016.

OZIAS, Guilherme Gondim. Logística reversa: um estudo de caso na Baterias Moura, 2017. 46 f. **Trabalho de conclusão de Curso** (Monografia - Administração) – Faculdade Damas da Instrução Cristã, 2017.

POLICARPO, M. C.; FARIAS, A. S. D. (2018) **Gerenciamento logístico em uma empresa fornecedora de resíduos sólidos para processo de reciclagem**. In: MELLO, D. P., EL-DEIR, S. G., PINHEIRO, da SILVA, R. C. P., SANTOS, J. P. O. (org.). *Resíduos sólidos: Gestão pública e privada*. Recife: EDUFRPE, p. 253-266.

RAYOVAC. Disponível em: < <http://www.rayovac.com.br/a-rayovac/>>. Acessado em: 24 outubro 2019.

RIBEIRO, A. R. B. et al. (2018) Análise dos benefícios de uma gestão sustentável gerados com a utilização da logística reversa. In: SILVA, R. C. P., SANTOS, J. P. O., MELLO, D. P., EL-DEIR, S. G. (org.). *Resíduos sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular*. Recife: EDUFRPE, p.18-30.

ROCHA, R. B. et al. (2016). Educação ambiental relacionada à coleta de resíduos sólidos contaminantes produzidos na Universidade Federal do Piauí. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. Piauí- Brasil, v.10, n.12, p. 919-925.

SANTOS, J. P. O. et al. (2018) Economia circular como via para minimizar o impacto ambiental gerado pelos resíduos sólidos. In: SILVA, R. C. P., SANTOS, J. P. O., MELLO, D. P., EL-DEIR, S. G. (org). Resíduos sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular. Recife: EDUFRPE, p.8-17, 2018.

SESC. Pernambuco torna-se referência nacional no descarte de pilhas e baterias portáteis. 30 de abril de 2018. Disponível em: <<https://www.sescpe.org.br/2018/04/30/pernambuco-torna-se-referencia-nacional-no-descarte-de-pilhas-e-baterias-portateis/>>. Acessado em: 24 outubro 2019.

SILVA, Tayane Nascimento; DE OLIVEIRA, Adjane Damasceno. REINSERÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS, PILHAS E BATERIAS NA CADEIA PRODUTIVA POR MEIO DA LOGÍSTICA REVERSA: ESTUDO DE CASO. In: Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais. 2018.

SILVA, V. R. P. R.; ANDRADE, L. P. **Ações de educação ambiental, voltadas para o correto descarte de pilhas e baterias, no cenário universitário.** Trabalho apresentado no 9º Seminário de Iniciação Científica. Campo Grande-MS, 2018.

SOUSA, C. A. F., et al. Panorama do gerenciamento dos Resíduos Sólidos no Brasil e no Nordeste após a implementação do PNRS. Revista científica ANAP Brasil. v. 9, n. 15, p. 39-50, 2016.

SOUSA, JV de O.; RODRIGUES, STÊNIO LIMA. Logística reversa de baterias automotivas: estudo de caso em uma rede autocentros do Estado do Piauí. **Anais Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**, v. 16, 2014.

1.4 LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS PERIGOSOS; EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS E PNEUS NO BRASIL EM 2017

MARQUES, Jonathas Gomes de Carvalho

Grupo de Gestão Ambiental de Pernambuco da Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Gampe/UFRPE)

jonathasgomes@hotmail.com

EL-DEIR, Soraya Giovanetti

Gampe/UFRPE

sorayageldeir@gmail.com; sorayaeldeir@pq.cnpq.br

RESUMO

Com o aumento da industrialização e consumo no mundo, houve acréscimo de produção de resíduos sólidos de tipologias distintas que se acumulam no meio ambiente, gerando poluição e contaminação. Assim, este estudo objetivou analisar a sustentabilidade da logística reversa de resíduos perigosos no ano de 2017 no Brasil. Para tanto, valeu-se de uma pesquisa explicativa com abordagem quali-quantitativa por meio de análise documental com foco no diagnóstico da logística reversa de dois tipos de resíduos sólidos perigosos no Brasil, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos, tendo como referência de análise o ano de 2017, no que tange as embalagens de agrotóxicos e pneus inservíveis, a partir de análise documental dos relatórios dos sistemas. Dessa forma, foi possível perceber que as duas cadeias reversas foram as que mais avançaram no trato da legislação, atendendo, de igual forma os vieses ambiental e econômico, sendo representadas pelos altos índices de devolução destes resíduos, em detrimento das outras. Esse cenário de sucesso não tem relação direta com a existência de acordo setorial, mas sim com o tempo de existência da norma de referência que criou essa obrigatoriedade e devem ser replicados em outros setores, como forma de se obter sustentabilidade no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Cadeia reversa; Sustentabilidade; Acordo setorial

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da industrialização e do consumo no mundo, houve o acréscimo de produção, de igual forma, de resíduos sólidos de tipologias distintas que se acumulam no meio ambiente, gerando poluição e contaminação. Virgolin (2016) comenta que a situação se agrava, pois, com o decorrer do tempo, os resíduos, anteriormente orgânicos, passaram a ter a composição majoritariamente inorgânica, necessitando de maior tempo de decomposição.

De uma forma geral, no mundo há uma tendência crescente na implantação dos Sistemas de Logística Reversa (SLR) de importadores e fabricantes (COUTO; LANGE, 2017). Esse cenário advém, especificamente, de uma atenção maior por parte das legislações de vários países, tendo em vista a preocupação com o meio ambiente (FARIA, 2013). As possibilidades de encaminhamento de cada um desses resíduos têm passado por sucessivos estudos e entende-se que a melhor maneira de evitar eficientemente a destinação incorreta deste seria proceder o retorno à cadeia produtiva.

Para resíduos perigosos, o processo de logística reversa tem crucial relevância pois previne processos de contaminação do meio pelo retorno destes para os fabricantes, fazendo com que a apropriação antrópica de recursos naturais para a produção seja diminuída. Especificamente em relação as embalagens de agrotóxicos, há outro aspecto relevante, visto a necessidade de tripla lavagem da embalagem, além da inutilização deste, evitando assim que o uso seja para outros fins. Já para pneus, processos industriais tem tido lugar, fazendo com que o recolhimento dos pneus em desuso sejam aproveitados para a preparação de asfalto ou outros materiais que respondem a economia de escala. Neste sentido, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes tornaram-se corresponsáveis pela implementação dos SLR.

Assim, o presente estudo visou analisar a logística reversa dos resíduos perigosos de embalagens de agrotóxicos e pneus usados, elencados na PNRS, no ano de 2017 no Brasil, buscando compreender as particularidades setoriais que estão sendo potencializadoras ou limitantes do sistema. Neste sentido, este escrito pretende ser uma reflexão a respeito do processo e das rotas tecnológicas adotadas para estes materiais, assim como busca identificar possíveis processos de melhoria.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Preceitos Legais

Observa-se que na esfera da Política Internacional, acordos multilaterais são firmados para elevar a qualidade da gestão ambiental e segurança do meio ambiente quanto ao potencial impactante dos resíduos. Essa preocupação é ratificada por meio do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Agenda 2030 da Agência das Nações Unidas (ONU). O ODS 12, que versa sobre os padrões de consumo e produção sustentáveis, traz diretrizes para o estabelecimento de um modelo de desenvolvimento focado no *triple bottom line*. As metas 12.4 e 12.5 são mais enfáticas nesse trato, ao requererem o manejo ambientalmente adequado de produtos químicos e dos resíduos (até 2020) e reduzir a geração de resíduos (até 2030). Neste sentido, todos os países que ratificaram os ODS devem apresentar estratégias e instrumentos legais para alcançar tais metas (UN, 2015).

Nacionalmente, o tema está na pauta, sendo mostrado, por meio de numerosos casos, que possuem as palavras “resíduo sólido”, “pneu inservível” e “embalagem de agrotóxico” (singular ou plural, incluindo sinônimos) em pesquisas no Superior Tribunal de Justiça (STJ), indicando a abordagem direta ou indireta dessas temáticas no âmbito do Poder Judiciário brasileiro. O somatório destas ocorre em 50 acórdãos, 1254 decisões monocráticas e 4 informativos de jurisprudência (BRASIL, 2018a). Por sua vez, o Supremo Tribunal Federal (STF) possui 10 acórdãos, 5 informativos e 282 decisões (monocráticas ou da presidência) para os mesmos termos de pesquisa (BRASIL, 2018b). Neste sentido, observa-se a busca da aplicação da Lei, tentando estabelecer conformidade ao processo de gestão destes resíduos.

Esse cenário de litígios está ligado estreitamente à promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sancionada pela Lei n. 12.305 (BRASIL, 2010), que trouxe, no Art. 33, a obrigatoriedade do retorno dos resíduos considerados perigosos, tendo em vista as características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, potogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade. Estão inclusas nesta lista as embalagens de agrotóxicos, pneus inservíveis, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, resíduos e embalagens de óleos lubrificantes, além de produtos eletroeletrônicos e seus componentes. As características inerentes a esses produtos impedem a simples reutilização, uma vez que possuem a capacidade de afetar negativamente o meio ambiente. Sendo assim, é imperativa a necessidade de destinação ambientalmente adequada.

No que tange à Logística Reversa de produtos perigosos previamente citados, existe a inclusão de obrigatoriedade também dos consumidores. Isso deu-se de forma a garantir a aplicabilidade do ciclo, uma vez que as empresas fabricantes não conseguiriam estabelecer essa rota de retorno se o consumidor, que está na ponta da cadeia, também não o fizer. Mais do que simples evidenciar essa necessidade, Leis adicionais estabeleceram mecanismos de pressionar os consumidores a participar desse ciclo, como a Lei 7.802 (BRASIL, 1989), que legisla sobre os agrotóxicos, além da Resolução Conama n. 416 (CONAMA, 2009), para os pneus inservíveis.

Nesse sentido, as empresas elencadas pela PNRS se juntaram, na forma de associações ou programas com associados, de maneira a atender expressamente ao exposto na referida Lei ou outra anterior à Política recém-criada. É o caso das empresas produtoras e importadoras de agrotóxicos, com o Instituto de Processamento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos (inpEV), e das empresas produtoras de pneus, com a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (RecicLANIP).

A despeito das legislações específicas, houve, por meio da PNRS, o estabelecimento de Acordos Setoriais, considerado como elemento central da Política Nacional por Augusto e Demajorovic (2014). Estes são celebrados entre empresas e governo como forma de assegurar o compromisso e a efetivação do que foi legislado, por parte de fabricantes de produtos que ainda não tinham norma anterior à PNRS. Esses Acordos permitem uma maior participação da sociedade civil e atores empresariais, recebendo atenção especial do Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa (CORI) (ABREU, 2014). Este caso pode ser ilustrado pelo setor de lâmpadas fluorescentes e embalagens de óleos lubrificantes, onde observa-se a logística em funcionamento.

Além dos Acordos Setoriais, Augusto e Demajorovic (2014) abordam os Termos de Compromisso, que possuem importância notável neste cenário. Trata-se de um incentivo à formação de consórcios, destinados ao Poder Público, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes que não possuam Acordo Setorial. O objetivo deste é aumentar as escalas de aproveitamento e diminuição dos custos que se tem (FIESP, 2012). Em detrimento desse arcabouço e avanços já alcançados, questiona-se a efetividade de aplicação dos SLR de forma eficaz e efetiva no Brasil.

2.2 Preceitos técnicos

Por detrás do conceito de Logística Reversa, está a ideia de Ciclo de Vida do Produto. A divisão desse Ciclo pode se dar em: lançamento, crescimento, maturação e declínio. A primeira fase trata do envio do produto para o mercado, seguida do conhecimento, por parte do público, aceitação pelos consumidores, com concorrência igualada e, finalmente, o declínio do mesmo (LACERDA, 2002; WILLE; BORN, 2013; CAVALCANTE et al., 2015). Nesse sentido, Logística Reversa pode ser definida como

O processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e as informações correspondentes do consumo para o ponto de origem com o propósito de recapturar o valor ou destinar à apropriada disposição (ROGERS, TIBBEN-LEMBKE, 1999, p. 2).

Quando observa-se a dinâmica vinculada à Logística Reversa, percebe-se a necessidade de proceder uma administração de modo que o recurso volte à sua origem. O termo ‘reversa’ remete ao oposto da logística (VELÁSQUEZ, MARCON, 2017). Esse encadeamento tem visão cíclica, fazendo com que os produtos retornem ao ciclo produtivo.

Dentre os benefícios desse modelo, pode-se citar os ganhos ambiental (relativo à elevação da consciência por parte das empresas e consumidores), econômico (por meio da redução dos custos pelo aproveitamento de matéria já disponível no mercado) e a social (com a diferenciação e o incremento do mercado, abrindo a possibilidade de instalação de outras organizações), sendo pois mister o estudo de tais procedimentos (LACERDA, 2002; VIRGOLIN, 2016). Entretanto, faz-se necessário destacar que a Logística Reversa não é, em si, o processo de reciclagem, mas o gerenciamento dos resíduos (que inclui processos como a reciclagem) é faz parte deste processo (ABREU, 2014).

Nesse sentido, Couto e Lange (2017) comentam que, para os consumidores, a criação de um canal eficiente de comunicação é condição *sine qua non* para a eficiência dos SLR, uma vez que a adesão desses atores sociais garantirá a economia de escala do sistema. Muitas vezes há o pensamento de que a simples disponibilização de postos de recolhimento é o suficiente para que se possa garantir a entrega dos resíduos. O equívoco vai além, no ponto em que os sistemas são geralmente dimensionados para o quantitativo que foi posto em mercado, assumindo que tudo será retornado para a cadeia.

3. METODOLOGIA

Este estudo valeu-se da pesquisa explicativa (GALLIANO, 1979), com abordagem quali-quantitativa, por meio de análise documental (GIL, 2002), com foco no diagnóstico da Logística Reversa de dois tipos de resíduos sólidos perigosos no Brasil, conforme a PNRS, tendo como referência de análise o ano de 2017. Para tanto, utilizou-se dados constantes nos sites e nas bases de dados das unidades gestoras dos sistemas de Logística Reversa sobre suas práticas e o quantitativo de resíduos retornados para a cadeia produtiva. Como forma de melhor analisar o cumprimento da legislação brasileira, o diagnóstico foi feito para os resíduos que tem maior base de dados disponível, que melhor comunicam o seu sistema e que representam a maior captação de resíduos sólidos, segundo dados das próprias entidades gestoras dos SLR, a saber: as embalagens de agrotóxicos e pneus inservíveis, respectivamente.

A partir dos dados extraídos das respectivas empresas gestoras, foi procedida uma análise comparando os quantitativos entre resíduos, inclusive dos anos anteriores, como forma de se ter uma melhor noção da evolução dos sistemas. Isso foi importante para verificar as cadeias geridas por entidades distintas e quais as práticas ou especificidades que existem e que geram diferenças nos resultados, observando os aspectos de legalidade, indicadores ambientais e econômicos, por meio de algumas bases de dados (Quadro 1).

Quadro 1. Parâmetros adotados para análise da logística reversa de embalagens de agrotóxicos e de pneus inservíveis.

Parâmetro	Embalagens de agrotóxicos	Pneus inservíveis
Legalidade	Lei Federal 7.802/89.	Resolução Conama n. 416/09; IN Ibama n. 01/10
Ambiental	Relatório de Sustentabilidade – 2017 (referente ao ano de 2017)	Relatório de pneumáticos: Resolução Conama n. 416/09 2018 (ano-base 2017); Mezzomo e Ortiz (2017); Lagarinhos, Espinosa e Tenório (2016)
Economia	Relatório de Sustentabilidade - 2017 (referente ao ano de 2017)	Relatório de pneumáticos: Resolução Conama n. 416/09 2018 (ano-base 2017); Mezzomo e Ortiz (2017); Lagarinhos, Espinosa e Tenório (2016)

A partir dos elementos obtidos anteriormente, fez-se uma tabulação dos dados numéricos, por parâmetro (quantitativo de pessoas alcançadas na educação ambiental ou devolução de embalagens de agrotóxicos por ano de referência, por exemplo), organizados em pasta do Excel (do pacote Microsoft Office 365), para uma melhor visualização e identificação das nuances e posterior checagem com trabalhos científicos relevantes. Quanto aos dados qualitativos, houve uma extração por meio da categoria teórica relacionada; por exemplo, quando se trabalhou com o viés da sustentabilidade das embalagens vazias de agrotóxicos, observou-se, majoritariamente, as informações fornecidas pelo respectivo relatório do inpEV na seção “Ecoeficiência do Sistema Campo Limpo”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Logística Reversa de resíduos perigosos no Brasil em 2017 está descrita, com relação à aplicabilidade do Art. 33 da PNRS (BRASIL, 2010), de modo ao entendimento da contribuição de cada tipo de resíduo ao sistema global. Os dados obtidos por meio das entidades gestoras desses resíduos no Brasil demonstram que o retorno vem sendo experimentado de forma desigual nos diferentes tipos de resíduos perigosos analisados. Isso se dá, primariamente, porque a fabricação e comercialização dos mesmos também é bastante desigual. Além disso, os sistemas estão em fases diferentes de aplicação da logística reversa (Quadro 2).

Quadro 2. Entidades gestoras responsáveis pelos sistemas de logística reversa de resíduos perigosos conforme a PNRS

Resíduo sólido perigoso	Entidade gestora	Acordo setorial	Legislação específica
Embalagens de agrotóxicos	inpEV	não	Lei Federal 7.802/89
Pilhas e baterias	Green Eletron/Abinee	não	Resolução Conama n. 401/08 IN Ibama n. 08/12
Produtos eletroeletrônicos**	Green Eletron/Abinee	sim	-
Pneus	Reciclanip	não	Resolução Conama n. 416/09 IN Ibama n. 01/10
Embalagens de óleos lubrificantes	Instituto Limpo	Jogue sim ¹	Resolução Conama n. 362/05*
Lâmpadas fluorescentes	Reciclus	sim ²	-

¹-Acordo assinado em 19/12/2012

²-Acordo assinado em 27/11/2014

* Resolução relativa à logística reversa dos óleos lubrificantes usados.

** Projeto piloto no estado de São Paulo (São Paulo, Campinas, Sorocaba, São José dos Campos, Cotia, Votorantim, Barueri).

Os SLR estão em constante avanço em prol dos objetivos elencados e firmados. Mas a existência de Acordo Setorial não é condição *sine qua non* para que o sistema tenha êxito. Isso acontece de forma mais efetiva quando da criação de alguma normativa que possa balizar as

ações e exija mudança de atitude por parte dos elos da cadeia produtiva. Duas cadeias que não possuem legislação específica: lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio de luz mista, além dos produtos eletroeletrônicos e seus componentes. A cadeia de produtos eletroeletrônicos ainda está em fase de projeto piloto na região metropolitana de São Paulo, sob a gerência da *Green Eletron*, mas esta já enviou proposta de acordo setorial para o Ministério do Meio Ambiente (MMA), que está sob análise para efetivá-lo. As lâmpadas fluorescentes, por sua vez, já tem Acordo Setorial assinado em 2014 (BRASIL, 2014), sendo que o ano de 2017 será o momento do *star* do processo. De forma mais específica, o diagnóstico das embalagens de agrotóxicos e pneus inservíveis está de acordo com os parâmetros da legalidade, preceitos ambientais e econômicos.

Observa-se que há, por essas duas cadeias, um esforço integrado (também visto nos dados de retorno que se consegue) no alcance, não somente do viés legal da norma, mas também os vieses ambiental e econômico, tendo em vista uma melhor imagem por parte da sociedade e ganho de custos logísticos e operacionais.

4.1 Embalagens de agrotóxicos

O retorno das embalagens de agrotóxicos foi pioneiro no país, por meio da promulgação Lei 7.802 (BRASIL, 1989), que foi alterada em 2000. Como resultado, o inPEV (2018) informa que o sistema já é referência no mundo, com o retorno de cerca de 94% dos resíduos gerados a cada ano, destacando-se em relação a vários países desenvolvidos como França, Canadá, Alemanha, sendo consideradas como *benchmarking* setorial no mundo. Empresas de outros setores vêm procurando o Instituto para aprender com o *case* de sucesso dessa entidade. É necessário replicar o modelo.

Esse SLR possui 411 unidades de recebimento, com o trabalho de mais de 1550 colaboradores e voluntários. Os benefícios ambientais positivos do sistema podem ser demonstrados em números: a energia economizada daria para abastecer 2,5 milhões de casas durante um ano, foi evitada a geração de resíduos equivalente a uma cidade de 500 mil habitantes durante 11 anos, evitou a emissão 625 mil toneladas de CO₂, além de poupar o uso de 1,4 milhão de barris de petróleo (INPEV, 2018).

O destino das embalagens é a reciclagem para produtos de contato secundário como conduítes, caixa para bateria, barrica plástica, duto corrugado, caixa para fiação elétrica, dentre outros, havendo também a incineração, para uma pequena parcela que não seguiu os parâmetros de lavagem adequados. O Instituto comenta ainda que o sucesso se dá por um conjunto de variáveis, dentre estas: a atribuição de responsabilidades específicas a cada elo da cadeia (agricultores, canal de distribuição, indústria fabricante, Poder Público), integração (envolvimento de todos os elos desde o início do SLR), educação e conscientização (esforços contínuos e consistentes), gestão de processos e informação (INPEV, 2018).

Quanto à legalidade (Quadro 3), a cadeia reversa das embalagens de agrotóxicos mantém um aperfeiçoamento contínuo com relação à legislação, indo além do que é solicitado pela norma de referência.

Quadro 3. Análise da legalidade conforme o Relatório de Sustentabilidade 2017 do inpEV e Lei Federal 7.802/89

Artigo	Requisito	Ator envolvido	Aplicável
6º § 2	Devolução de embalagens	Produtor rural	sim
6º § 4	Tríplice lavagem	Produtor rural	sim
19º Parágrafo único	Programas educativos	Poder Público e inpEV	sim
15º	Destinação adequada dos resíduos sólidos	Produtor rural e inpEV	sim

Uma dificuldade bastante comum é a distância dos locais de cultivo e o posto ou central de recebimento mais próxima para devolução das embalagens. Mesmo sendo obrigatória, a entrega por parte de pequenos produtores ainda é insipiente. Marques (2017) mostra que a desinformação são fatores que impedem um atendimento com maior eficiência desse requisito da norma. Para mitigar essa situação, o Instituto realiza periodicamente coletas itinerantes para alcançar a meta de devolução e tem aprimorado o sistema de agendamento. O Relatório de Sustentabilidade de 2017 do Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos (INPEV, 2018) mostra pró-atividade do Instituto no sentido de operar um sistema de análises laboratoriais, desde 2003, para verificar o atendimento à norma ABNT NBR 13968 (ABNT, 1997). Os resultados têm mostrado que, em média, as embalagens apresentam 10 vezes menos traços do produto na embalagem. Isso indica o atendimento, por parte dos produtores rurais, da lavagem sob pressão ou tríplice lavagem (requeridas pela legislação).

Nesse contexto, a Educação Ambiental vem como um dos pilares principais dessa entidade, reconhecendo a importância da sensibilização e conscientização dos atores sociais envolvidos no processo para que mudem de atitude em prol de um meio ambiente equilibrado. Exemplos disso são: o Dia Nacional do Campo Limpo (DNCL) firmada pela Lei Federal n. 11.657/08 (BRASIL, 2008), além do amplo Programa de Educação Ambiental Campo Limpo (PEA Campo Limpo), demonstrando uma elevação no número de participantes ao longo dos anos. Com relação ao efetivo retorno das embalagens, a meta para 2017 era de 44.500 toneladas, sendo que houve uma superação deste número. Isso tem acontecido recorrentemente, ao decorrer dos anos (2010-2017). O motivo desse crescimento constante das metas propostas se dá pela organização, eficiência e integração no tocante ao trato com os recursos disponíveis, sejam estes financeiros, tecnológicos ou humanos, além do estabelecimento bastante claro das responsabilidades de cada ator na cadeia e disponibilização de condições satisfatórias para atendimento do solicitado resulta em excelentes índices.

Com relação ao viés econômico, a gestão do inpEV está focada na redução dos custos e aumento da eficiência. A questão financeira também é alvo de estudos e aprimoramento contínuo. O resultado é a diminuição da parcela de investimento dos distribuidores na gestão da cadeia e aumento do percentual de investimento da própria entidade entre 2015-2017. Isso foi possível pela agregação de valor através do fabrico, por exemplo, de materiais reciclados que são vendidos e revertidos para a cadeia. A receita líquida aumentou 10,9 milhões entre os anos de 2015-2017 e o patrimônio líquido em cerca de 10%, conforme dados do inpEV (2018).

Além de ter alto potencial de poluição e comprometimento dos sistemas ambientais, a saúde humana, também pode ser grandemente afetada pelos resíduos de agrotóxicos. Todavia, segundo Silva (2016), o sistema desse resíduo perigoso foi dimensionado a atingir, majoritariamente, os grandes centros agrícolas. O resultado é que as pequenas propriedades rurais continuam efetuando a destinação dos resíduos de forma inadequada, como através da queima e enterro, dentre outros. Também mostra o caso do município de Pouso Alegre (MG) que, entre os anos de 2012-2013, comercializou 30 vezes mais do que recolheu em embalagens. Dentre as causas elencadas pelo estudo para tal situação (com base em questionários aplicados), cita-se a falta de compromisso, questão financeira no que tange à necessidade de pagamento (pela filiação à central de recebimento), além do fato de não se ter locais apropriados para guardar as embalagens enquanto aguarda para efetuar a devolução (guarda intermediária).

Os números demonstram evolução na maior parte dos indicadores do Sistema Campo Limpo (investimentos, educação ambiental, número de empresas envolvidas), exceto no percentual de devolução das embalagens entre os anos. Silva (2016) demonstra que há indícios de estagnação no processo de Logística Reversa, tendo em vista que o Instituto mantém, há pelo menos 8 anos, a mesma taxa de 94% de retorno. Apesar de uma excelente taxa, é necessário o aprimoramento contínuo que deve ser refletido em percentuais anuais crescentes. Tendo em vista essa situação, a contaminação por agrotóxicos (que inclui sua embalagem contaminada) é alvo de estudos ao redor do mundo (NASCIMENTO, 2013; MARQUES et al., 2013; SILVA, 2016; NORONHA; LIRA; MORAES, 2016; SAATMAN, 2016; SILVA, 2016; HUICI et al., 2017; MARQUES, 2017; JIN; BLUEMLING; MOL, 2018). Estes demonstram a periculosidade de tais embalagens. Faz-se necessária melhoria contínua do processo que envolve as embalagens vazias desses insumos, tendo em vista a alta probabilidade de gerar passivos ambientais de impacto negativo no meio ambiente e na saúde da população.

4.2 Pneus inservíveis

No que tange aos pneus inservíveis, a Agência Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP) criou em 1999 uma agência específica para implantar um sistema de coleta e destinação de pneus inservíveis (RECICLANIP, 2018), antes mesmo da publicação da Resolução Conama n. 401 (CONAMA, 2009) (Quadro 4), demonstrando responsabilidade pelos passivos gerados pelas empresas parceiras da entidade. Essa Resolução obrigou, conforme o Art. 1º., a devolução de pneumáticos com peso acima de 2 kg existentes no Brasil, ficando a cargo dos distribuidores, revendedores, destinadores, consumidores finais e Poder Público.

Quadro 4. Análise da legalidade por meio da Resolução Conama 416/09

Artigo	Requisito	Ator envolvido	Aplicável
3º	Alcance de meta anual	Fabricantes	sim
7º	Plano de gerenciamento de coleta, armazenamento e destinação de pneus inservíveis (PGP)	Fabricantes, importadores	sim
8º § 1	Postos de coleta em municípios acima de 100 mil habitantes	Fabricantes e importadores	parcial
15	Destinação adequada dos pneus inservíveis	Fabricantes, importadores e consumidores	sim

Fonte: Ibama (2018)

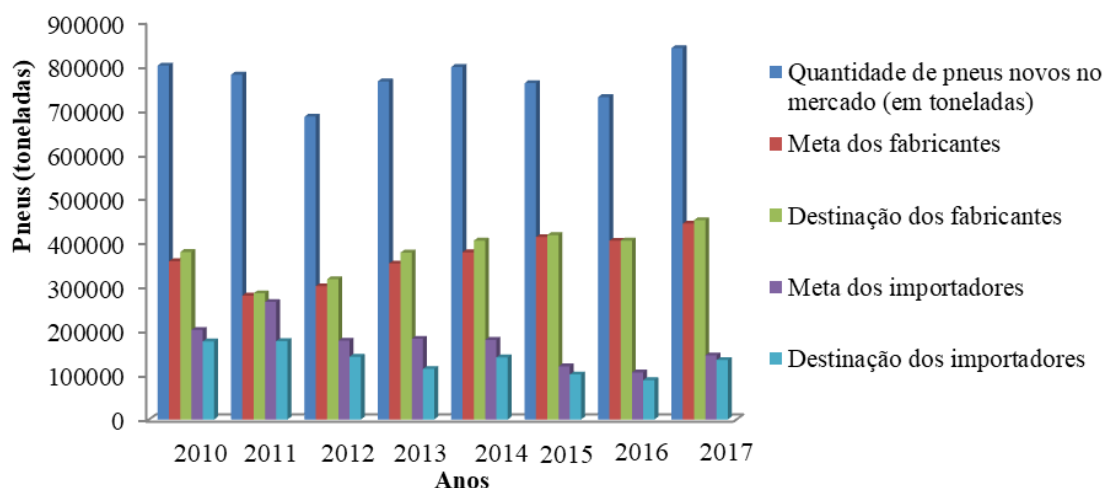
A existência de postos de coleta em municípios com mais 100 mil habitantes não é aplicado em sua totalidade, sendo possível observar numa simples busca nos locais hoje em funcionamento. Entretanto, há uma positiva insistência no alcance marcada pelo aumento contínuo dos postos, no decorrer dos anos 2004-2016. Esses pontos são geridos pelos municípios, que possuem acordo com a entidade responsável pelo SLR dos pneus usados, a RecicLANIP. Assim, a entidade contrata transportadoras para levar o material para empresas licenciadas (RECICLANIP, 2018). Dessa forma, a entidade afirma ainda que o ciclo do pneu nesse sistema se dá pela (i) fabricação deste, (ii) venda ao consumidor, (iii) manutenção dos pneus, (iv) pneu inservível levado aos pontos de coletas, (v) coleta do material e (vi) destinação ambientalmente adequada.

Ainda no quesito legalidade, o Plano de Gerenciamento de Coleta, Armazenamento e Destinação de Pneus Inservíveis (PGP) foi redigido no prazo exigido pela Resolução Conama n. 401 (CONAMA, 2009), ou seja, um ano após a promulgação da norma. Todavia, com relação entre a destinação dos pneus inservíveis dos fabricantes nacionais supera a produção, ao passo que os importados é inverso (Figura 1). Esta situação pode estar ocorrendo face ao suporte existente para as empresas nacionais e/ou o diferencial no quantitativo de pneus por origem que são trocados em relação aos novos, necessitando de maior aprofundamento tal questão. O valor é obtido conforme a fórmula constante no Art. 2º da norma (CONAMA, 2009), a saber:

$$MR = (P + I) - (E + EO)$$

Onde: MR = Mercado de Reposição de pneus; P = total de pneus produzidos; I = total de pneus importados; E = total de pneus exportados; e EO = total de pneus que equipam veículos novos.

Figura 1. Meta versus alcance da destinação dos fabricantes e importadores de pneus



Fonte: Ibama (2018).

Os fabricantes de pneus atendidos pela RecicLANIP e que respondem por cerca de 72% do mercado de reposição de pneus têm atendido e superado a meta em todos os anos de análise de relatórios do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (Ibama), o que indica eficiência nos processos da entidade que levam a um elevação da eficácia. Conforme a norma de referência, o

quantitativo de pneus que ultrapassar a meta pode ser utilizada como margem para o ano seguinte. Todavia, o sistema não tem tido este efeito, mas tem assumido um papel de agente propagador de boas práticas.

Conforme relato da RecicLANIP (2018), os pneus inservíveis são utilizados para a queima em fornos de cimenteiras pelo alto poder de queima; fabrico de materiais de borracha como tapetes automotivos, pisos industriais, de quadras e poliesportivas; produção de asfalto borracha (que dentre outras, uma vida útil maior, nível de ruído menor, além de maior segurança na estrada).

Dentre as tecnologias empregadas pelas empresas legalmente investidas de tal função, o coprocessamento se destaca dentre as outras metodologias de uso desses resíduos (Figura 8). Mezzomo, Ortiz (2017), Lagarinhos, Espinosa e Tenório (2016) comentam que essa tecnologia consiste na utilização dos pneus inservíveis em processo de fabrico de algum material. A indústria cimenteira é a mais comum destas, na qual o resíduo é utilizado como substituto de materiais combustíveis ou no processo para fabrico de clínquer. Assim, ao analisar as consequências da disposição ou uso inadequado desses resíduos, Mezzomo e Ortiz (2017) citam a emissão de gases tóxicos por meio da queima (possibilitando o agravamento de fenômenos como chuva ácida e problemas de saúde na população exposta), depósito de água parada (para vetores de doenças), contaminação quando na decomposição.

O relatório do Ibama (2018) não se atém à questão de investimentos que a entidade gestora tem na cadeia de pneus inservíveis. O documento se restringe ao que é solicitado nas normativas do Conama e Ibama, ao contrário do relatório do inpEV, que aborda temas diversos como eficiência, inovação e tecnologia, desenvolvimento humano, educação, logística, viabilidade econômica, dentre outros. Já ao analisar-se o processo de forma mais ampla, percebe-se similaridade nos SLR de embalagens de agrotóxicos e de pneus inservíveis no tocante à questão financeira. Em ambas, existe um beneficiamento da cadeia por meio da substituição de matéria prima, o que fornece um ganho financeiro. Lagarinhos, Espinosa e Tenório (2016) afirmam que há redução do custo do cimento, com o uso dos pneus no processo. Nesse contexto, estes representam cerca de 39% dos substitutos de combustíveis fósseis e matéria primas.

5. CONCLUSÕES

A Logística Reversa é uma opção viável e vantajosa para a destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos perigosos, mas tem encontrado muitas dificuldades no que tange à sua aplicabilidade concreta no Brasil devido ao volume de resíduos gerados e baixa adesão por parte dos consumidores na maior parte dos tipos.

A existência de uma unidade gestora na administração da logística reversa mostrou-se um fator preponderante na eficiência do SLR. Do mesmo modo, o lapso temporal da norma de referência demonstra que quanto maior o tempo da ciência da norma de referência, maior a organização do sistema. Isso se reflete no sucesso, por exemplo, dos Sistemas de Logística Reversa das embalagens de agrotóxicos e dos pneus usados, que são referência no que tange aos resultados satisfatórios. Além disso, a existência de um acordo setorial não é condição *sine qua non* para o atingimento dos objetivos previamente propostos, mas sim a existência de uma norma que amadurecesse com o andamento das discussões.

REFERÊNCIAS

- ABREU, G. O. **Logística reversa** – acordos setoriais e os principais desafios. 2014. 62 p. Monografia (Especialização em Direito Ambiental), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- ARANTES, A. B. **Resíduos sólidos e o Poder Judiciário brasileiro**. [20--]. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=19df34e5a4cbdb9c>. Acesso em: 18 nov. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13.968**: embalagem rígida vazia de agrotóxico – procedimentos de lavagem. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, F. N.; TRINDADE, T. V.; HOPPEN, C. Resíduos sólidos: origem, classificação e soluções para destinação final adequada. In: ANDREOLI, C. V.; TORRES, P. L. **Complexidade**: redes e conexões do ser sustentável. Curitiba: SENAR, 2014. p. 531-552.
- AUGUSTO, E. E. F.; DEMAJOROVIC, J. A perspectiva dos atores sociais envolvidos na discussão do acordo setorial de equipamentos eletroeletrônicos no estado de São Paulo. In: Encontro Internacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. 16., 2014. São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014. p. 1-17.
- BRASIL. **Lei federal n. 7.802, de 11 de julho de 1989**. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final de resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília: DF: Congresso Nacional, [2018]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/Leis/L7802.htm. Acesso em: 10 nov. 2018.
- BRASIL. **Lei n. 9.974, de 6 de junho de 2000(a)**. Altera a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília: DF: Congresso Nacional, [2018]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9974.htm. Acesso em: 18 nov. 2018.
- BRASIL. **Lei n. 9.966, de 28 de abril de 2000(b)**. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Brasília: DF: Congresso Nacional, [2018]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9966.htm. Acesso em 18 nov. 2018.
- BRASIL. **Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei n. 6.777, de 19 de dezembro de 1979, a Lei n. 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei n. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília: DF: Congresso Nacional, [2018]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm. Acesso em 18 nov. 2018.
- BRASIL. **Lei 11.657, de 16 de abril de 2008**. Institui o dia 18 de agosto como Dia Nacional do Campo Limpo. Brasília: DF; Congresso Nacional, [2018]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11657.htm. Acesso em: 17 nov. 2018.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: DF: Congresso Nacional, [2018]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em: 25 out. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo setorial de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2014. 21 p.

BRASIL. SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA. **Jurisprudência**: jurisprudência do STJ. Disponível em: <http://www.stj.jus.br/SCON/>. Acesso em 18 nov. 2018a.

BRASIL. SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL. **Jurisprudência**: pesquisa de jurisprudência. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/portal/jurisprudencia/pesquisarJurisprudencia.asp>. Acesso em: 10 nov. 2018.

CAVALCANTE, H. R.; BRASIL, J. N.; OLIVEIRA, R. J.; VASCONCELOS, C. R.; SILVA, I. P. Gestão de resíduos eletrônicos: um estudo de reaproveitamento de produtos descartados pelas empresas e a sociedade. In: Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe. 7., 2015. São Cristóvão. **Anais [...]** São Cristóvão: UFS, 2015. p. 865-876.

CONAMA. **Resolução n. 416, de 30 de setembro de 2009**. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Brasília: DF: Conama, 30 set. 2009. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>. Acesso em: 10 nov. 2018.

COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 05, p. 889-898, 2017.

FARIA, M. F. B. **A logística reversa de resíduos sólidos perigosos**: desafios e oportunidades para as empresas. In: TYBUSCH, J. S.; FREITAS, J.; SANCHES, S. H. D. F. N. Empresa, sustentabilidade e funcionalização do direito. Florianópolis: FUNJAB, 2013. p. 386-406.

FIESP. **Perguntas frequentes sobre Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. São Paulo: FIESP, 2012. 30 p.

GALLINO, A. G. O. **Método científico**: teoria e prática. São Paulo: Habra, 1979. 203 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

HUICI, O.; SKOVGAARD, M.; CONDARCO, G.; JORS, E.; JENSEN, O.C. Management of empty pesticide containers – a study of practices in Santa Cruz, Bolivia. **Environmental Health Insights**, v. 11, p. 1-7, 2017.

IBAMA. **Relatório de pneumáticos**: Resolução Conama n. 416/09: 2018 (ano-base 2017). Brasília: Ibama, 2018. 75 p.

INPEV. **Relatório de sustentabilidade 2017**. São Paulo: inpEV, 2018. 116 p.

JIN, S.; BLUEMLING, B.; MOL, A. P. J. Mitigating land pollution through pesticide packages – the case of a collection scheme in rural China. **Science of Total Environment**, v. 622-623, p. 502-509, 2018.

LACERDA, L. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2002. 9 p.

LAGARINHOS, C. A. F.; ESPINOSA, D. C. R.; TENÓRIO, J. A. S. A evolução do coprocessamento de pneus inservíveis no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. 22, 2016, Natal. **Anais** [...] Natal: CBECiMat, 2016. p. 9838-9848.

MARQUES, J. G. C. M.; NASCIMENTO, R. M.; LYRA, M. R. C. C.; CARVALHO, R. M. C. M. O.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, J. A.; SILVA, J. C. O manejo de agrotóxicos por produtores rurais de hortaliças na sub bacia do Natuba, município de Vitória de Santo Antão – PE, Brasil. **Cientec**, v. 5, n. 1, p. 10-22, 2013.

MARQUES, J. G. C. **Proposições para o gerenciamento do uso de agrotóxicos utilizados na bacia hidrográfica do Natuba, Vitória de Santo Antão, Pernambuco**. 125 f. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Ambiental), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2017.

MEZZOMO, F. B.; ORTIZ, J. C. Aplicação de pneus inservíveis em unidades de coprocessamento. **EcoDebate**, edição 2.871, p. 1-16, 2017.

NASCIMENTO, R. M. **Impactos dos agrotóxicos na contaminação ambiental da produção de hortaliças no baixo rio Natuba, Pernambuco**. 2013. 167 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

NORONHA, C. R. B.; LIRA, E. B. S.; MORAIS, A. S. Agrochemicals and horticulturists: the invisible risks inserted in food produced in Natuba – Vitória de Santo Antão/PE. **Revista GEAMA**, v. 1, n. 1, p. 93-103, 2016.

RECICLANIP. **Volume de pneus destinados**. [2018] Disponível em: <http://www.reciclanip.org.br/>. Acesso em: 25 out. 2018.

SAATMAN, T. M. **Avaliação da qualidade da água subterrânea em área de cultivo de hortaliça em relação à contaminação por agrotóxico**. 2016. 51 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental), IFPE, Recife, 2016.

SILVA, M. R. **Gestão de embalagens vazias de agrotóxicos – logística reversa em pequenos municípios brasileiros: o caso do município de Bom Repouso, MG**. 116 f. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

SILVA FILHO, S. F. D.; SOLER, F. D. **Gestão de resíduos sólidos**. São Paulo: Trevisan, 2012. 17 p.

UNITED NATIONS. **A/RES/70/1**. Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. New York: United Nations, 2015. Disponível em: http://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf. Acesso em: 17 nov. 2018.

VELÁSQUEZ, V. H. T.; MARCON, V. T. B. Aspectos relevantes da logística reversa na Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 7, n. 3, p. 201-229, 2017.

VIRGOLIN, I. W. C. **Reciclando identidades laborais: um estudo com agricultores familiares proativos da cooperativa de recicladores de materiais orgânicos e inorgânicos de Santa Cecília do Sul/RS**. 2016. 261 f. Tese (Doutorado em Extensão Rural), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

WILLE, M. M.; BORN, J. C. Logística reversa: conceitos, legislação e sistema de custeio aplicável. **Administração & Ciências Contábeis**, n. 8, p. 1-14, 2013.

1.5 SOLUÇÕES PARA RESÍDUOS SÓLIDOS; ESTUDO DE CASO DO ÓLEO VEGETAL COLETADO PELA EMPRESA ASA/RECIFE-PE

CAETANO, Lucas Almeida da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
lucasacaetano@hotmail.com

JOICE, Myckaella Santos
UFRPE
myckaella.joice@gmail.com

PRIMO, Marcelo Henrique de Oliveira
UFRPE
marceloprimo14.2@gmail.com

SILVA, Kardelan Arteiro da
Grupo de Gestão Ambiental de Pernambuco da Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Gampe/UFRPE)
kardelan.art@gmail.com

RESUMO

O óleo vegetal residual utilizado no processo de frituras de alimentos encontra-se entre os resíduos que, infelizmente, não possuem um método definido para o gerenciamento, ou seja, manuseio, coleta e tratamento e, por fim, descarte. Esse tipo de material, na caracterização dos resíduos sólidos urbanos, é classificado às vezes como matéria orgânica e, em outros, como óleos e graxas. Por apresentar um potencial de graves riscos à saúde das pessoas e ao meio ambiente, as atividades do gerenciamento devem estar organizadas e controladas. Nesse sentido, este artigo contempla os resultados obtidos em um trabalho de pesquisa junto a empresa Asa Industria e Comercio Ltda Recife, que utiliza esse tipo de óleo para a produção de sabão. No seguinte trabalho contemplou-se a coleta de dados junto à empresa objeto de análise, incluindo-se observações dos procedimentos adotados para a transformação desse resíduo. Por fim, foi possível analisar os aspectos ambientais relacionados com o tema e como essas práticas repercutem positivamente junto às pessoas e ao meio ambiente, o que permitiu apontar soluções para o resíduo sólido e medidas no quesito coleta de óleo vegetal residual, e execução de um programa de educação ambiental para a sensibilização. Este estudo pretende ser norteador de melhores práticas para empresas similares.

PALAVRAS-CHAVE: Desmaterialização, Gerenciamento, Meio ambiente

1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, a intensificação das atividades humanas tem gerado um acelerado aumento na produção de resíduos sólidos, que constituem um grande problema para a sociedade e o meio ambiente. O crescimento demográfico, a mudança ou a criação de novos hábitos, a melhoria do nível de vida, o desenvolvimento industrial e uma série de outros fatores são responsáveis pelo aumento do consumo. Conseqüentemente com o aumento de consumo aumenta a geração dos resíduos, contribuindo para agravar o problema de sua destinação final. Seu gerenciamento inadequado pode resultar em riscos tanto para a qualidade de vida das comunidades quanto para a preservação dos recursos ambientais. Quando os resíduos sólidos são descartados de forma inadequada, sem o devido tratamento, pode acarretar sérios danos ao meio ambiente e à saúde humana.

Diversas são as atividades do homem que trazem consigo danos colaterais para o meio ambiente. Dentre elas, uma das mais danosas é o descarte de óleo de cozinha, ato tão cotidiano e aparentemente inofensivo. Os óleos vegetais são grandes causadores de danos ao ambiente quando descartados de maneira incorreta, apesar disso, lançar o óleo vegetal usado no ralo da pia é uma cena comum no dia a dia das cozinhas brasileiras. De acordo com Murta e Garcia (2009), após o descarte inadequado, o óleo vegetal residual segue para as estações de tratamento de esgoto, onde uma quantidade enorme de produtos químicos e filtração física é demandada para a purificação desta água. Estima-se que o tratamento de esgoto se torna, em média, 45% mais oneroso, pela presença desse tipo de resíduo em águas servidas.

A Resolução Conama 362(CONAMA, 2005) declara que ficam proibidos quaisquer descartes de óleos usados ou contaminados em solos, subsolos, nas águas interiores, no mar litoral, na zona econômica exclusiva e nos sistemas de esgoto ou evacuação de águas residuais. Assim, todo óleo vegetal residual deveria ser obrigatoriamente, recolhido e ter destinação adequada, de forma a não afetar negativamente o ambiente, sendo proibidos quaisquer descartes em solos, águas subterrâneas, no mar e em sistemas de esgoto e evacuação de águas residuais. O impacto ambiental deste resíduo é significativo, representando o equivalente da carga poluidora de 40.000 habitantes por tonelada de óleo despejado em corpos d'água. Apenas um litro de óleo é capaz de esgotar o oxigênio de até 20 mil litros de água, formando, em poucos dias, uma fina camada sobre uma superfície de 100 m², o que bloqueia a passagem de ar e luz, impedindo a respiração e a fotossíntese. Problema maior que o descarte inadequado do óleo de cozinha no ambiente é a falta de informação e de conscientização da população sobre as conseqüências desta atitude. É imprescindível perceber que, ainda quando o resíduo é recolhido pelo serviço público de limpeza, este não desaparece, apenas muda de lugar (SABESP, 2011).

No cenário atual dos resíduos potencialmente recicláveis, um resíduo que vem ganhando cada vez mais representatividade é o óleo e gordura residual (OGR). A produção e consumo de alimentos fritos e pré-fritos tem aumentado nos últimos anos contribuindo, assim, para um aumento da produção de OGR. Porém as ações de coleta/beneficiamento ainda acontecem de forma tímida, sendo ainda grande a quantidade de OGR descartada indevidamente. Porém, as ações de coleta e/ou beneficiamento ainda acontecem de forma tímida, sendo grande a quantidade de OGR descartada indevidamente. Este artigo tem por objetivo identificar o destino dado ao óleo proveniente de frituras do restaurante universitário da Universidade Federal Rural de Pernambuco, bem como destaca os principais impactos ambientais ocasionados pelo descarte impróprio do óleo vegetal residual e busca sugerir alternativas sustentáveis para o reaproveitamento deste resíduo, colaborando para a adoção de novas práticas e, conseqüentemente, para a redução dos desequilíbrios ambientais. Este estudo pretende ser norteador de melhores práticas para as demais Instituições de Ensino Superior que apresentam restaurantes universitários que não estruturaram programas integrados de gestão ambiental dos resíduos orgânicos e óleos advindos desta atividade, visando auxiliar na elevação da qualidade ambiental destas instituições públicas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Impactos ambientais causados pelo óleo de fritura residual

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010), define que

São considerados resíduos sólidos qualquer material, substância, objeto ou bem descartados oriundos de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe a proceder ou está obrigada a proceder nos estados sólidos ou semissólidos. Gases em recipientes também se incluem.

A geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) revela um total anual de quase 78,3 milhões de toneladas no país, resultante de uma queda de 2% no montante gerado em relação a 2015. O montante coletado em 2016 foi de 71,3 milhões de toneladas, o que registrou um índice de cobertura de coleta de 91% para o país. Foi um pequeno avanço comparado ao ano anterior e que evidencia que 7 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e, conseqüentemente, tiveram destino impróprio (ABRELPE, 2016).

Os recursos aplicados pelos municípios em 2016 para fazer frente a todos os serviços de limpeza urbana no Brasil foram cerca de R\$ 9,92 (nove reais e noventa e dois centavos) mensais por habitante, revelando uma queda de 0,7% em relação a 2015 (ABRELPE, 2016). O descarte de resíduos sólidos em ambiente adequado é de responsabilidade de todos que vivem em sociedade, pois as conseqüências em relação à saúde na proliferação de doenças por esse acúmulo de lixo na região. Logo, promover:

[...] a gestão interdisciplinar do lixo envolve um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento estratégico, que uma administração municipal precisa desenvolver em conjunto com a sociedade civil e o setor privado (MAGERA, 2013, p. 135).

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) gerenciar resíduos sólidos de forma integrada significa

[...] limpar o município por meio de um sistema de coleta e transporte; [...] ter consciência de que todas as ações e operações envolvidas no gerenciamento estão interligadas; [...] garantir destino ambientalmente correto e seguro para o lixo; [...] conceber modelo de gerenciamento apropriado para o município (IPT, 2000, p. 3).

Segundo Santos (2009, p. 29), “no Brasil são descartados nove bilhões de litros de óleo de cozinha por ano, mas apenas 2,5% de todo esse óleo de fritura é reciclado, ou seja, separado, coletado, filtrado e reinserido na cadeia produtiva”. Quando o óleo de cozinha dispensado diretamente na pia, pode prejudicar o meio ambiente. Guedes et al. (2018) cita que outros fatores decorrentes da deposição irregular de resíduos em corpos d’água em grandes centros

urbanos surgem sob a forma de inundações, degradação da paisagem urbana e contaminação dos recursos hídricos com danos à vida aquática.

Segundo Costa et al. (2015), a atuação do ser humano deve ser somada as ações coletivas na busca de possibilidades de soluções para os diversos tipos de problemas ambientais que são muito frequentes. De acordo com Nelson Mandela, a educação é o instrumento com maior potencial transformador da sociedade (GOMES, 2017), formando assim uma ferramenta com capacidade de garantir a segurança ambiental para as futuras gerações, sendo ferramenta catalisadora da mudança comportamental dos indivíduos e conseqüentemente, modificando a maneira que o ser humano se relaciona com o meio ambiente. “Por expor um potencial de sérios riscos à saúde dos indivíduos e ao meio ambiente, as atividades da sua gestão carecem de organização e controle do descarte” (SILVA et al., 2017). Segundo Neri et al. (2018), as instituições de ensino já vem realizando a abordagem sobre o tema de educação ambiental entre as disciplinas ministradas, além de desenvolverem e estimularem a prática de atitudes sustentáveis. Isso mostra um ganho no teor de valorização das questões ambientais no Brasil.

Entende-se por Educação Ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sustentabilidade (BRASIL, 1999). A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), Artigo 2º, afirma que “a Educação Ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal” (BRASIL, 1999).

Para Leff et al. (2010), a Educação Ambiental é um processo de transmissão de saberes, no qual todos somos aprendizes e mestres. O saber ambiental é um saber identitário que leva a construir novas identidades, novas racionalidades e novas realidades, nas quais se inscrevem os atores sociais que mobilizam a transição para uma racionalidade ambiental. O saber ambiental é “conformado por e arraigado em identidades coletivas que dão sentido a racionalidade e práticas culturais diferenciadas” (LEEF, 2010, p. 185). Para Santos et al. (2018) a Educação Ambiental conduz os profissionais a uma mudança de comportamento e atitudes em relação ao meio ambiente interno e externo às organizações.

Conforme a Lei 9.975/1999, as ações ambientais possibilitam um processo por meio do qual o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos e habilidades, atitudes e competências, voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à qualidade de vida e à sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

2.2 O ciclo do resíduo de óleos

Os óleos são imprescindíveis em toda cozinha. Entretanto, apesar do uso - quase que universal - pouca gente sabe que a escolha pode ser decisiva no sucesso de um prato e ainda garantir benefícios à saúde. Alguns óleos são mais saborosos, emprestando sabor à comida, outros mais resistentes ao calor, ideais à fritura, outros insípidos, não interferindo no sabor do alimento (SANTOS, 2009). No Brasil, os óleos mais encontrados nos supermercados são feitos à base das sementes de soja, amendoim, girassol, milho, algodão e arroz, sem contar com o inconfundível azeite de oliva, produzido a partir do caroço da azeitona. Cada uma das sementes empresta características diferentes ao produto. A diferença mais marcante, no entanto, diz respeito ao tipo de saturação presente nas cadeias de ácidos graxos dos óleos. Os óleos de soja,

de girassol e de milho, por exemplo, apresentam maior quantidade de ácidos graxos poli-insaturados. Tais gorduras reduzem tanto o colesterol, conhecido como colesterol ruim, como o colesterol bom (KOTZ, 2012).

Conforme Bedore (2010), o triglicerídeo é uma das gorduras mais encontradas na alimentação através das plantas. É utilizado como matéria prima na produção do sabão e pode ser obtido através de sebo de origem animal, dos óleos vegetais ou mesmo da mistura.

O ciclo do óleo de cozinha consiste em um processo que vai desde a origem, que é extraído do meio ambiente através da semente das plantas específicas, da soja, do milho, do girassol, se for para o consumo humano é transportado para a indústria e, em seguida, é levado para a comercialização a disposição dos consumidores que, por sua vez, utilizam em preparos alimentares e ao término do seu uso, fazem o descarte corretamente, fazendo doação para as ONGs para reciclagem na produção de sabão, portanto não fazem descarte de forma inadequada através do lançamento na pia ou no lixo (SANTOS et al, 2009). Neste sentido, buscar alternativas para estruturação de projetos institucionais que denotem processos cíclicos de reaproveitamento dos óleos residuais é fundamental para elevar o grau de sustentabilidade das sociedades. Um exemplo exitoso é o projeto Mundo limpo, vida melhor, da Industria ASA.

O projeto proposto pela empresa Asa é estimular a participação da sociedade, conscientizando sobre os impactos ambientais gerados pelo descarte inadequado do óleo de fritura usado. Através de participação de palestras, feiras e eventos sociais, o MLVM já esteve em mais de 350 unidades de ensino e sensibilizou mais de 100.000 pessoas, atingindo diversos públicos, estando presente em mais de 350 unidades de ensino. Com isso, a empresa desenvolve parcerias com programas que visam o desenvolvimento socioambiental. Só em Pernambuco, o programa já conta com mais de 3.100 parceiros e atua em 47 municípios, incluindo o distrito de Fernando de Noronha. Fornece e disponibiliza PEV (Pontos de Entrega Voluntária), dando os meios corretos de descarte do óleo de fritura aos diversos atores da sociedade que atuam na coleta seletiva do resíduo.

O MLVM também atua na implementação de Infraestrutura e Logística de coleta do óleo de fritura, emite Certificados de Destinação Final e cobre grandes eventos públicos. Através da reutilização do óleo coletado nos sabões em barra Bem-te-vi, o Mundo Limpo Vida Melhor gera recursos financeiros para o Instituto Medicina Integral Professor Fernando Figueira (IMIP).

3 METODOLOGIA

O local do estudo foi a Empresa Asa Industria e Comercio Ltda. Situada na cidade do Recife, no Estado de Pernambuco a instituição composta por 700 colaboradores, possui outras filiais que estão situadas nas cidades de Campina Grande, Belo Jardim e Petrolina. Uma instituição comprometida com a questão socioambiental, na qual ela possui o programa Mundo Limpo Vida Melhor, pioneiro na coleta e reciclagem de óleo de fritura e já ajudou a preservar, mais de 130 bilhões de litros d'água. Este programa está em atuação há 10 anos.

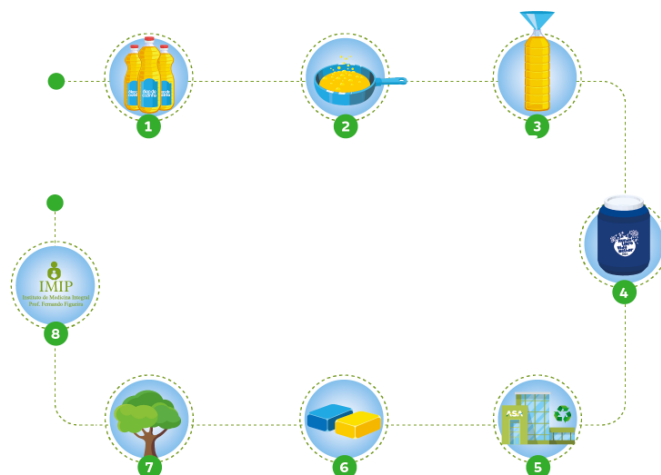
A coleta de dados ocorreu, inicialmente foi estabelecido contato eletrônico com os gestores da empresa ASA, com a finalidade de explicar o objetivo do estudo em questão. Realizar o convite para participar da pesquisa e confirmar o endereço eletrônico para troca de informações. Após a confirmação do endereço eletrônico, foi enviado os dados da empresa de acordo com o que era necessário para a composição deste estudo de caso.

O levantamento de dados ocorreu por meio de observações participativas, assim como entrevistas com os gestores institucionais dos programas. A rota tecnológica foi determinada por meio de anotações de campo e análise processual dos passos operacionais que compõem o ciclo de reaproveitamento deste resíduo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comunidade acadêmica da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, através do Programa UFRPE Sustentável, vem agindo para reduzir os impactos ambientais do descarte inadequado do óleo residual de cozinha. Foram implementadas ações como a redução da utilização de frituras no restaurante universitário e a coleta permanente de óleo de cozinha, esta última ação integra o projeto Coleta Seletiva Solidária dando destinação adequada a este resíduo (Figura 1). Nessa iniciativa está envolvida a empresa ASA. No restaurante universitário foi instalado os coletores de óleo, que servem para acondicionar o material para ser direcionado a Empresa ASA. Este material servirá de matéria prima para fabricação de sabão e detergente que serão comercializados pela Empresa ASA, gerando renda para os colaboradores.

Figura 1. Fluxograma da rota tecnológica dos resíduos.



Fonte: ASA Indústria e Comércio LTDA

O processo da rota tecnológica tem início no restaurante, na aquisição do óleo comprado para fins culinário¹. Este óleo é utilizado no preparo de alimentos². Após utilizado ele é colocado em um recipiente provisório até ser coletado pela ASA³. O óleo é colocado em um recipiente apropriado para fazer o transporte para empresa⁴. Ao chegar na indústria, ele é utilizado como matéria-prima para a fabricação do sabão em barra⁵. O sabão está pronto para ser comercializado⁶. Essa ação resulta em preservação ao meio ambiente, pelo fato de minimizar o uso de recursos naturais⁷. O programa destina parte dos recursos arrecadados com a coleta de óleo, para o Instituto Medicina Integral Professor Fernando Figueira (IMIP), ajudando assim, milhares de mulheres e crianças doentes⁸.

O óleo utilizado como a matéria-prima da **Empresa ASA** não é retirado de um recurso natural mais sim óleos que já foram usados e que seria destinados a um aterro sanitário ou possivelmente para rede coletora de esgoto, com isso a empresa diminui o uso de matéria-prima fazendo reciclagem de resíduos, revendo o processo produtivo e assim contribuindo com o meio ambiente. Aplicando-se a este processo o conceito de desmaterialização. As empresas estão atentas ao conceito de sustentabilidade em relação aos produtos de fim de vida, a fim de se manterem em conformidade com as normas ambientais e agregarem valor a imagem institucional face a sensibilidade do consumidor (BOUZAROUR-AMOKRANE; TCHANGANI; PERES, 2015).

Mantendo um caminho para ocorrer uma rota circular, ASA Indústria e Comércio LTDA, realizou uma parceria com a empresa COZZI (Carvalho e Suassuna Ltda) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, inscrito no CNPJ: 12.693.919/0001-97 onde recebeu a quantidade de resíduo abaixo discriminado, o qual foi coletado e transportado para suas instalações onde foi separado e direcionado em sua totalidade a fabricação de sabão em barra. (Tabela 1).

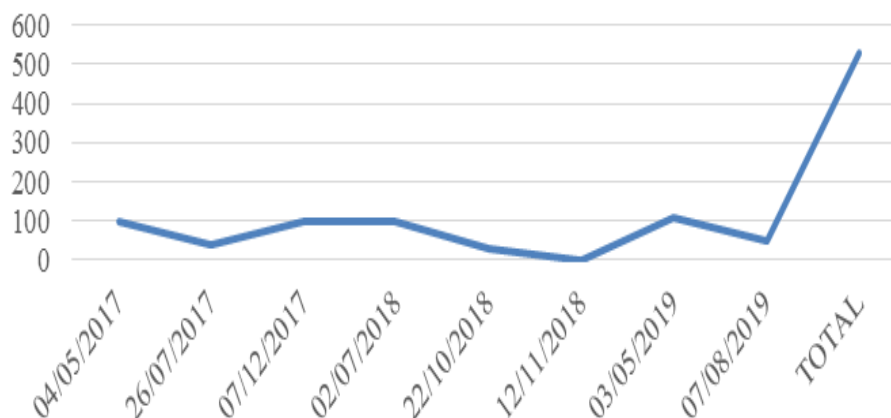
Tabela 1. Quantidade de óleo coletado nos anos 2017 a 2019.

Data da coleta	Resíduo	Classe	Quantidade (L)
04/05/2017	Óleo de fritura	Classe - IIA	100
26/07/2017	Óleo de fritura	Classe - IIA	40
07/12/2017	Óleo de fritura	Classe - IIA	100
02/07/2018	Óleo de fritura	Classe - IIA	100
22/10/2018	Óleo de fritura	Classe - IIA	30
12/11/2018	Óleo de fritura	Classe - IIA	VZ
03/05/2019	Óleo de fritura	Classe - IIA	110
07/08/2019	Óleo de fritura	Classe - IIA	50
TOTAL			530

Fonte: ASA Indústria e Comércio LTDA.

O gráfico apresenta algumas quedas na quantidade de óleo na média geral. Isso pode estar atrelado a diversos fatores. Um deles seria a baixa fiscalização, ocasionando o extravio do óleo por parte de outras empresas e a pouca geração do óleo vegetal, podendo esta decorrente ao uso de alimentos assados ao forno, assim evitando o uso excessivo do óleo de cozinha ocasionando uma alimentação mais saudável para os usuários, essa é uma problemática citada pela própria empresa responsável pela coleta desse óleo. (Figura 2).

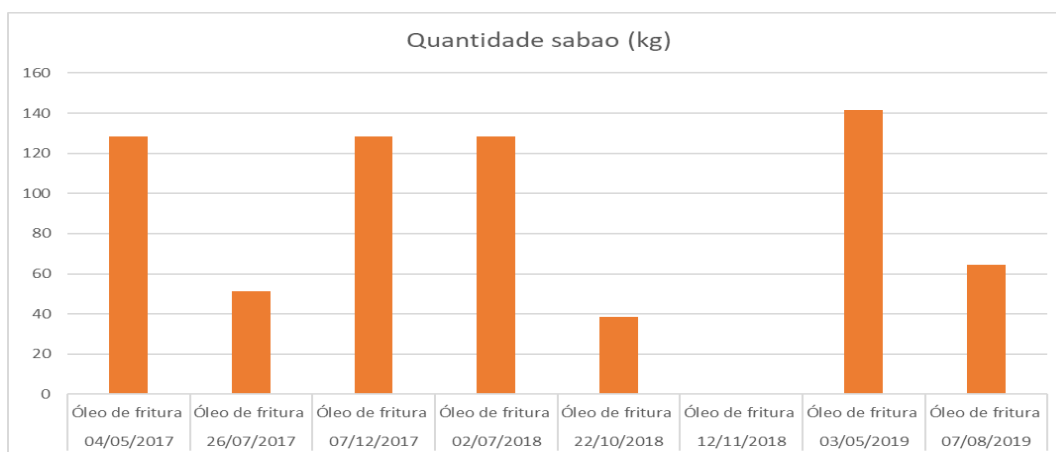
Figura 2. Quantidade de óleo coletado durante um período de dois anos.



Fonte: Os autores

Não houve fornecimento de dados pela empresa ASA com respeito a quantidade de sabão produzido em detrimento ao óleo coletado do restaurante universitário. Para Silva et al. (2016), a produção de sabão utilizando o óleo usado de cozinha, é utilizado: 1kg de óleo vegetal (1.000,0g); 150,0mL de água; 135,0g de soda cáustica (NaOH); 25,0mL de álcool (etanol). Com isso é possível estimar a quantidade de sabão produzido durante o período de estudo (Figura 3).

Figura 3. Quantidade de óleo produzido a partir das coletas.



Fonte: Os autores

A data de coleta que teve maior produtividade foi de 03/05/2019, e a que teve menor produtividade foi a coleta datada 22/10/2018. Este óleo coletado passa por um processo de reciclagem partindo para o processo fabricação de sabão que propicia a empresa não comprar sabão em mercado, reduzindo o consumo de matéria prima, processo este que evita a geração de

resíduos por manter um rota tecnológica que se baseia na lógica da reutilização e reciclagem de matéria prima.

O esgotamento dos recursos naturais e os problemas decorrentes da poluição reforçam a necessidade da redução drástica do consumo recursos naturais e de energia. Diante deste quadro, a transição gradual para uma economia desmaterializada se apresenta como uma saída. A desmaterialização se apresenta como uma rota alternativa frente ao atual modelo de produção e consumo, que tem causado o esgotamento dos recursos naturais. Como consequência de uma economia baseada na lógica do descartável, desenvolvida nos últimos 50 anos, a humanidade ultrapassou em 20% a capacidade de suporte e reposição da biosfera.

Um ponto de destaque no estudo é o papel da educação ambiental para com os estudantes universitários como forma de que existe um trabalho de reaproveitamento do óleo vegetal respeitando uma cadeia circular referente a geração de resíduo. Alguns estudos (SHOVE, 2012, 2012a, 2012b; SHOVE; PANTZAR; WATSON, 2012, CHAPPELLS; MEDD; SHOVE, 2013) apontam que a sustentabilidade só será possível a partir quando as pessoas a adotarem como atividades diárias, ou seja, hábitos. Este entendimento perpassa a educação, pois, a mudança de hábitos em um processo gradual que envolve aprendizagem.

5 CONCLUSÕES

O sabão produzido a partir da receita citada neste trabalho apresenta vantagens econômicas e ambientais, além de trazer melhores benefícios devido ao fato de ser um produto não prejudicial à saúde. Este trabalho mostra que mesmo através de pequenas iniciativas, podemos colaborar com a preservação do meio ambiente e, conseqüentemente, com a qualidade de vida da população, além de proporcionar economia doméstica e até geração de renda dentro do campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco –UFRPE.

É importante, mostrar que a redução de impactos negativos no meio ambiente através do recolhimento desse resíduo, respeitando um rota tecnológica circular, dando uma destinação adequada com a reutilização e reciclagem, com simples práticas sustentáveis para a produção do sabão, pois o trabalho conscientização para reduzir os resíduos produzidos em seus alimentos, reutilizar, armazenar e doar para empresas ou até as cooperativas de reciclagem, para diminuir a poluição e degradação proveniente do óleo de cozinha.

A contribuição desta geração transitória para o futuro por meio do conhecimento e da educação ambiental é vital para qualidade de vida e sustentabilidade. Esse processo deve ser cada vez mais do cotidiano, com o intuito de transmitir o saber, isso irá conduzir a todos a uma mudança de comportamento e atitudes em relação ao meio ambiente e irá formar os novos a uma cultura permanente e consciente.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos no Brasil**. São Paulo, 2016. 14 p. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/>>. Acesso em: 22 out. 2019.

BEDORE, R.R. **Uso correto do óleo de cozinha**. 2010. Disponível em: <<http://www.vooz.com.br/noticias/saude-uso-correto-do-oleo-de-cozinha-podetrazer-beneficios39910.html>><<http://www.vooz.com.br/noticias/saude-uso-correto-do-oleo-de-cozinha-podetrazerbeneficios-39910.html>>. Acesso em: 22 out. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 de agosto de 2010.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Diário Oficial da União Brasília, DF, 27 de abril de 1999.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Normativa Nº 362 de 23 de junho de 2005**. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Diário Oficial da União Brasília, DF, 23 de junho de 2005.

COSTA, D. A.; LOPES, G. R.; LOPES, J. R. Reutilização do óleo de fritura como uma alternativa de amenizar a poluição do solo. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, p. 243-253, 2015.

DA SILVA, C. S.; BARBOSA, L. S.; FERREIRA, N. A.; BORGES, C. R.; PIRES, D. A. T. **Oficina de produção de sabão com óleo usado de cozinha: Conscientização Ambiental no interior de Goiás**. Tecnia, v. 1, n. 1, p. 119-130, 2016.

GOMES, P. **“A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo” - Nelson Mandela**. Disponível em: <<https://www.revistaprosaversoarte.com/a-educacao-e-a-arma-mais-poderosa-que-voce-pode-usar-para-mudar-o-mundo-nelson-mandela/>>. Acesso em: 22 out. 2019.

GUEDES, F. L.; GUSMÃO, A. C. S.; SILVA, R. S. O; VASCONCELOS, H. M. S. Impactos Ambientais Gerados Por Resíduos Sólidos Lançados No Parque Natural Municipal Dos Manguezais Josué De Castro. In: SANTOS, João Paulo de Oliveira et al. (Org.). **Resíduos sólidos: Impactos Socioeconômicos e Ambientais**. Recife - PE: EDUFRPE, 2018. p. 559-570. Disponível em: <https://www.dropbox.com/s/hyonelf145oc6zk/ebook_impacto_%20socioamb-min.pdf?dl=0>. Acesso em: 22 out. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. IPT. **Gerenciamento de resíduos integrado aos sistemas de educação ambiental**. Disponível em: <https://www.ipt.br/solucoes/93-gerenciamento_de_residuos_integrado_aos_sistemas_de_gestao_ambiental.htm>. Acesso em: 22 out. 2019.

KOTZ, John J. C.; TREICHEL, Paul P. M.; WEAVER, Gabriela G. C. **Química Geral e reações químicas**, v.1. cap.5, São Paulo: Cengage Learning, 2012.cap.5.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. Tradução de Sandra Valenzuela. Revisão técnica de Paulo Freire Vieira. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2010.

MURTA, A. L. S.; GARCIA, A. **Reaproveitamento de óleo residual de fritura para produção de biodiesel na marinha**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br/spolm/files/028_3.pdf>. Acesso em: 21 out. 2019.

NERI, J. A.; CARDOSO, M. F. M., ALEXANDRE, J. I. S. Quantificação E Caracterização Dos Resíduos Sólidos Do Campus II Da Faculdade Ascens. In: SANTOS, João Paulo de Oliveira et al. (org.). **Resíduos sólidos: Impactos Socioeconômicos e Ambientais**. Recife -PE: EDUFRPE, 2018. p. 315-330. Disponível em: <https://www.dropbox.com/s/hyonelf145oc6zk/ebook_impacto_%20socioamb-min.pdf?dl=0>. Acesso em: 22 out. 2019.

OLIVEIRA, J. P.; SANTOS, J. S. (2019) **Gestão e gerenciamento do óleo de frituras para processos de reciclagem no município de Marechal Deodoro – AL**. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. (org). Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas, Recife: EDUFRPE p. 474-486.

ROSA, R. F. G.; NEPOMUCENO, N. A. S.; OLIVEIRA, U. C.; PEREIRA, A. L. F. F. **Avaliação do gerenciamento dos resíduos de óleos lubrificantes da cidade de Sobral – CE**. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. (org). Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas. Recife, 2019: EDUFRPE p. 448-457.

SABESP. **Programa de Reciclagem de Óleo de Fritura da Sabesp**. Disponível em: http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/programareciclagemoleo_competo.pdf. Acesso em: 21 out. 2019.

SARNO, MARIA; SPINA, DOMENICO; SENATORE, ADOLFO. **One-step nanohybrid synthesis in waste cooking oil, for direct lower environmental impact and stable lubricant formulation**. *Tribology International*, v. 135, p. 355-367, 2019.

SANTOS, G. C. F.; FREIRE, J. M. L.; PEREIRA, R. F. C.; PAZ, D. H. F. **Sensibilização de moradores do Cabo de Santo Agostinho – PE, sobre reaproveitamento do óleo de cozinha**. In: AGUIAR, W. J.; EL DEIR, S. G.; BEZERRA R. P. L (org.). *Resíduos sólidos: abordagens práticas em educação ambiental*. 2ed. Recife-PE: Editora Universitária da UFRPE, 2017, v. único, p. 153-161.

SANTOS, RENATO DE SOUZA. **Gerenciamento de Resíduos: Coleta de óleo comestível**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Logística). Faculdade de Tecnologia da Zona Leste. São Paulo, 2009. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/12841301-Gerenciamento-de-residuos-coleta-de-oleo-comestivel.html>>. Acesso em: 22 out. 2019.

SHOVE, E. **Habits and Their Creatures**. In: WARDE, A.; SOUTHERTON, D. *The habits of consumption*. Helsinki: Collegium, 2012b, Vol. 12, p. 100-113.

SHOVE, E. PANTZAR, M.; WATSON, M. **The Dynamics of Social Practice: Everyday life and how it changes**. London: Sage, 2012.

SHOVE, E. **Putting practice into policy: reconfiguring questions of consumption and climate change**. *Journal of the Academy of Social Sciences*, 2012a.

SHOVE, E. **The shadowy side of innovation: unmaking and sustainability**. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2012, 24:4, 363-375.

SILVA, L. N. A.; BRAZ, C. O.; PINHEIRO, A. S. F. **Confecção de sabão caseiro a partir do reaproveitamento do óleo de cozinha como ferramentas de educação ambiental em escolas de Santarém - Pará**. VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campo Grande - MS, p. 1-5, nov. 2017. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/VII-017.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2019.

SILVA, R. M. S.; MELO, A. L. M. S. (2019) **Aditivo incorporador de ar para concreto à base do óleo de fritura residual coletado na cidade de Palmeira dos Índios-AL**. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. (org). *Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas*, Recife: EDUFRPE p. 466-473.

SILVA, I. L.; NASCIMENTO, I. C. B. (2019) **Cuidados no descarte do óleo vegetal; sensibilização dos moradores de Abreu e Lima-PE**. In: NUNES, L. P. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (org). *Resíduos sólidos: Os desafios da gestão*, Recife: EDUFRPE p. 114-122.

SANTOS, C. R.; GRILLI, N. M.; GHILARDI-LOPES, N. P.; TURRA, A. **A collaborative work process for the development of coastal environmental education activities in a public school in São Sebastião (São Paulo State, Brazil)**. *Ocean & coastal management*, v. 164, p. 147-155, 2018.

1.6 RESÍDUOS SÓLIDOS NO PROCESSO DE DESMATERIALIZAÇÃO EM RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

SILVA, Gilbelly Karen da
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
gilbelly.karen@ufrpe.br

COSTA, Larissa Nascimento da
UFRPE
larissa.nascimento@ufrpe.br

SILVA, Wesley Amaro da
UFRPE
wesley.amaro@ufrpe.br

SILVA, Kardelan Arteiro de
UFRPE
kardelan.art@gmail.com

RESUMO

Existe uma preocupação no contexto geral, com o descarte adequado dos resíduos sólidos. Mediante a isso, a pesquisa demonstra a destinação dos resíduos sólidos gerados no Restaurante Universitário da UFRPE. A pesquisa teve como objetivo identificar os resíduos gerados no restaurante universitário assim como a destinação dos mesmos visando uma destinação mais sustentável, atendendo a legislação de resíduos sólidos. A pesquisa foi de natureza exploratória, com levantamento bibliográfico através de artigos científicos, revistas científicas, livros, teses e dissertações relacionadas ao ambiente de estudo, capazes de dar base à percepção do funcionamento e dinamismo do restaurante universitário. O desperdício de alimento de Janeiro a Junho de 2018 foi aproximadamente 12 toneladas. O trabalho demonstrou uma possível destinação dos resíduos sólidos do restaurante universitário através de uma gestão adequada, assim como a importância desta destinação para o ecossistema e para o desenvolvimento sustentável da instituição.

PALAVRAS-CHAVE: Rotas Tecnológicas, Gestão de Resíduos, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos são os materiais descartados pelo ser humano que podem ser reutilizados para outras finalidades. Já os rejeitos, também considerados como resíduos sólidos, não apresentam possibilidade de reuso ou de ser reciclado e são diretamente encaminhados para o aterro sanitário. Vale a pena ressaltar que os resíduos ainda apresentam algum valor econômico e/ou podem ser reaproveitados para outras atividades. A destinação adequada dos resíduos facilita a reciclagem, ou seja, reduzindo a extração de matéria prima do meio ambiente para a produção de determinados produtos, contribuindo para a manutenção do ecossistema e ampliando a capacidade de suporte dos estoques de matérias prima. Resíduos orgânicos, quando destinados à compostagem, servem para repor os nutrientes do solo. Desta forma evita-se a aplicação de fertilizantes químicos, tornando a atividade agrícola mais sustentável. Observa-se que os fertilizantes, quando em excesso no solo, pode sofrer lixiviação e comprometer os corpos d'água, causando eutrofização e, conseqüentemente, destruição do ecossistema aquático.

Na sustentabilidade existe os 3R (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), que vem com o intuito de minimizar ao máximo o desperdício de materiais ou produtos, contribuindo assim para preservação dos recursos naturais. Então, atribuir os 3R aos resíduos sólidos seria uma forma correta para que resíduos não se transformem em rejeitos. Por meio da Educação Ambiental, é possível instruir a sociedade a ter um pensamento mais sustentável, além de possibilitar a cada cidadão fazer a gestão adequada dos resíduos, conseqüentemente, preservando o meio ambiente e os recursos naturais. É fundamental garantir que as gerações futuras tenham a disposição recursos naturais para o desenvolvimento e isso depende das ações tomadas no presente.

Este trabalho tem como objetivo demonstrar a destinação dos resíduos sólidos gerado no restaurante universitário da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), visando encontrar novas formas de reuso para um resíduo que antes era visto como rejeito, destacando o valor e a contribuição dentro da cadeia produtiva além da eficiência da destinação adequada para o processo de sustentabilidade. Este estudo parte da hipótese do uso da definição de desmaterialização processual, propondo funcionalidades com esses resíduos, através da Economia Circular. Este artigo pretende contribuir positivamente para a melhoria da qualidade ambiental do ecossistema urbano, através da adoção de uma gestão ambiental efetiva.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Devido ao tempo que muitos estudantes passam dentro das Universidades, o serviço do restaurante universitário traz consigo a responsabilidade de atender a demanda estudantil em quantidade e qualidade adequadas. Este deve ter um planejamento eficiente para atender a demanda, visando atentar-se aos desperdícios gerados na produção e consumo dos alimentos. Principalmente no ramo da alimentação coletiva em instituições, cujo papel atualmente é de grande importância, destaca-se necessária a atenção aos processos e rotinas realizados dentro deste ambiente, buscando numa visão ecologicamente correta, direcionado para o melhoramento do sistema (MEDEIROS, 2017).

Para Medeiros (2017 p.14) “o princípio dos três “erres” (reduzir, reutilizar e reciclar) é uma das ações praticáveis capaz de reduzir a geração de resíduos sólidos nesses locais”. Além do papel do gestor responsável, proporcionando a conscientização aos funcionários presentes nas etapas de manejo dos alimentos através do uso racional na preparação, além do descarte e reutilização adequados dos resíduos sólidos. Infelizmente, como retrato atual muitos dos resíduos descartados não somente desta atividade em questão são encarados como rejeitos, ocorre uma perda de biomassa produtiva, além da maior geração a ser destinada a aterros sanitários.

A Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (BRASIL, 2010) define estes como “o material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (Art. 3º, inciso XVI). A partir disto, é possível perceber que os resíduos sólidos possuem capacidade poluidora, mas através de tratamentos e técnicas adequadas pode-se reintroduzi-lo no sistema ou reutilizá-lo para outros fins, descartando a característica de inutilismo muitas vezes dada. O conceito de rejeitos também atribuído pela PNRS (BRASIL, 2010) é dado como “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (Art. 3º, inciso XV). Com isso, é dada a ênfase na importância do estudo dos resíduos sólidos, o cuidado na redução de desperdício e geração, segregação adequada dos materiais cabíveis de reutilização e destinação correta.

A realidade crítica atual da gestão dos resíduos sólidos é uma temática presente em todo o mundo, capaz de afetar países tanto em desenvolvimento quanto aqueles já desenvolvidos, e é através da má gestão que são desencadeados problemas sérios ambientais e de risco à saúde humana (SANTOS et al., 2018). Um manejo sustentável é aquele capaz de promover o melhoramento na redução dos danos ambientais, pois é através deste que ocorre maior aproveitamento dos resíduos, tendo como consequência, a melhoria ecológica assim como, econômica ao poder público (NEVES; MENDONÇA, 2016). Com os problemas econômicos encontrados ultimamente nas Universidades, a adoção de uma nova visão do gerenciamento dos resíduos promove melhorias financeiras além do papel ambiental, desencadeando um desenvolvimento sustentável.

Infelizmente no cenário brasileiro, a gestão dos resíduos sólidos é uma realidade ainda distante, e é através desta característica que o país ainda conta com uma grande sobrecarga em lixões e aterros, principalmente devido ao desprezo na reciclagem, dispensando quaisquer outras possibilidades de reutilização para os diversos materiais encontrados. Para que se consiga reverter a situação, é necessário o levantamento da atual situação do país e das possibilidades de reutilização de acordo com as características de cada resíduo, promovendo a recuperação e maior tempo de vida útil, reduzindo drasticamente o volume inserido diariamente nos aterros (SILVA et al., 2018).

A Lei da Política Nacional de Resíduos sólidos (BRASIL, 2010) aponta que “na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (Art. 9º). Com a necessidade da adoção de novas visões a respeito do desenvolvimento sustentável, em meio ao ambiente caótico que vive-se nos centros urbanos brasileiros, deve-se ter a percepção de que para o desenvolvimento sustentável inicialmente o mais adequado é a não geração de resíduos, quando possível. Entretanto se é necessária a geração, deve-se aplicar técnicas cujo objetivo seja a menor utilização de recursos e melhor aproveitamento do resíduo.

A Economia Circular propõe que o sistema de processamento de produtos aberto promova um sistema circular fechado, em que são dadas funcionalidades ao máximo de resíduos possíveis, permitindo a diminuição da emissão e descarte dos mesmos. Além disso, a reinserção dos recursos gerados durante o processo deve ocorrer, para que assim ocorra a diminuição da exploração da matéria-prima, criando um ambiente sustentável e cíclico (SANTOS et al., 2018).

Sabe-se que os resíduos sólidos orgânicos gerados tanto em residências como em restaurantes podem ser utilizados na compostagem. Neste processo, os resíduos orgânicos passam por um procedimento em que os microrganismos por condições adequadas, degradam a matéria orgânica disponibilizando nutrientes para as plantas. Onde os principais benefícios, se destacam, as raízes das plantas se tornam mais capazes de absorver água e nutrientes do solo; aumenta a capacidade de infiltração de água; mantém estáveis a temperatura e acidez do solo; dificulta ou impede a germinação de sementes de plantas daninhas; e ativa a vida do solo, para que a reprodução de microrganismos benéficos favoreçam as culturas agrícolas. A disposição de resíduos sólidos mesmo que atendendo a todas as técnicas sanitárias é um desperdício, pois enterra preciosas riquezas. A compostagem vem na contramão desta ideia (PIMENTEL, et al., 2018).

Uma outra alternativa viável é a biodigestão anaeróbia, dotada da capacidade de promover o melhoramento, tratamento e aproveitamento energético do composto orgânico através da ação microbiana presente no próprio composto (VALENÇA et al., 2017). Este processo reduz a carga orgânica do resíduo e potenciais riscos sanitários, possuindo como subprodutos finais o biogás e biofertilizantes, tais subprodutos possuem como vantagens a conversão do biogás em energia térmica ou elétrica, além da utilização dos biofertilizantes como adubo, promovendo o melhoramento das características físicas e químicas do solo (KRETZER et al., 2017). Estas possíveis aplicações podem gerar o retorno econômico, além da minimização de impactos ambientais causados pela promoção da funcionalidade a estes resíduos.

Além das explorações de tratamentos positivas dos resíduos orgânicos, deve-se atentar à geração de óleo.

É importante alertar para a necessidade do descarte adequado do óleo de cozinha utilizado nas preparações das unidades de alimentação e nutrição, já que, normalmente, há um elevado consumo de frituras nesses locais. Ao destiná-lo em local incorreto, esse óleo pode provocar contaminação do lençol freático e causar danos à natureza. Portanto, deve ser reaproveitado, podendo ser encaminhado para confecção de biodiesel, sabão ou ração animal, por exemplo (MEDEIROS, 2017, p. 14).

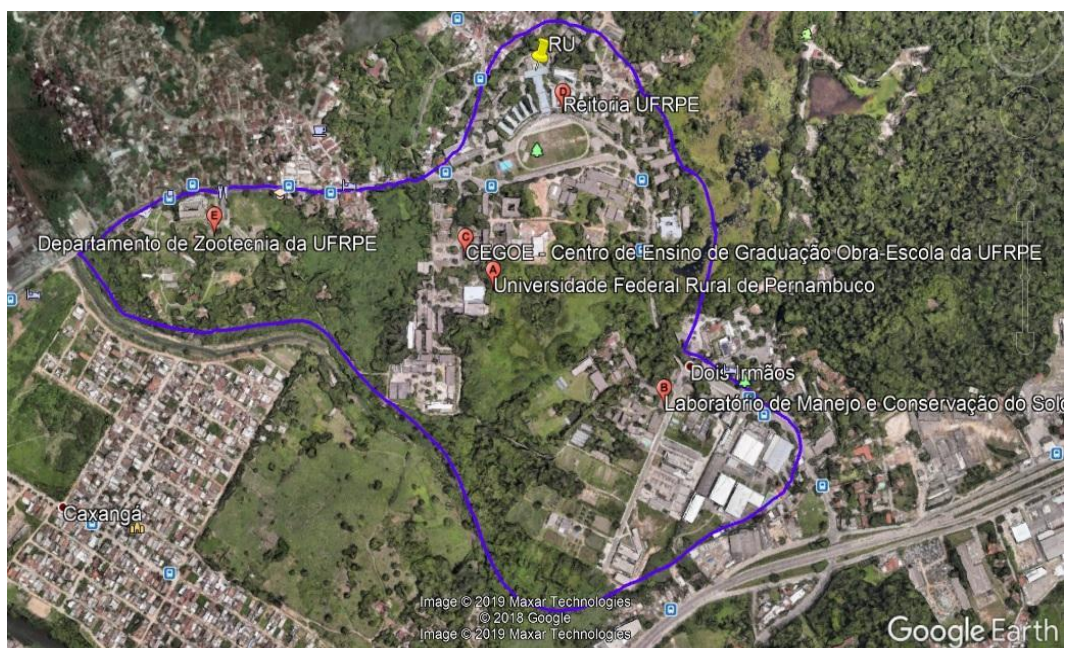
3. METODOLOGIA

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Sede, situa-se a 8 graus abaixo da linha do Equador, com as coordenadas 8°00'50.4''S de latitude e 34°57'01.5''W de longitude, estando inserida no bairro de Dois Irmãos, município de Recife-PE (Figura 1). Ambiente conhecido pela capacidade de inovação ao buscar contribuir com a superação dos problemas socioambientais e o desenvolvimento sustentável em projetos e pesquisas que envolvem as ciências tecnológicas, agrárias, humanas, sociais e exatas, abrange diversos cursos de Graduação, Mestrado, Doutorado, disponibilizando ainda ensino médio e técnico pelo Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas (Codai).

Na área do Campus Recife-Sede, o Restaurante Universitário oferece diariamente refeições entre almoço e jantar. O horário de funcionamento do almoço começa a partir das 10h30min às 14 horas, enquanto que o jantar inicia-se a partir das 16h30min até as 19 horas, funcionando de segunda à sexta durante todo o período letivo, os discentes se servem à vontade, com exceção da proteína, que tem uma quantidade fixa por aluno. De acordo com Gonçalves e Albuquerque (2018), estima-se que a média diária de refeições é de 3.500 (três mil e quinhentas). A produção

de refeições diárias no restaurante é considerada intensa, logo a produção de resíduos sólidos também é, seja de resíduos orgânicos como restos de comida, cascas de vegetais e partes dos alimentos que não são consumidas ou de resíduos inorgânicos como papel, óleo, plásticos, etc.

Figura 1. Delimitação da área da UFRPE-Campus Recife



Fonte: Adaptação do autor ao Google Earth (2019)

A pesquisa foi de natureza exploratória, com levantamento bibliográfico através de artigos científicos, revistas científicas, livros, teses e dissertações relacionados ao ambiente de estudo, capazes de dar base à percepção do funcionamento e dinamismo do Restaurante Universitário, proporcionando melhor entendimento às caracterizações dos resíduos sólidos produzidos e o sistema de gerenciamento. Foi possível, a partir disto, a explanação das rotas tecnológicas, com possíveis propostas de soluções para mitigar ou minimizar o desperdício gerado dos resíduos identificados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O restaurante universitário gera resíduos sólidos diariamente devido à alta produção de refeições para os alunos. O gerenciamento desses resíduos deve ser feito de acordo com a legislação. Em trabalho realizado por Gonçalves e Albuquerque (2018) no restaurante universitário da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de janeiro a junho de 2018, observou-se a quantidade de resíduos sólidos gerados de acordo com a classificação em orgânicos e inorgânicos conforme a (Quadro 1) apresenta.

Quadro 1. Principais resíduos gerados no restaurante universitário.

Resíduos Orgânicos	Resíduos Inorgânicos
Óleo de cozinha; Casca de verduras e hortaliças; Borra de café; Sobra do preparo (sobra limpa); Sobra dos pratos (resto-ingesta)	Papel; Papeloão; Vidros; Copos descartáveis; Guardanapos; Esponjas de prato

Fonte: Gonçalves e Albuquerque (2018)

No ano de 2019 os copos descartáveis foram substituídos por copos de alumínio reduzindo a quantidade de resíduos inorgânicos. Entretanto a pegada hídrica do RU teve um incremento associado à necessidade de lavar os copos de alumínio. A desmaterialização dos copos descartáveis contribuiu para a preservação do ecossistema global, pois o plástico é um dos principais vilões do meio ambiente.

Os resíduos orgânicos são produzidos em maior quantidade, como foi observado por Souza et al. (2017), sendo medidas como a compostagem destinação mais adequada para esse tipo de material. Martins et al. (2016) constatou que há um incremento no desperdício de alimento, de acordo com a demanda; quanto maior a quantidade de refeições a serem produzidas, maior a geração de resíduos de origem orgânica.

O desperdício de comida é algo recorrente em um restaurante, seja pelo excedente de comida que o usuário põe no prato, ou seja, mais comida que o necessário para satisfazer suas necessidades ou pelo excedente de comida feita para os usuários. É possível verificar o total de comida desperdiçada no período de janeiro a junho de 2018, com baixa significativa em março de 2018 (Figura 2). O desperdício per capita de comida foi de 17,23, que está de acordo com o que foi proposto por Vaz (2006), no qual estabelece valores aceitáveis entre 7 a 25 gramas de sobras per capita aproveitáveis. O desperdício elevado de comida está associado a falta de educação alimentar e ambiental, sendo a ambiental relacionada aos estudos sobre resíduos sólidos (MARTINS ET AL., 2016).

Figura 2. Total de comida desperdiçada entre janeiro e junho de 2018



Fonte: Gonçalves e Albuquerque (2018)

É importante que se utilize de equipamentos adequados além de pessoal capacitado para que o desperdício seja minimizado nas etapas de descasque e corte (ARAUJO, 2015). A capacitação dos funcionários é somente um dos fatores que deve-se atentar quando abordado o tema “desperdício”, outros fatores contribuintes são as características dos locais de

armazenagem e de que forma se dá este armazenamento, devendo-se adequar à temperatura, umidade, recipiente armazenador, mistura de alimentos que interfiram na aceleração do amadurecimento, além das características do produto ofertado pelo fornecedor escolhido, para que a qualidade pós colheita seja comprovada e não provoque o aumento no desperdício, promovendo impacto ambiental e social (ARAÚJO; CARVALHO, 2015). Uma vez que o país ainda sofre muito com a má distribuição dos alimentos e desperdício em grande escala, eventos desta importância devem ser evitados para que se possa dar o valor merecido ao alimento e àqueles que não o possuem. Se observado o fluxograma representativo a rota tecnológica do restaurante universitário (Quadro 2), observa-se que há diversas etapas estruturadas, mas que ainda há possibilidades de melhoria para elevação da eficiência no uso dos recursos naturais, visto a linearidade do processo.

Quadro 2. Fluxograma dos resíduos gerados no restaurante universitário.

Geração	Segregação	Acondicionamento	Manejo	Tratamento	Disposições
RU	Resíduos Orgânicos	Caçamba com tampa	Centrais de resíduos/ área especial	Compostagem	Uso específico da empresa
	Resíduos Inorgânicos	Lixeiras	Equipe de Limpeza	Empresa Especializada	Aterro Sanitário

Fonte: Autor (2019)

A rota original do restaurante universitário possui como opções de segregação dos resíduos orgânicos e os inorgânicos, em que ambos possuem condicionadores adequados para o tipo do resíduo. Os inorgânicos possuem o manejo através da equipe de limpeza que os encaminha a uma empresa especializada, transportando-os e os dispendo em um aterro sanitário. Os resíduos orgânicos são encaminhados à compostagem através de uma empresa específica que realiza tal procedimento. Segundo Gonçalves e Albuquerque (2018), até meados de 2018 existe a coleta seletiva dentro do restaurante universitário, entretanto os resíduos eram descartados em containers da empresa terceirizada responsável pela coleta destes resíduos.

O fluxograma (Figura 3) permite observar a atuação da materialização, em que há uma contribuição na destruição do ecossistema através de um consumo excessivo da matéria prima sem que haja uma preocupação, nem disposição de mecanismos que possam reduzir o efeito negativo ambiental, seja na captação da matéria prima ou na disposição final. Desta forma, é perceptível observar o principal objetivo nesta cadeia, a produção de bens de consumo, sem a tentativa de buscar alternativas que reduzam o impacto. Diante do cenário atual, principalmente estando numa instituição de ensino, é preciso mudar a percepção da logística para que não somente seja ensinado aos estudantes novas visões ambientais, tal como a desmaterialização, mas que seja exemplificado um modelo de gestão adequado ambientalmente.

Figura 3. Proposta de fluxograma dos resíduos sólidos do restaurante universitário, utilizando o método da economia circular



Fonte: Autor (2019)

É possível observar, através da proposta do modelo de Economia Circular, que há a possibilidade do maior reaproveitamento de resíduos gerados no sistema, sem que sejam descartados e encarados como rejeitos. Através deste modelo circular os resíduos ganham novas funcionalidades e valores agregados, impulsionando economias e reduzindo a geração final de resíduos encaminhados à disposição final de aterros. Desta maneira, o fluxograma propõe que a segregação seja realizada por resíduos orgânicos, resíduos secos e rejeitos, permitindo a maior possibilidade de reuso dos resíduos cabíveis ao reaproveitamento, além disso, deve-se acondicioná-los separadamente de acordo com a tipologia identificada na triagem. Desta forma, é possível realizar o manejo adequado de cada acondicionador, influenciando inclusive no nível de proteção dos funcionários responsáveis por este controle. O tratamento também deve ser realizado de acordo com as particularidades dos resíduos.

Tratando-se dos resíduos secos, a proposta mais cabível a seu reaproveitamento é a reciclagem, permitindo uma maior vida útil desses materiais tendo como consequência o impacto positivo na redução de geração. Aos resíduos orgânicos há a possibilidade da realização da compostagem, como já visto, este tratamento já é realizado por uma empresa terceirizada. Mas cabe a proposta da realização da compostagem pela própria Universidade, utilizando o produto final para adubação de áreas do *campus*, inclusive em setores da Veterinária, Zootecnia, Engenharia Agrícola e Agronomia. Outra alternativa tema de diversos estudos atuais, é a adoção de biodigestores para geração do biogás e biofertilizantes, proporcionando menor compra e consumo de gás por empresas terceirizadas, refletindo economicamente nos custos da Universidade. Deve-se atentar principalmente ao descarte adequado do óleo de cozinha utilizado no preparo das refeições, possuindo alternativas de reaproveitamento a confecção de

biodiesel, sabão ou ração animal, reinserindo novamente na própria universidade permitindo a redução de custos em diversos setores (MEDEIROS, 2017). A disposição final dos rejeitos é o aterro sanitário, não permitindo mais nenhum tipo de reaproveitamento.

Este processo de Economia Circular está relacionado à Desmaterialização, que visa a diminuição do uso da matéria prima, através da revisão do processo produtivo, da abordagem de formas de reciclar resíduos passíveis de reciclagem, além da produção de bens de consumo com tais resíduos, possuindo como objetivo principal a preservação do ecossistema. No estudo em questão, esta realidade é aplicada através do reuso do biogás produzido advindo do material orgânico, além da utilização do produto final da compostagem no próprio *campus*. Do tratamento adequado do óleo produzido há a possibilidade da inserção na Universidade na produção de sabão ou de biogás. Da diminuição de alimentos produzidos através da percepção dos desperdícios gerados diariamente pelos consumidores do restaurante, poderá ter lugar a compostagem. Da reciclagem dos resíduos secos e da conscientização dos usuários em evitar o desperdício, poderá haver um maior aproveitamento, menor desperdício e, como consequência, menor impacto ambiental.

A Economia Circular também está atrelada à transmaterialização, que se configura na troca de materiais na prestação de serviços ou na produção de um bem de consumo ou durável. Desta forma, é possível observar que o restaurante já possui um exemplo da transmaterialização, através da substituição de copos descartáveis por copos de alumínio. Já a imaterialização, que se baseia na preservação do meio ambiente através da troca de produtos individuais por coletivos e da virtualização dos processos, ainda não há experiências implantadas. Com a adoção da Economia Circular, a Universidade traria benefícios econômicos para si, reduziria a Pegada Ecológica e iria promover a conscientização dos docentes, discentes e funcionários que fazem parte desta rede, contribuindo positivamente a redução de impacto ao meio ambiente e servindo como modelo para outras instituições. Além do mais, compreende-se que as Universidades Federais são centros de excelência, onde práticas inovadoras devem ter lugar para que sejam replicadas pela sociedade como um todo.

5. CONCLUSÕES

A destinação adequada dos resíduos sólidos, do restaurante universitário, além de tornar suas atividades mais sustentáveis, proporciona a conservação do ecossistema. A compostagem serve para a agricultura devolvendo os nutrientes ao solo e o solo fornece esses nutrientes às plantas, sendo assim as perdas de energias do ecossistema é reduzida. A desmaterialização de produtos como copos descartáveis reduz os impactos ambientais causados por este elemento ao meio ambiente, sendo o plástico e os derivados do petróleo os principais vilões ao meio ambiente. Reuso de óleo para outras atividades é de fundamental importância para os corpos hídricos da região, pois, esse composto apresenta alto potencial degradador ao meio ambiente e pode causar danos graves ao ecossistema marinho.

O trabalho demonstrou uma possível destinação dos resíduos sólidos do restaurante universitário através de uma gestão adequada desses resíduos, assim como a importância desta destinação para o ecossistema e para o desenvolvimento sustentável da instituição.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. L.; GONÇALVES, M. M. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UM ESTUDO NO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UFRPE À LUZ DA AGENDA AMBIENTAL NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA. Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/20/anais/arquivos/198.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2019.
- ARAUJO, E. M. L.; CARVALHO, A. C. M. S. Sustentabilidade e geração de resíduos em uma unidade de alimentação e nutrição da cidade de Goiânia-GO. **Artigo científico**. p. 775-796, 2015. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/17035>>. Acesso em: 21 de out. 2019.
- GONÇALVES, M. M. Alimentação e Sustentabilidade: agenda ambiental na administração pública (A3P) no Restaurante universitário da UFRPE e a contribuição da Educação Ambiental. Recife, 2018. Disponível em: <http://profiap.ufrpe.br/sites/profiap.ufrpe.br/files/documentos/alimentacao_e_sustentabilidade._agenda_ambiental_na_administracao_publica_a3p_no_restaurante_universitario_da_ufrpe_e_a_contribuicao_da_educacao_ambiental.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.
- KRETZER, S. G. PRODUÇÃO DE BIOGÁS COM DIFERENTES RESÍDUOS ORGÂNICOS DE RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO. **Trabalho de Conclusão de Curso**. v.5, n.4, p.551-565, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/174375>>. Acesso em: 20 out. 2019.
- MARQUES, Carolina Soares, et al. Experiência de educação ambiental em escola pública de Boa Vista-RR: conhecendo e aproveitando resíduos escolares. In: AGUIAR, Wagner José de; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; BEZERRA, Raísa Prota Lins (org.). Resíduos Sólidos: abordagens práticas em educação ambiental. 2 ed. Recife: EDUFRPE, 2017. p. 64-73. Disponível em: <https://www.dropbox.com/s/ffwlixroo7ex96r/Epersol_2017_Educacao_ambiental.pdf?dl=0>. Acesso em: 21 out. 2019.
- MARTINS, R. F. Q, et al., Estudos dos Resíduos Sólidos Gerados no Restaurante Universitário da UFMT - Campus Cuiabá. 2016. disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/estudos-dos-resduos-slidos-gerados-no-restaurante-universitrio-da-ufmt-campus-cuiab-24037>>. Acesso em: 18 out. 2019.
- MEDEIROS, Desirée de Souza. Condutas de sustentabilidade na produção de refeições em restaurantes universitários. Porto Alegre. 2017. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/188628>>. Acesso em: 18 out. 2019.
- PIMENTEL, Sandra Morgana de Freitas, et al., Compostagem, método mais adequado ao tratamento dos resíduos sólidos orgânicos urbanos: experiência no município de Belo Jardim - PE. In: SILVA, Rodrigo Cândido Passos da, et al., (org.). Resíduos Sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular. 1 ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 369-379. Disponível em: <https://www.dropbox.com/s/wp06pini2mzr1jv/ebook_Tecnologias_e_Boas_Praticas.pdf?dl=0>. Acesso em: 20 out. 2019.
- RÊGO, Aline Gonçalves do. Resíduos sólidos inorgânicos do Restaurante universitário da UFPB - Campus IV, Rio Tinto/PB. 2018. 29 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/4447/10/AGR13062018.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2019.
- SANCHES, M. J. S. *et al.*, Análise dos resíduos sólidos gerados no restaurante universitário do instituto de natureza e cultura da UFAM. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/I-021.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2019.

SANTOS, João Paulo de Oliveira, et al., Economia circular como via para minimizar o impacto ambiental gerado pelos resíduos sólidos. In: SILVA, Rodrigo Cândido Passos da, et al., (org.). Resíduos Sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular. 1 ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 8-17. Disponível em: <https://www.dropbox.com/s/wp06pini2mzr1jv/ebook_Tecnologias_e_Boas_Praticas.pdf?dl=0>. Acesso em: 20 out. 2019.

SILVA FILHO, José Adalberto da, et al., Avaliação do potencial de aproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos para compostagem no município de Dois Riachos - AL. In: SILVA, Rodrigo Cândido Passos da, et al., (org.). Resíduos Sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular. 1 ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 380-391. Disponível em: <https://www.dropbox.com/s/wp06pini2mzr1jv/ebook_Tecnologias_e_Boas_Praticas.pdf?dl=0>. Acesso em: 20 out. 2019.

SOUZA, M. P., *et al.*, Diagnóstico preliminar do gerenciamento de resíduos sólidos em um câmpus universitário. Disponível em: <<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/346>>. Acesso em: 18 out. 2019.

VALENÇA, Rebeca Beltrão, et al. Potencial de geração de biogás a partir da biometanização de resíduos orgânicos de restaurante universitário. In: BEZERRA, Raísa Prota Lins; AGUIAR, Wagner José de; EL-DEIR, Soraya Giovanetti (org.). Resíduos Sólidos: gestão em indústrias e novas tecnologias. 2 ed. Recife: EDUFRPE, 2017. p. 291-299.

ZANETI, I. C. B.; VILARINHO, M. T. Produção de biogás: aproveitamento energético de resíduos alimentares do restaurante universitário da Universidade de Brasília. In: VASCONCELOS, Lia; MORAIS, Manuela, (eds.). Transformando o nosso mundo: A REALP NO CAMINHO DE 2030. Moçambique: Maputo, 2016. p. 22-24. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=Produção+de+biogás%3A+aproveitamento+energético+de+resíduos+alimentares+do+restaurante+universitário+da+Universidade+de+Brasília&btnG=>>. Acesso em: 13 out. 2019.

DESMATERIALIZAÇÃO NA ROTA TECNOLÓGICA DE RESÍDUO ORGÂNICO DO RESTAURANTE DO TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE PERNAMBUCO

SOUZA, Amanda Lima de
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
amandalisouza@gmail.com

BARROS, Arthur André de Rodrigues
UFPE
barros.arthur082@gmail.com

SOUZA, Beatriz Pessoa de
UFRPE
beatrizpsouza@gmail.com

SILVA, Thamirys Suelle da
Grupo Gestão Ambiental de Pernambuco da Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Gampe/UFRPE)
thamiryssuelle@gmail.com

RESUMO

A gestão de resíduos sólidos orgânicos é uma temática complexa, pois lida desde problemas em escalas de gestão, como rotas tecnológicas lineares, até questões de engajamento socioambiental. Essa problemática fica ainda mais evidente quando se observa os restaurantes como grandes produtores desse tipo de resíduo. A partir disto, este presente artigo fornece um estudo de caso sob o caráter de pesquisa exploratória e descritiva, envolvendo possibilidades de aperfeiçoamento no gerenciamento resíduos orgânicos, com sugestões de novas rotas tecnológicas propositivas ao restaurante do Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco. A análise foi feita por meio de observações in situ, dados primários obtidos através do restaurante e revisão bibliográfica para melhor entendimento do que poderia ser proposto. O resultado demonstrou que atualmente o restaurante não segue os padrões exigidos por Lei e, com isso, as rotas propostas visam prioritariamente corrigir esse obstáculo aplicando a desmaterialização como estratégia principal. Tal estudo pode ser aplicado a casos similares, auxiliando assim a melhoria da qualidade ambiental e o fortalecimento do gerenciamento dos resíduos como proposição para a sustentabilidade institucional.

PALAVRAS-CHAVE: Desmaterialização, Rota tecnológica, Resíduo orgânico.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um dos principais temas discutidos pela sociedade e vem, cada vez mais, ganhando importância na contemporaneidade. Esta relevância reflete a complexidade do tema, que é composto de aspectos que vão além do ambiental, perpassando o econômico e social (ELKINGTON, 2013), além de outros aspectos e inter-relações. A partir do entendimento da importância, vários governos passaram a adotar práticas sustentáveis em escalas locais, enquanto órgãos internacionais também começam a fomentar a necessidade de avaliar-se essa questão. Esta visão é ratificada pela ação promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU) quando da reformulação dos 8 Objetivos do Milênio para os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, conjuntamente com 169 metas (ONU, 2015).

No Brasil, a Lei 12.305 que estipula a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) versa sobre responsabilidade compartilhada, Logística Reversa e outros pontos imprescindíveis para a Gestão de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Esta estabelece bases concretas para planejamento e programação de uma gestão apropriada para os resíduos, destacando-se diretrizes como redução de desperdícios e quantidade de volumes de resíduos gerados, separação correta dos resíduos em classes e tipos, reutilização de materiais e reciclagem dos resíduos, e seu retorno à origem do ciclo como matéria-prima (MESQUITA, 2019).

Apesar dessa Lei, a gestão dos resíduos, em geral, ainda não está plenamente estruturada em todos os âmbitos e esferas de governo e da iniciativa privada. De Andrade (2011) demonstra isso para questões de resíduos sólidos; Brito et al. (2018) apresenta os desafios na gestão de resíduos hospitalar; além de trabalhos explorando as deficiências nos demais aspectos serem comumente encontrados como temas relevantes para uma reflexão. Tratando de gestão de resíduos sólidos, a ausência da coleta seletiva configura-se num problema, pois a falta de separação correta dos resíduos inviabiliza a reciclagem dos materiais e a adoção do princípio da Economia Circular (PHILIPPI et al., 2004; LORA; VENTURINI, 2012). Além disso, estudos comprovam que o Brasil ainda não tem capacidade para acondicionar todo o resíduo gerado. Desta forma observa-se que a PNRS não apresenta efetividade, visto que em todos os municípios há situações de não conformidade técnica e legal no gerenciamento dos resíduos, além do depósito irregular de resíduos e rejeitos em locais inapropriados, tendo em vista que os mesmos não oferecem segurança ao meio ambiente, podendo contaminar solos, ar e lençóis freáticos (ABRAMOVAY et al., 2013).

A partir da validação das Leis sobre os resíduos, muitas empresas e repartições públicas vêm alterando a forma de gerenciamento dos resíduos, criando alternativas sustentáveis e modificando as rotas tecnológicas das diversas gravimetrias existentes com o intuito de se adequar às normas ambientais. Entretanto, estudos demonstram que ainda falta bastante para alcançar uma boa gestão, principalmente se tratando das repartições públicas. Isso se deve a motivos diversos, a depender do tipo de repartição. Encontra-se como pontos passíveis de melhoria o sistema de fiscalização que é escassa, a ineficiência de um Plano de Gestão Integrada e a baixa compreensão dos preceitos legais são os motivos para a falta de avanços na GRS (PASSOS et al., 2018) enquanto que em outros locais, esse processo de melhora na gestão é lento, devido a falta de participação efetiva dos funcionários (GALENO et al., 2018).

Apesar das diferenças entre as repartições, todas devem seguir a Lei vigente, apresentando e implementando o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Neste contexto de melhora, que o presente trabalho objetiva analisar a rota tecnológica dos resíduos sólidos orgânicos gerados pelo restaurante do Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco (TCE-PE), a fim de propor soluções que visem à desmaterialização dentro dos novos modelos de rotas tecnológicas, promovendo práticas sustentáveis que influenciam positivamente no crescimento do estabelecimento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em resíduos sólidos, uma das problemáticas menos citadas é a questão de resíduos orgânicos. Isso é perceptível quando se observa a falta de uma definição para o termo na PNRS (BRASIL, 2010). Também é um paradoxo quando se analisa a quantidade desse tipo de resíduo que é produzida no país. Apesar de serem considerados como resíduos não perigosos pela classificação da ABNT NBR 10004, a importância de gerenciar adequadamente esse tem vinculação com os danos potenciais que pode causar, assim como as possibilidades econômicas que este apresenta (JUFFO, 2013; ZAGO et al., 2019). Nesse sentido, a NBR 10.004 da ABNT (2004, p. 9) considera que os resíduos podem ser divididos em duas classes levando em conta os riscos potenciais de contaminação do meio ambiente: a) Resíduos classe I ou perigosos; b) Resíduos classe II - não perigosos: sendo subdivididos em: Classe II A - Não-Inertes; Classe II B - Inertes. Dessa forma, entende-se que os resíduos sólidos orgânicos são todos resíduos não inerte de origem conhecida (animal ou vegetal), ou seja, que recentemente fazem parte de um ser vivo, como por exemplo: frutas, hortaliças, folhas, sementes, cascas de ovos, restos de carnes, dentre outros (BENTO et al., 2013).

No Brasil, é perceptível a problemática de resíduos orgânicos quando se observa dados como os da Associação Municipal dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE), descrevendo que apenas 1% de 37 milhões de toneladas de lixo orgânico são reaproveitados (ASSEMAE, 2019). Nessa perspectiva, as políticas de gerenciamento dos estados passaram a ter uma grande importância para amenizar esta deficiência. Em Pernambuco, 56,46% dos resíduos sólidos são de caráter orgânico e, devido a isso, uma das estratégias prioritárias é desenvolver pesquisas e novas tecnologias de utilização dessa matéria-prima (SEMAS, 2012). Um dos processos desenvolvidos atualmente com este intuito é o estudo das Rotas Tecnológicas, de modo a propor soluções e alternativas sustentáveis para a destinação do resíduo.

As Rotas Tecnológicas são o resultado de um processo colaborativo, baseado no método *Technology Roadmapping* (FIRJAN, 2015). De acordo com BNDS (2013), a rota é composta por tecnologias e fluxos dos resíduos sólidos, formando um conjunto de processos que vão desde a geração até a disposição final (COLVERO, 2014). Este se destacou por ser uma ferramenta gerencial que dá suporte ao planejamento estratégico das organizações. É comumente utilizado para alinhar as capacitações tecnológicas aos seus produtos e planos de negócio, permitindo que a estratégia da organização e suas respectivas tecnologias caminhem lado a lado (FIRJAN, 2015). Atualmente, percebe-se uma mudança de cultura nas empresas, que identificam o investimento em serviço e pesquisa ambiental como um ativo de inovação para agregar valor à sua imagem, produtos e processos. Além das adequações normativas, as ações da área de meio ambiente tem como objetivo tornar as empresas mais competitivas, com soluções tecnológicas para redução de custos e perdas na produção, utilização racional de recursos naturais, processos mais eficientes e, principalmente, alcançar novos mercados (FIRJAN, 2015).

Uma das alternativas de inovação na indústria é a utilização do conceito de desmaterialização dos processos, nos produtos e nos resíduos produzidos (ROBERT et al., 1990). A desmaterialização é uma nova ideia de pesquisa para resolver problemas ambientais. O conceito de desmaterialização no estágio inicial enfatizava apenas a redução do consumo de recursos (COLOMBO, 1988; WERNICK; AUSUBEL, 2003). Com o extenso desenvolvimento de pesquisas relacionadas, este conceito foi enriquecido, agora enfatiza o crescimento econômico (CHEN et al., 2003). A redução da pressão ambiental nesta área inclui tanto a diminuição de recursos, consumo e declínio da poluição (DAI; LIU, 2018).

Esse formato de mercado dá suporte a dois quocientes: a suficiência (um padrão normativo de bem-estar e necessidades do consumidor) e eficiência tecnológica (em que, atinge responsabilidades socioambientais, mediadas pela necessidade de produção além de uma função econômica exaurida de alternativas). Tal afinilamento recorre a desmaterialização como uma ferramenta de passaporte coletivo para pluralidade eco-concebida, sendo originada por uma concepção de coletividade em que aceita seus entes em disposição horizontal cíclica, equivalendo-os na importância de seus direitos e deveres, um atributo da processualidade objetivada à Sustentabilidade Ambiental (PIMENTEL et al., 2017).

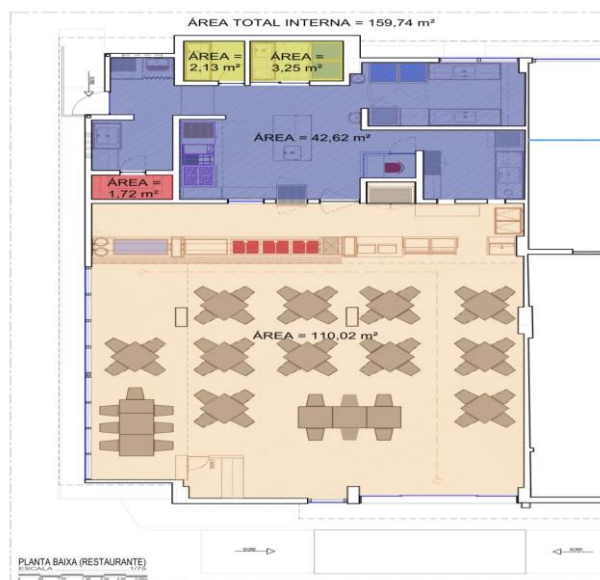
Os métodos de reaproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos, que somam aproximadamente metade do entulho domiciliar no Brasil (SILVA et al., 2019), estão colocados nas pesquisas como um tema emergente. Ainda no âmbito da desmaterialização de resíduos orgânicos, em que são constituídos basicamente por restos de animais, vegetais ou frutas descartados de atividades antrópicas, podem ter diversas origens, como doméstica ou urbana (cascas de alimentos e podas), agrícola ou industrial (resíduos de indústria madeireira, agroindústria alimentícia, frigoríficos...), de saneamento básico (lodos de estações de tratamento de esgotos), entre outras. A sinergia aqui se trata de um cenário “catalisador de recursos sociais e energias projetais e criativas” (MANZINI et al., 2017) nas quais a inovação se orientaria a atividade empresarial de reciclagem atribuindo melhores soluções em âmbito econômico-ecológico no local. Neste sentido, estudar a melhoria das rotas tecnológicas dos resíduos orgânicos na realidade de um restaurante de médio porte poderá servir como norteador para outros casos similares.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

Para a realização deste estudo, foi escolhido o restaurante O Porto (Figura 1) que situa-se dentro do Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco (TCE-PE). Este oferece refeições de café da manhã e almoço de segunda à sexta-feira e possui o fluxo de em média 200 pessoas por dia, compreendendo uma área total interna de 159,74 m².

Figura 1 - Planta baixa da área de estudo



3.2 Classificação da pesquisa

A metodologia, em um nível aplicado, segundo Prodanov e Freitas (2013) “examina, descreve e avalia métodos e técnicas de pesquisa que possibilitam a coleta e o processamento de informações, visando ao encaminhamento e à resolução de problemas e/ou questões de investigação.” Para o desenvolvimento deste trabalho, realizou-se pesquisa de natureza aplicada com finalidade prática, que segundo Vergara (2007), “é fundamentalmente motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, mais imediatos, ou não”. Quanto à forma de abordagem, classifica-se como um estudo exploratório. A pesquisa exploratória, que pode ser realizada através de diversas técnicas, permite ao pesquisador definir o problema de pesquisa e formular a sua hipótese com mais precisão, também permite escolher as técnicas mais adequadas para suas pesquisas e decidir sobre as questões que mais necessitam de atenção e investigação detalhadas (GUEDES, 2019).

No tocante aos objetivos realizou-se pesquisa exploratória, que segundo Vergara (2007), “é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado” assim como se configurou neste estudo. Sendo ainda classificada como descritiva, onde Gil (2009) afirma que, “as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relação entre variáveis”. No caso da presente pesquisa, descrevem-se os atuais procedimentos realizados pelo estabelecimento do gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos, da segregação à disposição final. Quanto aos procedimentos técnicos, ou seja, a maneira pela qual se obtêm os dados necessários para a elaboração do estudo, foi realizada pesquisa bibliográfica que de acordo com Vergara (2007), “é o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado”.

Conforme Marconi e Lakatos (2003), as técnicas de coleta de dados “são um conjunto de preceitos ou processos de que se serve uma ciência; são, também, as habilidades para usar esses preceitos ou normas, na obtenção de seus propósitos”. Logo, refere-se à parte prática do conteúdo coletado e observado. Foram observados os processos de gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos. Marconi e Lakatos (2003) explicam que o observador não interage, de forma alguma, com o objeto de estudo no momento em que realiza a observação e não poderá ser considerado como participante.

O impacto ambiental causado pelas grandes quantidades de sobras de alimento dos restaurantes e a falta ou má destinação final empregada é preocupante no cenário nacional e é ocasionada pela ausência de planejamento e controle do cardápio, na manipulação, produção e no consumo dos alimentos (SILVA, 2008). Diante desta situação, foi feita a análise quanto ao gerenciamento do resíduos orgânicos da segregação à destinação e coleta de dados primários. Logo após o estudo, os dados foram observados quanto à conformidade com as legislações vigentes.

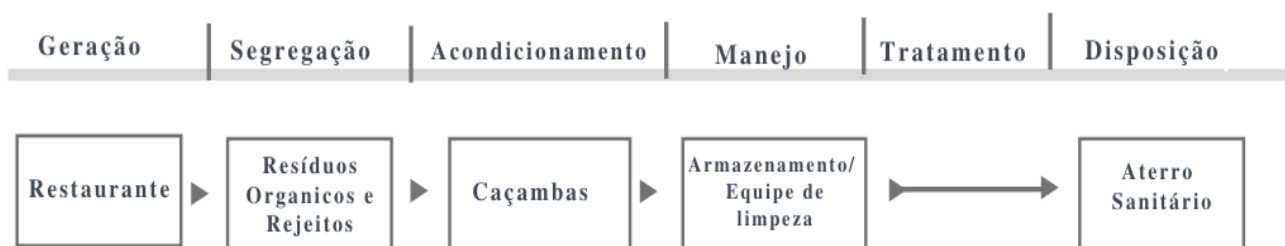
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Ferronato et al. (2019), a introdução de estratégias eficazes de gestão de resíduos em países em desenvolvimento deve ser considerada uma ferramenta para melhorar a sustentabilidade a nível global e local, sendo que muitas barreiras devem ser superadas, como o estabelecimento de políticas ambientais, investimentos efetivos, inclusão social e conscientização pública. Neste sentido, Wan Shen e Choi (2018) destacam que o apoio público para a política ambiental pode promover comportamentos pró-ambientais e facilitar a implementação de políticas ambientais focadas no gerenciamento dos resíduos.

Para Bouzarour-Amokrane, Tchangan e Peres (2015), as empresas estão atentas ao conceito de sustentabilidade em relação aos produtos de fim de vida, para se manterem em conformidade com as normas ambientais e agregarem valor à imagem institucional, face acessibilidade do consumidor. Tal preceito econômico está amparado na percepção de que os sistemas precisam garantir a disposição de rejeitos, de acordo com as restrições ambientais, além de buscar formas de otimização no uso dos recursos econômicos.

Partindo-se de referenciais teóricos, observa-se diferentes modelos operacionais de rotas tecnológicas, por grau de complexidade, tomando por base passos operacionais do gerenciamento sendo estes: (i) geração; (ii) segregação; (iii) acondicionamento; (iv) manejo; (v) tratamento e (vi) disposição (BOTELLO-ÁLVAREZ. et al., 2018). Para tanto, foram utilizadas rotas tecnológicas (DANTAS et al., 2013) buscando compreender potencialidades e vulnerabilidades, além da conformidade legal, visando ser norteador para empreendimentos que queiram adotar as melhores tecnologias existentes (GALENO et al., 2018). Foi esquematizado o fluxograma atual dos resíduos orgânicos gerados pelo restaurante que segundo a legislação, é um modelo não sustentável, estando em desacordo com as normas vigentes, onde resíduos e rejeitos são coletados e dispostos conjuntamente em aterros sanitários. Segundo a ABNT NBR 10004, a gestão de resíduos compreende desde a produção do resíduo até a disposição final, portanto o descumprimento da destinação adequada, torna a empresa passível de crime ambiental. A partir do levantamento deste fluxograma (Figura 2), foi possível diagnosticar de maneira pontual as etapas de fragilidade da atual rota.

Figura 2. Fluxograma de rota tecnológica atual do restaurante



Fonte: Adaptado de AGUIAR et al., (2019)

Pode-se observar que o restaurante apresenta limitações em seus processos, principalmente, no que diz respeito à gestão de resíduos, que envolve na caracterização dos resíduos sólidos gerados, forma de armazenamento, tipo de coleta, tempo de periodicidade do transporte, modelos de tratamentos e locais de destino. De acordo com Acre e Castilho (2013), entre os desafios mencionados para implantar a gestão ambiental em uma empresa do setor de alimentos e bebidas, destaca-se a falta de consciência ecológica dos funcionários, seguida pela ausência de apoio e incentivo do poder público para a coleta seletiva.

Para elevar a eficiência processual do restaurante, foram esquematizados fluxogramas de rotas tecnológicas propositivas, criando um modelo de gestão de resíduos que priorize o reaproveitamento dos materiais, além de apresentar todas as etapas de segregação por tipologias, especialmente para resíduos sólidos orgânicos, efetivando o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (GIRS). A partir de pesquisa exploratória, teve-se como base qualitativa dos dados levantados realizados por estudos bibliográficos e documentais, além de observação em campo. Estes devem ter aderência ao *case*, objeto de estudo (AGUIAR; EL-DEIR, 2019).

Neste sistema estratégico (Figura 3), ainda que linear, há uma reaproveitamento mais sistemático, possibilitando um maior reaproveitamento e destinação adequada de materiais compa. Neste modelo de rota tecnológica, os resíduos secos também são reaproveitados, beneficiando o trabalho das cooperativas de catadores de materiais recicláveis. A coleta seletiva é uma das ações cruciais para operacionalizar a rota e reverter a destinação inadequada de resíduos sólidos. Ainda nessa rota, já se pode observar uma destinação mais adequada dos resíduos orgânicos a partir da compostagem. A compostagem não apresenta uma definição única, sendo tratada por Pereira Neto (1987) como um processo aeróbio controlado, onde se desenvolvem populações de microrganismos que ao final do processo de duas etapas (mesofílica e termofílica), irão gerar um produto viável. Outros autores defendem que é um processo anaeróbico, e divergem um pouco desse conceito (HAUG, 1980).

Dentro do estudo de caso, a compostagem entra como um fator bastante útil pois o adubo produzido pode ser diretamente aplicado no jardim do TCE, onde é gasto R\$ 700,00 a cada trimestre só se tratando de adubos de qualidade. A partir do momento da implantação dessa nova rota, onde os adubos viriam do próprio resíduo do restaurante. Além de diminuir os gastos públicos, esta medida resultaria na adequação às Leis e Normas vigentes, a qual deve ser uma exigência na contratação desse tipo de prestadora de serviço para repartições públicas. A utilização de compostagem na rota tecnológica é bastante conhecida na literatura, sendo sempre considerada uma forma positiva de gestão desse tipo de resíduo (FERNANDES, 1999).

Figura 3. Fluxograma de rota tecnológica propositiva com separação parcial



Fonte: Adaptado de AGUIAR et al., (2019)

O modelo de rota tecnológica cíclica (Figura 4) compreende em uma ferramenta pertencente a gestão ambiental que pode contribuir para o gerenciamento de resíduos em todas as suas etapas de forma adequada. Ferronato et al, (2019) consideram que a Economia Circular pode representar a resposta para melhorar as atividades atuais de gerenciamento de resíduos sólidos, já que denota o princípio da valorização e reciclagem de resíduos para impulsionar economias em desenvolvimento e gerar a inclusão social de catadores.

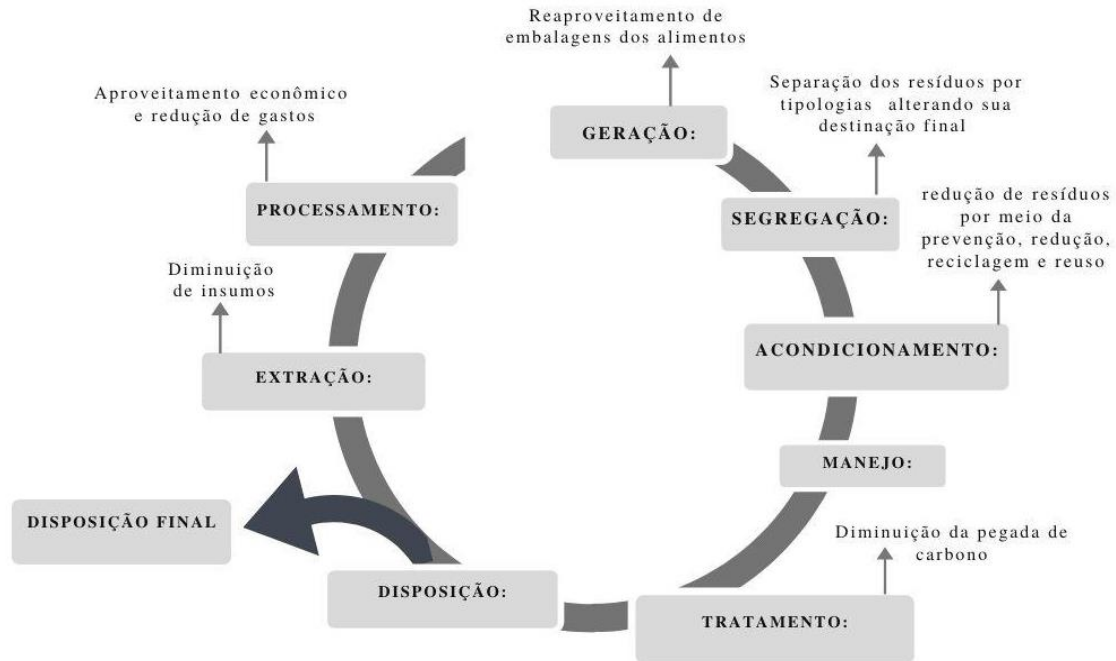
Figura 4 - Fluxograma da rota tecnológica circular propositiva como método para os resíduos sólidos orgânicos



Adaptado de AGUIAR et al., (2019)

O modelo de gerenciamento de resíduos a partir de uma rota circular define uma maior valorização dos processos, redução de impactos através das ferramentas de gestão ambiental e o reaproveitamento dos materiais na maioria das etapas. Desta forma, sendo um método funcional, eficaz e com notória qualidade operacional. No setor de restaurantes, há uma responsabilidade não só pela geração de resíduos de diferentes tipologias mas também pela geração de efluentes líquidos, desperdício de água, consumo de energia e insumos. A rota tecnológica aplicada ao conceito de desmaterialização (figura 5) é uma ferramenta contributiva com medidas de redução, reutilização e racionalização de recursos naturais.

Figura 5 - Fluxograma da rota tecnológica circular propositiva como método para os resíduos sólidos orgânicos aplicando o conceito de desmaterialização



Fonte: Dos autores (2019)

Este último modelo tem como foco procurar minimizar os impactos em cada etapa do fluxograma de rota tecnológica, trazendo soluções de desmaterialização para os resíduos sólidos orgânicos com aplicabilidade circular, elevando o percentual de reuso dos materiais e diminuindo o impacto antrópico.

Neste caso, as etapas teriam alternativas de redução de impacto, ao começar pela geração, onde pode-se rever métodos com que os alimentos chegam, criando alternativas de imaterialização de caixas de papelão e embalagens plásticas e desmaterialização, como o reaproveitamento de envoltórios dos alimentos. A segregação do resíduo por tipologias proporciona uma rota com disposição final diferente para cada tipo de resíduo gerado, diante disto, é possível reutilizar e reciclar resíduos passíveis de transformação, encaminhando para o aterro somente os rejeitos, estando alinhado com os mesmos preceitos do acondicionamento.

No tratamento, a diminuição da pegada de carbono ocorre através das atividades relacionadas para cada tipo de resíduo em tratamento adequada por cada tipologia, no caso do resíduos sólidos orgânicos, por exemplo, o mesmo pode ser encaminhado para o sistema de compostagem ou de biodigestores diminuindo o impacto e aumentando ao máximo o reaproveitamento. Caso contrário, se misturado com resíduos passíveis de incineração o impacto negativo e aumento da pegada de carbono seria maior. A diminuição de insumos na etapa da extração, se trata dos fatores de produção e diminuição da complexidade do produto, quanto mais complexo o produto mais insumos gerados. Por fim, todas estas ações, contribuem para uma diminuição de gastos e aumento econômico-ambiental finalizando a etapa do processamento.

5. CONCLUSÕES

A partir do estudo de caso das rotas tecnológicas propositivas para a destinação e reaproveitamento correto dos resíduos sólidos orgânicos, observa-se que há preceitos que devem ser estabelecidos e alterados para o atingimento mínimo da regularidade perante a lei. Realizar a segregação dos resíduos pode ser o primeiro passo para adequação às normas. Mesmo com os desafios mercadológicos, técnicos, gerenciais, administrativos e econômicos que podem atuar como fatores limitantes é importante que se criem políticas sustentáveis dentro do estabelecimento que promovam práticas ambientais. Em relação às ações de desmaterialização e imaterialização, foi observado que tal procedimento pode ser adotado não somente atuando em cima das rotas tecnológicas mas também em etapas antecedentes, ampliando a desmaterialização para além das rotas e atingindo níveis mais elevados de produtividade por meio de inovações e diversificações.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R; SPERANZA, J. S; PETITGAND, Cécile. **Lixo Zero: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera**. São Paulo: Planeta Sustentável: Instituto Ethos, 2013.

ABNT, NBR. 10.004: **Resíduos sólidos—classificação**. Rio de Janeiro, p. 1-77, 2004. Disponível em: <<https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 27 Out. 2019

ACRE, Domitilla Medeiros e CASTILHO, Fábio Roberto. **Gestão Ambiental Aplicada ao Setor Gastronômico: Proposta para Dourados-MS**. Revista Rosa dos Ventos, 5(2), p. 248-263, abr-jun,2013

AGUIAR, André Cardim de; PESSOA, Lidiane Almeida; EL-DEIR, Soraya Giovanetti Modelos de gerenciamento de resíduos sólidos: proposta para melhora contínua. **Resíduos sólidos:os desafios da gestão** / Ilana Lopes da Silva Nunes, Lidiane Almeida Pessoa, Soraya Giovanetti El-Deir.–1. ed.-Recife: EDUFRRPE, 2019.

ASSOCIAÇÃO MUNICIPAL DOS SERVIÇOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO - ASSEMAE. **Apenas 1% do lixo orgânico é reaproveitado no Brasil**. Disponível em: <http://www.assemae.org.br/noticias/item/4494-apenas-1-do-lixo-organico-e-reaproveitado-no-brasil>. Acesso em: 14 Out. 2019.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. Produto 5 – Núcleo Centro Oeste: **relatório preliminar do estado da arte sobre as rotas tecnológicas de destinação de resíduos sólidos urbanos no Brasil e no exterior. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil**, Europa, Estados Unidos e Japão. Recife/PE. Abril, 2013

BENTO, A. L.;TORRES, F. L.; MAGALHÃES, T. A. **Sistema de gestão ambiental para resíduos sólidos orgânicos**. 2013. 19 f. Universidade Federal de Alfenas. Unifal- MG. 2013.

BRASIL. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010 Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acessado em: 26 Out. 2019.

BRITO, L. D.; NÓBREGA, P. B. S.; ROCHA, E. M. R.; PEREIRA, H. S. Caracterização do fluxo dos REEE médico-hospitalar em um hospital público na cidade de João Pessoa - PB. in: **Resíduos Sólidos: Impactos socioeconômicos e ambientais/** João Paulo de Oliveira Santos, Rodrigo Cândido Passos da Silva, Daniel Pernambucano de Mello, Soraya Giovanetti El-Deir.– 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2018. 579p. : il.

BOTELLO-ÁLVAREZ, J. E.; RIVAS-GARCÍA, P.; FAUSTO-CASTRO, L.; ESTRADA-BALTAZAR, A.; GOMEZ-GONZALEZ, R. Informal collection, recycling and export of valuable waste as a transcendent factor in the municipal solid waste management: A Latin-American reality. **Journal of Cleaner Production**, v. 182, p. 485-495, 2018

BOUZAROUR-AMOKRANE, Y. B.; TCHANGANI A.; PERES, F. Decision evaluation process in end-of-life systems management, **Journal of Manufacturing Systems**, v. 37, p. 715-728, 2015.

CHEN, X.Q., Zhao, T.T., Guo, Y.Q., Song, S.Y., 2003. **Material input and output analysis of Chinese economy system**. Acta Scientiarum Naturalium (Universitatis Pekinensis)

COLOMBO, U., 1988. **The Technology Revolution and the Restructuring of the Global Economy. Globalization of Technology: International Perspectives**. National Academy Press, Washington, D.C

COLVERO, Diogo Appel et al. **Análise das rotas tecnológicas existentes para os resíduos sólidos urbanos no município de Cidade Ocidental/GO**. 2014.

DAI, T.; LIU, R. Dematerialization in Beijing from the perspective of material metabolism. **Journal of Cleaner Production**, 2018.

DANTAS, G. A.; LEGEY, L. F. L.; MAZZONE, A. Energy from sugarcane bagasse in Brazil: **An assessment of the productivity and cost of different technological routes**, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 21, p. 356-364, 2013

DE ANDRADE, Rafael Medeiros; FERREIRA, João Alberto. **A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização**. Rede - Revista Eletrônica do PRODEMA, v. 6, n. 1, 2011.

ELKINGTON, John. Enter the triple bottom line. In: **The triple bottom line**. Routledge, 2013. p. 23-38.

FERNANDES, Paulo Alexandre Lopes. **Estudo comparativo e avaliação de diferentes sistemas de compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 1999. Tese de Doutorado.

FERRONATO, N; RADA, E. C; PORTILLO, M. A. G; CIOCA, L. I; RAGAZZI, M; TORRETTA, V. Introduction of the circular economy within developing regions; A comparative analysis of advantages and opportunities for waste valorization. **Journal of Environmental Management**. v, 230, p. 366-378, 2019.

FIRJAN - SISTEMA FIRJAN. **Rotas Tecnológicas, planejamento 2015-2020**. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/rotas-tecnologicas-planejamento-2015-2020.htm> acesso em: 27 Out. 2019

GALENO, S. B.; BANJA, M. L.; SILVA, S. B. A gestão de resíduos sólidos na justiça eleitoral de Pernambuco; considerações para o programa de educação para a sustentabilidade. In: MELLO, D.P.; EL-DEIR, S.G.; SILVA, R. C.; SANTOS, J. P. O. **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada**. Recife: EDUFRPE, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GUEDES, Flávio Leôncio; GUSMÃO, Amanda Cristina Santos; SILVA, Rafaela de Sá Oliveira; DE SOUZA, Paulo Sérgio. Resíduos sólidos urbanos: Um risco para a aviação brasileira. in: **Resíduos Sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**/ André Cardim de Aguiar, Kardelan Arteiro da Silva, Soraya Giovanetti El-Deir.– 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2019. 557p. : il.

HAUG, Roger Tim. **Compost engineering; principles and practice**. Technomic Publishing, 1980.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável Brasil 2012**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv59908.pdf>> Acesso em: 20 Out. 2019

JUFFO, Everton Eduardo Lopes Dias. **Resíduos sólidos orgânicos: da geração em estabelecimentos de produção de alimentos em um shopping à destinação final na alimentação de suínos**. 2013. Dissertação de Mestrado.

LORA, E. E. S.; VENTURINI, O. J. **Biocombustíveis**, Rio de Janeiro: Interciência, 2012

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2017.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MESQUITA, Renata Mattos; CORDEIRO, Luiz Felipe Alves; SOUZA, Vilma Alvees. Resíduos Sólidos da construção civil do TJPE. in: **Resíduos Sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**/ André Cardim de Aguiar, Kardelan Arteiro da Silva, Soraya Giovanetti El-Deir.– 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2019. 557p. : il.

ONU - Organização das Nações Unidas. **17 Objetivos para Transformar o Nosso Mundo** 2015. Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 23 Out. 2019

PASSOS, C. R.; LIMA, E. M.; QUEIROZ, J. M. S.; LIRA, C. W. P. O problema dos resíduos sólidos na administração pública de ensino: Estudo de caso do IFPE - Campus Afogados da Ingazeira - PE. in: **Resíduos Sólidos: Impactos socioeconômicos e ambientais** / João Paulo de Oliveira Santos, Rodrigo cândido Passos da Silva, Daniel Pernambucano de Mello, Soraya Giovanetti El-Deir.– 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2018. 579p. : il.

PEREIRA NETO, J. T. (1987) – **A Low Cost Technology Approach on the Treatment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting** – Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Leeds, Inglaterra

PHILIPPI, J. A; ROMÉRO, M. A; BRUNA, G. Co. **Curso de Gestão Ambiental: estudo e ensino**. São Paulo: Manole, 2004

PIMENTEL, Bento G. S., RODRIGUES A. S. Manoel, SANTOS, Núbia. **O desenvolvimento de uma composteira doméstica**. Simpósio Brasileiro de Design Sustentável/International Symposium on Sustainable Design. ISSD - SBDS - Anais, 2017, At Belo Horizonte.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico** [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROBERT HERMAN, SIAMAK A. ARDEKANI, and JESSE H. AUSUB'EL. **Dematerialization**, 1990

SEMAS – SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco**. Recife: SEMAS, 2012. 304 p.

SILVA, F. S. A.; MENEZES, C. S. R.; DUTRA, E. D.; AQUINO, K. A. S. Avaliação e implantação da biorefinaria experimental de resíduos sólidos orgânicos (berço) no campus Recife da UFPE. in: **Resíduos Sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**/ André Cardim de Aguiar, Kardelan Arteiro da Silva, Soraya Giovanetti El-Deir.– 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2019. 557p. : il.

SILVA, S. D. **Restaurantes: Estudo sobre o aproveitamento da matéria-prima e impacto nas sobras do meio ambiente**. (Dissertação) Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade de Taubaté: SP. 2008. 64f.

VERGARA S. C. **Projetos e relatórios da pesquisa em administração**. – 9. Ad. – São Paulo: Atlas, 2007.

WAN, C; SHEN, G. Q; CHOI, S. Differential public support for waste management policy: The case of Hong Kong. **Journal of Cleaner Production**, v. 175, p. 477-488, 2018.

ZAGO, Valéria Cristina Palmeira; BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 24, n. 2, p. 219-228, Apr. 2019 . Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522019000200219&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16/10/ 2019.

1.8 GERENCIAMENTO DE EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS: ESTUDO DE CASO DA USINA TRAPICHE

SANTIAGO, Margaret Thatcher Barros
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
margaret.thatcher@ufrpe.br

LIMA , Max Henrique Gonçalves de
UFRPE
max.henrique.lima@hotmail.com

SECUNDINO, Jadde Milena Guedes
UFRPE
Jade_secundino@hotmail.com

SILVA, Thamirys Suelle da
Grupo Gestão Ambiental em Pernambuco da Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Gampe/UFRPE)
thamiryssuelle@gmail.com

RESUMO

A indústria sucroalcooleira do Brasil ocupa uma posição de destaque no mercado mundial. A escala territorial, assim como o conjunto de bens físicos e recursos naturais utilizados tornam o modelo de desenvolvimento econômico insustentável perante os problemas ambientais gerados por resíduos sólidos, exigindo um novo olhar em relação à produção-consumo. O presente trabalho objetivou analisar a rota tecnológica das embalagens de agrotóxicos da Usina Trapiche localizada no estado de Pernambuco, com foco na obtenção de dados quantitativos e com análise de uma possível rota de imaterialização das embalagens. O método utilizado pela empresa para o descarte de embalagens de agrotóxicos remete ao já existente sistema de logística reversa, Campo Limpo, atendendo a legislação de número 9.974/00. Observa-se dentro da legislação atual que a rota de logística reversa dá destinação aos resíduos sólidos, seja com reciclagem ou incineração, porém o presente estudo tem como objetivo traçar uma possível rota de imaterialização do processo visando a diminuição de geração de resíduos sólidos e custo ecológico.

PALAVRAS-CHAVE: Logística reversa, Legislação, Reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

A indústria sucroalcooleira do Brasil ocupa uma posição de destaque mundial. Embora o açúcar seja o produto mais exportado desse setor, o etanol tem sido bastante demandado na substituição de gasolina e diesel em veículos automotores, decorrente da elevação do preço do combustível fóssil e da competitividade do etanol brasileiro em relação às demais matérias-primas usadas em outros países (LUZ et al., 2017; GARCIA; LIMA; VIEIRA, 2015). Entretanto, o modelo de desenvolvimento econômico convencional investe em defensivos agrícolas para aumentar a produção e o faturamento, o segmento de produção de agrotóxicos vem apresentando faturamento crescente nos últimos anos, atingindo US\$ 11.454 bilhão em 2013, com alta de 18% em relação a 2012 (US\$ 9.7 bilhão). Os números colocam o Brasil na liderança no consumo mundial de agroquímicos, posição antes ocupada pelos Estados Unidos (ABIFINA, 2019), modelo atual de produção mostrando-se ultrapassado e insustentável perante os problemas ambientais gerados por resíduos sólidos, mudanças de uso da terra e por seu efeito na segurança alimentar (SANTOS et al., 2018). Desse modo, um novo olhar em relação à produção-consumo faz-se necessário, pois a escala territorial, assim como o conjunto de bens utilizados fazem das boas práticas fundamentais para mitigar os impactos negativos gerados pelas atividades canavieiras, através de medidas preventivas e mitigadoras aos danos ambientais (LUZ; MEDEIROS, 2019).

De acordo com o Art. 33 da Lei nº 12.305 (BRASIL,2010) , que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a Logística Reversa para embalagens de defensivos agrícolas e resíduos sólidos perigosos é indicada a responsabilidade de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, de forma obrigatória e independente do serviço público de limpeza urbana, em relação à separação, descarte, transporte, triagem, classificação e destinação final do resíduo que os mesmos produzem (MORAIS, 2018). Neste contexto, agrotóxicos, seus resíduos e embalagens que constituem resíduo perigoso após o uso, devem ser destinados conforme as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Serviço Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Animal (SUASA), ou em normas técnicas.

Com a logística reversa, a problemática dos resíduos sólidos passa a ser minimizada a partir da descentralização da responsabilidade governamental, destinando-a aos produtores e até os consumidores (THODE FILHO et al., 2015). Esse resíduo sólido passa então a ser novamente uma matéria prima, possibilitando a reinserção na cadeia produtiva, agregando valor e aumentando a vida útil destes subprodutos numa Economia Circular (SMOL et al., 2015; MORAIS, 2018). Desse modo, o presente estudo tem como objetivo analisar a rota tecnológica das embalagens de agrotóxico da Usina Trapiche.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305 foi instituída no ano de 2010 alterando a lei de crimes ambientais Lei nº 9.605 (BRASIL, 1998), prevendo a redução na geração de resíduos sólidos incentivando a prática de hábitos de consumo sustentáveis e contribuindo para a educação para a sustentabilidade, pois, de acordo com Fonseca et al. (2015), a educação ambiental tem buscado incessantemente novas formas de relação dos homens com a sociedade e com o planeta.

Uma série de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos, vem seguindo um mercado que objetiva a prática comercial em resíduos com valores econômicos diminuindo gastos excessivos com matéria prima e meio de produção. Embora a PNRS se aplique também ao setor agrícola, a Logística Reversa de embalagens vazias de defensivos já estava regulamentada pela Lei Federal nº 9.974/00 (Brasil, 2000), onde colocava o Instituto Nacional de processamento de Embalagens Vazias (INPEV) como núcleo de inteligência do Sistema Campo Limpo servindo de modelo de logística reversa baseado na responsabilidade compartilhada (INPEV, 2019). Para *Council of Supply Chain Management Professionals* define como Logística Reversa como um segmento especializado da logística que foca o movimento e gerenciamento do fluxo reverso de produtos e materiais após a venda e entrega ao consumidor. Inclui os processos de produtos retornados para reparo e/ou reembolso financeiro (CSCMP, 2019).

Segundo Jin et al (2018) as embalagens de pesticidas descartadas em terras agricultáveis podem causar poluição e contaminação de corpos d'água e, portanto, não apenas ameaça o meio ambiente, mas também a saúde humana. Os resíduos de pesticidas veem se tornando um foco para sustentabilidade ambiental e segurança alimentar nos últimos anos (ZHANG et al., 2015). Pouco se sabe sobre como países em desenvolvimento podem lidar com esses resíduos, nessa afirmação podemos levar em consideração que no Brasil há pouca fiscalização quanto a fábricas clandestinas o que afeta diretamente no controle da poluição quando feito os comparativos de saída e entrada de embalagens para a Logística Reversa. Logo, os dados considerados seguros podem não estar retratando a realidade. Levando em consideração dados do INPEV nos anos de 2018, foi destinado de forma correta cerca de 94% das embalagens produzidas no país, dados obtidos apenas das indústrias cadastradas. Porém, ainda contamos dados de recolhimento de embalagens em não conformidade que soma um total de 99 toneladas.

O comércio sucroalcooleiro é um pilar importante para a economia do Brasil, mas não só para o país, no entanto, a região de Pernambuco permanece entre os três estados do Nordeste com maior produção de açúcar (SINDAÇUCAR, 2019), a necessidade de manter a produtividade e qualidade do produto justifica o aumento da demanda por defensivos agrícolas o que se faz ainda mais necessários estudos em cima dos resíduos sólidos gerados por essas atividades. Para o INPEV (2019), as embalagens de defensivos agrícolas são classificadas em dois grandes grupos: As embalagens laváveis e as não-laváveis. As embalagens laváveis são rígidas (plásticas e metálicas) e servem para acondicionar formulações líquidas para serem diluídas em água. Cerca de 1% delas são feitas de aço ou outros metais. A maioria, no entanto, é feita de plástico. As embalagens não-laváveis são utilizadas para acondicionar produtos que não utilizam água como veículo de pulverização, além de todas as embalagens flexíveis e as embalagens secundárias.

O modelo de Logística Reversa utilizada atualmente no sistema campo limpo, ainda apresenta uma falha cíclica, causada pela falta de uma legislação mais rígida por falta de interesse e de empenho em maiores fiscalizações, onde abre uma brecha para que o resíduo não seja inteiramente reaproveitado na indústria, pois parte das embalagens atualmente utilizadas podem ser incineradas como rejeitos ou enviadas para outros meios de produção.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), a Logística Reversa pode ser definida como instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos. O que se pode entender é que hoje acontece uma destinação em linha reta e não em ciclos com o retorno das embalagens para as indústrias de origem para que a geração de resíduos fosse mínima ou inexistente.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A Usina Trapiche foi fundada em 1887, no antigo engenho Trapiche. Sediada no engenho Rosário s/n, Sirinhaém-PE, localizada nas seguintes coordenadas -8.580576, -35.1290377, no interior do estado de Pernambuco, a usina possui uma área de 36.510 hectares, dos quais 21.595 hectares estão plantados com cana-de-açúcar e mais de 8.200 hectares de área preservada, sendo 3.000 hectares de mangue e mais de 5.200 hectares de mata atlântica (figura 1). A empresa atualmente gera mais de 5.500 empregos diretos durante a safra e cerca de 3.500 empregos diretos na entressafra. A empresa conta com sistema de habitação, educação e assistência médica para seus funcionários. A Usina é responsável por cerca de 10% da cana colhida na safra de 2018/2019 dentro do estado de Pernambuco (SINDAÇUCAR, 2019), utiliza-se do sistema campo limpo instituído pela Lei Federal nº 9.974/00 que estabeleceu princípios para o manejo correto e destinação das embalagens vazias de defensivos agrícolas a partir de responsabilidades compartilhadas entre todos os agentes da produção agrícola – agricultores, canais de distribuição e cooperativas, indústria e poder público.

Figura 1. Imagem de satélite de uma fração da área da usina, em vermelho área industrial, em amarelo área de reserva.



Fonte: Google Maps Earth, (2019)

Na safra de 2018-2019 foram moídas 1.377.617 toneladas de cana, com expectativa de 1.650.000 para a safra 2019-2020. A usina tem potencial para moer cerca de 10.000 toneladas de cana por dia, produzindo mais de 3.000.000 de sacos de açúcar de 50 kg e 21.000.000 litros de álcool por safra. Além disso, a usina conta com sistema de cogeração, gerando 30,6 MW dos quais 4,6 MW são oriundas da hidrelétrica de Gindaí e 26MW da energia termoelétrica das caldeiras do parque industrial.

3.2 Coleta e análise de dados

O principal instrumento de coleta de dados usado no presente estudo foi à entrevista feita com Eduardo, técnico responsável pela rota tecnológica das embalagens da Usina Trapiche, no dia 24 de outubro de 2019 com as seguintes perguntas principais:

1. Qual sistema de logística reversa é utilizado pela usina?
2. Qual porcentagem de embalagens de agrotóxicos foi devolvida ao sistema?
3. Como é feita a gestão dentro da usina?
4. Existe métodos de diminuição da utilização de agrotóxicos?

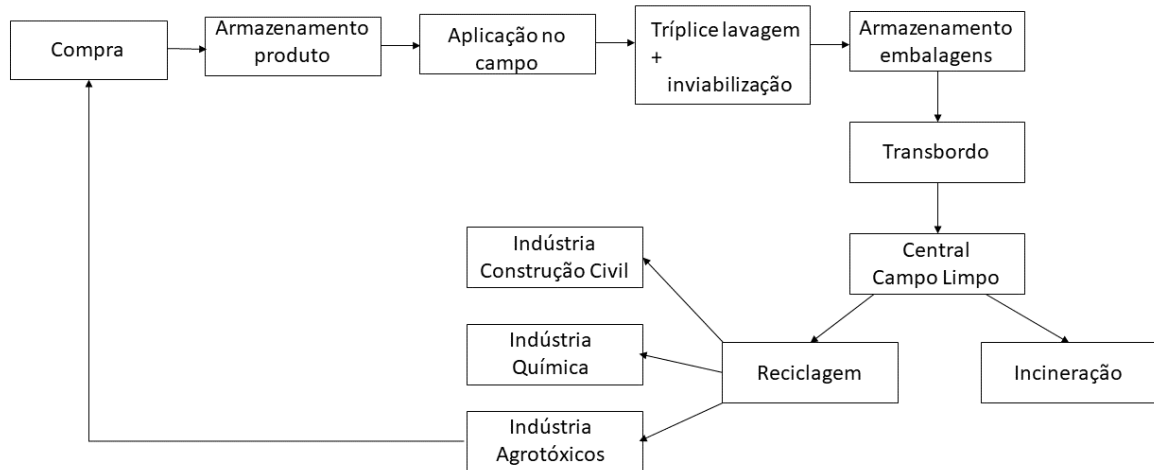
A amostragem utilizada classifica-se de acordo com Silva e Menezes (2005) como não-probabilística, mas especificamente de amostras intencionais e o método de abordagem utilizado no presente trabalho foi o estudo de caso. A coleta de dados foi feita em campo através de uma visita técnica guiada pelo técnico responsável que se disponibilizou em mostrar toda rota dentro da usina. Mediante as respostas todo trabalho foi realizado em cima dos dados obtidos através da entrevista, pesquisas e análise de dados como quantidades de produção anula do estado e do Brasil (SINDAÇUCAR, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentro da usina, o ciclo de vida do agrotóxico começa com a compra e emissão da nota fiscal em que consta o local para onde os resíduos devem ser devolvidos, após isso, quando chegam os produtos são recebidos e acondicionados em um galpão exclusivo para o armazenamento desses defensivos até o momento da aplicação no campo. Após a aplicação, no caso das embalagens laváveis (embalagens rígidas plásticas e metálicas), são feitas a tríplice lavagem e a inviabilização das mesmas, após a qual é feita o encaminhamento dessas embalagens para o transbordo. Antes de serem armazenadas, essas embalagens são separadas de suas tampas e organizadas por tipo, tamanho e material da embalagem até o encaminhamento do resíduo até a Associação dos Revendedores de produtos Agrícolas do Nordeste (ARPAN) que é uma unidade central do sistema Campo Limpo localizada em Carpina-PE. As entregas são agendadas eletronicamente e com frequência mínima trimestral. Após efetuada a entrega, é emitida uma nota de entrega que é guardada junto com a nota fiscal e compilada anualmente em livro para facilitar o controle interno da usina e eventuais auditorias. No ano de 2018, na Usina Trapiche, foram utilizados mais de 79.000 litros e 15,9 toneladas de defensivos agrícolas, representando mais de 7000 embalagens.

O ciclo das embalagens de agrotóxicos segue o sistema Campo Limpo, que é um sistema de logística reversa para embalagens de defensivos agrícolas uma das formas de gerenciamento pois segundo Bányai, 2019 “Os sistemas de gerenciamento de resíduos podem ser divididos em duas partes principais: parte tecnológica e logística.”; O INPEV foi responsável pela destinação de 44,261 toneladas de embalagens primárias, o que corresponde a 94% das embalagens comercializadas no país em 2018 (INPEV, 2019). Após a entrega dos produtos na unidade central, segundo o INPEV, os resíduos de embalagens de agrotóxicos são encaminhados para unidades de reciclagem, no caso das embalagens metálicas, de papelão e plásticas laváveis, ou direcionadas para incineração, no caso das embalagens não recicláveis como as embalagens plásticas flexíveis. Entre os produtos que podem ser feitos com o material reciclado estão: embalagens de defensivos agrícolas ou óleo lubrificante, conduítes, dutos, tubos para esgoto e caixas de baterias automotivas (Figura 2).

Figura 2. Infográfico representando sistema atual de logística reversa usado no Brasil



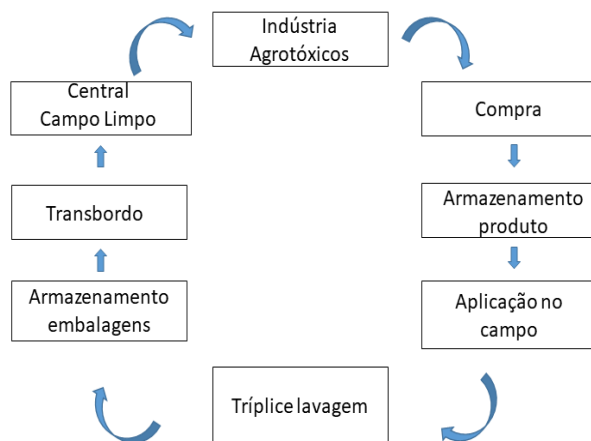
Fonte: Autor (2019)

A coleta e a destinação correta de resíduos são alguns dos maiores desafios para a implementação de processos de logística reversa (WANDSCHEER; MANICA, 2017; SILVA et al., 2018) destacam capacitação técnica escassa, uso de tecnologias obsoletas, inadequações nas instalações internas, dificuldades com membros da cadeia de suprimentos, limitações no planejamento, incerteza relacionada a questões econômicas e falta de leis motivadoras como as principais dificuldades para sua implementação.

Faz-se de extrema importância uma integração entre a gestão agrícola e a gestão ambiental através do cumprimento da legislação pelos empreendimentos sucroalcooleiros, por meio de instrumentos de comando e controle para a implantação de padrões de qualidade ambiental (LUZ et al., 2017). Suas adequações através da adoção de normas ISO 14.001 incluem desde o ciclo de vida do produto, até auditoria e avaliação do desempenho ambiental.

Com a definição mais ajustada de uma possível rota tecnológica, pode se aproximar do processo de imaterialização das embalagens de agrotóxicos (Figura 3), diminuindo o uso de recursos naturais e melhorando a performance industrial. Para Sabonaro et al. (2017), a partir das últimas décadas do século 20, as indústrias começaram a ser mais pressionadas pela sociedade para demonstrar um comportamento que evidencie mais consciência com o meio ambiente, bem como, práticas mais sustentáveis. Por isso, dentre as ferramentas e técnicas tratadas, o modelo de produção mais limpa (P+L) na gestão do setor agroindustrial canavieiro deve ser incentivado, por ser considerada como uma metodologia que pode colaborar para o desenvolvimento sustentável, possibilitando o posicionamento da empresa em um patamar individualizado de competitividade (NARA et al., 2015). Focando na imaterialização, poderá haver uma melhoria na qualidade ambiental processual, pois este princípio influencia positivamente na diminuição de danos ambientais, visto focar na não produção de resíduos e na diminuição de insumos para a produção.

Figura 3. Infográfico representativo do sistema ideal para materialização do resíduo sólido gerado a partir do consumo de insumos agrícolas.



Fonte: Autor

A possível Rota Tecnológica consiste em um processo mais curto até o direcionamento das embalagens, seguindo logo após o recolhimento pela empresa campo limpo e levado diretamente para a indústria eliminando o processo de reciclagem, gerando um manejo sustentável dos resíduos sólidos implicando na redução dos danos ambientais e na diminuição dos custos para o poder público (NEVES; MENDONÇA, 2016). Com investimentos em pesquisas poderá ser desenvolvido um material utilizável de forma universal pelas indústrias que fabricam e embalam os agrotóxicos e a mesma embalagem retornar a indústria original pelo menos algumas vezes antes de ser reciclada e destinada a outros fins.

Com esse método de gestão reduz a produção de resíduos sólidos, pois compõem um dos principais grupos causadores de degradação ambiental, devido tanto ao grande volume gerado, quanto ao tratamento e destinação inadequada dada. (SANTOS, et al., 2015) reduziríamos também a demanda de matéria prima causando menos impactos ambientais, e com os custos com o processo industrial de reciclagem. Segundo Yacout (2016) a gestão de resíduos é um instrumento bem-sucedido para minimizar os resíduos gerados e melhorar as condições ambientais, sendo recomendado para ser amplamente utilizado.

5. CONCLUSÃO

Como visto anteriormente em 2018 a Usina Trapiche destinou corretamente 100% das embalagens de agrotóxicos resultando em cerca de 7 mil embalagens, utilizando-se do sistema de logística reversa que no mesmo ano coletou e destinou mais de 90% das embalagens de defensivos agrícolas produzidas em âmbito nacional.

Porém, a destinação das embalagens ainda não segue uma rota cíclica ideal, visando a imaterialização, mas sim, visando a destinação para o resíduo e não direcionado para a melhor utilização desse material. Chega-se à conclusão que para um melhor desempenho dentro da cadeia logística, de modo geral, deve ser utilizado em todo Brasil uma rota onde a embalagem retorna para a indústrias de origem ciclando pelo menos algumas vezes antes de passarem por um processo de reciclagem. Para isso, seria necessária uma pesquisa para a uniformização nacional de embalagens para defensivos agrícolas facilitando a reutilização dessas embalagens através de novas recargas de conteúdo, diminuindo gastos com processos indústrias de reciclagem diminuindo a utilização de matéria prima para novas embalagens, como também a pegada ecológica que esse tipo de resíduo atualmente causa no meio ambiente.

Apesar do grande avanço para a gestão de resíduos das embalagens de agrotóxicos trazido pelo sistema Campo Limpo, ainda se faz necessário criar um sistema padronizado para a confecção de embalagens visando a universalização das mesmas. Além disso, é necessário maior rigor na fiscalização na produção dos agrotóxicos bem como desenvolver melhores programas de conscientização e incentivo do manejo correto das embalagens e da importância de se utilizar os produtos vinculados a programas de logística reversa.

REFERÊNCIAS

ABIFINA. Defensivos Agrícolas - notícias. In: Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e suas Especialidades. Disponível em: <http://www.abifina.org.br/noticiaSecao.asp?secao=1¬icia=76> [Links] Acesso em: 22 Outubro 2019.

Bányai, T.; Tamás, P.; Illés, B.; Stankevičiūtė, Ž.; Bányai, Á. Otimização do roteamento de coleta de resíduos urbanos: impacto das tecnologias da indústria 4.0 na conscientização e sustentabilidade ambiental. *Int. J. Environ. Res. Saúde Pública* 2019, 16, 63.

BRASIL. Presidência da República. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei n.º 12305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 21 outubro 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Regulamento**. Lei n.º 9.974, de 6 de junho de 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9974.htm. Acesso em: 21 outubro 2019.

BRASIL. **inpeV**, Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. Governança Corporativa. Disponível em: <<https://www.inpev.org.br/inpev/governanca-corporativa/>> Acesso em 23 de outubro 2019.

CSCMP. Council of Supply Chain Management Professionals. Disponível em: https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921. Acesso em: 29 out. 2019.

THODE FILHO, S.; MACHADO, C.J.S.; VILANI, R.M.; PAIVA, J.L.; MARQUES, M.R.C. A Logística Reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: desafios para a realidade brasileira. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria, v. 19, n. 3, set-dez. 2015.

FONSECA, M. da. et al. Tecendo boas práticas de Educação Ambiental na Universidade Federal do Rio Grande do Norte/Brasil. **Revista Ambientamente Sustentável**. v. 1. n.19-20. p. 1153-1169, 2015.

GARCIA, J.R.; LIMA, D.A.L.L. VIEIRA, A.C.P. A nova configuração da estrutura Produtiva do setor sucroenergético Brasileiro: panorama e perspectivas. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 19, n.1, p. 162-184, 2015.

LUZ, Edja Lillian Pacheco da; MEDEIROS, Marília Costa de. **Economia circular aplicada à agroindústria canavieira; sustentabilidade e inovação na cadeia produtiva**. In: NUNES, Ilana Lopes da Silva; PESSOA, Lidiane Almeida; EL-DEIR, Soraya Giovanetti (org.). *Resíduos sólidos: Os desafios da gestão*. 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 240-250.

LUZ, E. L. P.; MEDEIROS, M. C.; GABRIEL, F. A.; MORENO, M. A. **Aplicação do diagrama de Ishikawa na análise dos principais impactos da área agrícola no setor sucroalcooleiro do Brasil**. In: EL- DEIR, S. G.; Lins BEZERRA, R. P. L.; AGUIAR, W. J. (Org.). *Resíduos sólidos: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada*. 2 Ed. Recife: EDUFRPE, 2017. v. 3. p. 34-43.

MORAIS, Karine Tavares. **Projetos de lei temáticos em discussão: análise da tramitação da política nacional de resíduos sólidos**. In: MELLO, Daniel Pernambucano; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; SILVA, Rodrigo Cândido Passos; SANTOS, João Paulo de Oliveira (org.). *Resíduos sólidos: Gestão pública e privada*. 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 3-14.

NARA, E. O. B.; GERHARD, G.; SEHN, K. T. MORAES, J. A. R. SILVA, A. L. E. Aplicação da metodologia de produção mais limpa em um processo de rotomoldagem como uma ferramenta sustentável aplicada à segurança do trabalho. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 377-389. 2015.

NEVES, F. O.; MENDONÇA, F. Por uma leitura geográfico-cultural dos resíduos sólidos: reflexões para o debate na Geografia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, v. 25, p. 153-169, 2016.

RANDO, J. C. MENSAGEM DO DIRETOR-PRESIDENTE. **INPEV**, 2019. Disponível em: <https://inpev.org.br/relatorio-sustentabilidade/2018/pt/mensagem-do-diretor-presidente.html>
Acesso em: 24 de outubro de 2019.

SABONARO, D. Z.; SABONARO, C. Z.; SABONARO, M. Z.; SILVA, F. A. G.; OLIVEIRA, R. A. A Incorporação da Gestão Socioambiental na Estratégia Competitiva: Um Estudo de Caso no Setor Sucroalcooleiro. *Editora Unijuí*. Ano 15, n. 38. jan/mar. p. 319-342. 2017.

SANTOS, A. L.; PINTO, C. H.C; CATUNDA, C. M. M.. Percepção da legislação ambiental, gestão e destinação final dos RCD – resíduos da construção e demolição: um estudo de caso em Parnamirim/Brasil. *HOLOS [Online]*, v. 2, 2015.

SANTOS, J. P. O.; SILVA, E. V. L.; SOUZA, A. L.; EL-DEIR, S. G. **Economia circular como via para minimizar o impacto ambiental gerado pelos resíduos sólidos**. In: SILVA, R. C. P.; SANTOS, J. P. O.; MELLO, D. P.; EL-DEIR, S. G. (Org.). *Resíduos sólidos: tecnologia e boas práticas de economia circular*. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p.8-17.

SILVA, Álvaro Mateus Batista da; RIBEIRO, Ana Regina Bezerra; SANTOS, Michele Viana do Nascimento. LIMA, Telma Lúcia de Andrade. **Impactos ambientais, sociais e econômicos da logística reversa; uma revisão bibliográfica**. In: SANTOS, João Paulo de Oliveira; SILVA, Rodrigo Cândido Passos; MELLO, Daniel Pernambucano; EL-DEIR, Soraya Giovanetti (org.). *Resíduos sólidos: Impactos Socioeconômicos e Ambientais*. 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 186-197.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M.. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SINDAÇUCAR,.; **Acompanhamento da Produção Sucroalcooleira da Safra 2019/2020 Posição em 30/09/2019(SAPCANÁ)**, 2019.

Disponível em: <<http://www.sindacucar.com.br/noticia.php>>
Acesso em: 26 de outubro 2019.

SMOL, M.; KULCZYCKA, J.; HENCLIK, A.; GORAZDA, K.; WZOREK, Z. The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 95, p. 45-54, 2015.

WANDSCHEER, C. B; MANICA, F. B. Desenvolvimento humano e sustentabilidade: as parcerias público-privadas na gestão de resíduos sólidos. **Revista argumentum**, São Paulo, v. 18, n.3, p. 479- 501, 2017.

YACOUT, Dalia MM; HASSOUNA, M. S. Identifying potential environmental impacts of waste handling strategies in textile industry. **Environmental monitoring and assessment**, v. 188, n. 8, p. 1-13, 2016.

Zhang, M., Zeiss, M.R., Geng, S., 2015. Agricultural pesticide use and food safety: California's model. **Journal. Integr. Agricultur**. 14, 2340–2357.

CAPÍTULO 2. POLÍTICAS PÚBLICAS

2.1 IMPLEMENTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS; CONSIDERAÇÕES A PARTIR DE ESTUDOS PUBLICADOS

CERQUEIRA-STREIT, Jorge Alfredo

Universidade de Brasília (UnB)

jorgealfredocs@gmail.com

GUARNIERI, Patrícia Santos

Universidade de Brasília (UnB)

patguarnieri@gmail.com

RESUMO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sancionada através da Lei 12.305/10 apresenta princípios, instrumentos e objetivos que têm apresentado gargalos em sua implementação. Sendo assim, o objetivo da presente pesquisa é realizar um ensaio teórico em que analisa o atual estágio da Lei 12.305/10 a partir da teoria sobre políticas públicas. Para chegar a estes apontamentos, realizou-se uma pesquisa descritiva, qualitativa a partir de literatura teórica e empírica sobre políticas públicas e a implementação da PNRS. Como resultado, foram feitas considerações sobre cada um dos quinze objetivos da lei e questões ligadas à integração entre esferas do governo, execução de instrumentos, aspectos tributários, instrumentos financeiros, entre outros desafios. Por fim, são evidenciadas as limitações do trabalho bem como são sugeridas pesquisas futuras a fim de amparar a implementação desta política pública capaz de contribuir ao desenvolvimento social, ambiental e econômico do país.

PALAVRAS-CHAVE: Políticas Públicas, Implementação, Política Nacional de Resíduos Sólidos.

1. INTRODUÇÃO

A crescente interferência antrópica acompanhada da ampliação da concentração populacional em áreas urbanas é responsável por parte dos impactos ambientais negativos. Por mais que o cidadão ambicione viver em um ambiente saudável, premissas para a qualidade de vida estão condicionadas a hábitos comunitários como: o uso da água, do solo e disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (MUCELIN; BELLINI, 2008). Considerando o objetivo fundamental do Estado, o parágrafo único do artigo 23 da Constituição Federal (CF) brasileira preconiza a necessidade de leis fixarem normas para a cooperação entre a União, Estados, Distrito Federal e Municípios a fim de promover o bem estar social (BRASIL, 1988).

Com relação às atividades de manejo de RSU e limpeza urbana, cabe ao município a responsabilidade de implementar diretrizes estipuladas pela esfera federal. Surgem então projetos, programas e ações para que determinada política pública seja executada perseguindo os objetivos e metas previamente estabelecidos. Entretanto, cada um dos estágios do ciclo de política pública (*policy cycle*) apresenta suas dificuldades, inclusive a fase de implementação. Parte da literatura preocupa-se em tratar com naturalidade o embate entre os envolvidos no processo e por isso, uma política pública pode ser compreendida como um meio de solucionar problemas sociais mediando às relações de poder entre as partes interessadas (CARVALHO et al., 2010; BISPO; SANTOS JR, 2016).

Sancionada em 2010, através da Lei 12.305/10 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) encontra-se em diferentes estágios de implementação. Diversos motivos podem ter contribuído para a heterogeneidade na execução desta política pública federal. Heber e Silva (2014) destacam, por exemplo, as diferenças orçamentárias e de capacidade técnica-institucional entre municípios. Sendo assim, a presente proposta de pesquisa visa responder a seguinte pergunta: A partir dos teóricos que estudam políticas públicas, quais considerações podem ser feitas acerca da implementação da PNRS?

Diante do exposto, a presente pesquisa visa realizar uma análise do atual estágio da Lei 12.305/10 a partir da teoria sobre políticas públicas. Seus objetivos, diretrizes e instrumentos são contrastados com o que argumentam os teóricos sobre políticas públicas. Apresenta-se ideias de autores que tratam do tema, exemplos empíricos de estudos de casos aplicados em diferentes regiões do país e ao término, sugere-se uma agenda de pesquisa que contribua para o melhor entendimento desta fase da política pública.

Além desta introdução, o artigo está estruturado em mais quatro partes. O referencial teórico traz autores que tratam do ciclo de políticas públicas (com foco na implementação), além da síntese do conteúdo da lei federal. Em seguida, são feitas breves considerações sobre os aspectos metodológicos do trabalho para então, elencar as reflexões teóricas sobre a implementação da PNRS a partir das teorias de Políticas Públicas. Por fim, as considerações finais evidenciam as limitações do trabalho bem como são sugeridas pesquisas futuras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

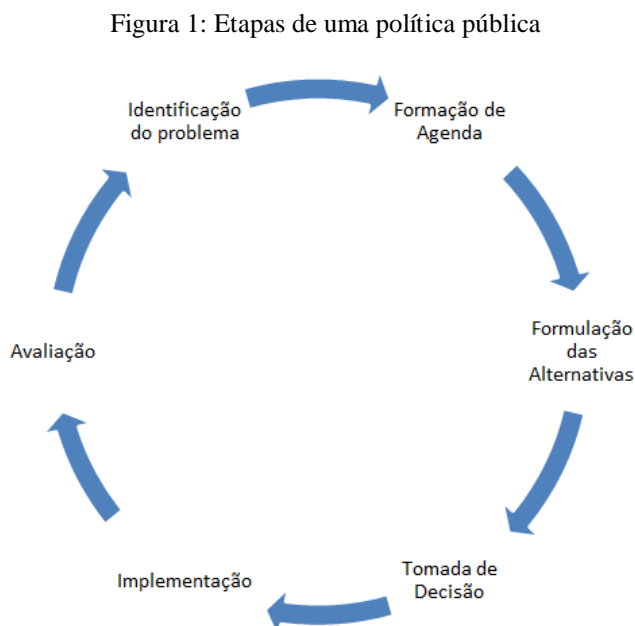
2.1 Implementação de Políticas Públicas

A partir da década de 1970 os analistas políticos perceberam que havia um *gap* entre as fases de tomada de decisão e a avaliação dos resultados. Consequentemente, começa a cair o interesse pelas análises jurídicas mais puras e volta-se a atenção para os chamados “*déficits* de implementação”. De acordo com Knoepfel et al. (2011) os analistas desta época consistiam em sua maioria por advogados e a descoberta dos *déficits* de implementação os levou a questionar os políticos sobre a maneira desigual pela qual a legislação era aplicada.

Em seu trabalho sobre a aplicação de políticas públicas na área da saúde, Baptista e Rezende (2011) elencam autores que criticam e que apoiam a divisão em etapas, entretanto, ao término da discussão teórica assumem que a ideia do ciclo da política é positiva para o melhor entendimento de que existem momentos distintos ao longo do processo de uma política. Ademais, faz-se importante ressaltar que a separação entre fases é uma estratégia voltada principalmente para fins de análise, pois no contexto real dificilmente a política se mostra fragmentada.

Na obra de Mazmanian e Sabatier (1980) uma mudança de pensamento entre os estudiosos da época também foi relatada. Para estes autores, advogados e até mesmo psicólogos que escreviam sobre teorias políticas afastaram seus estudos da teoria do equilíbrio e passou a aceitar a política pública com diversos momentos e múltiplas dimensões. A partir desta percepção a indicação de que uma política pública é formada por diversas etapas ganha adeptos.

Mesmo existindo diversas versões, no geral entende-se que o processo é cíclico e formado pelas etapas ilustradas na Figura 1: identificação do problema, formação da agenda, formulação de alternativas, tomada de decisão, implementação e avaliação. Cabe reiterar que a presente pesquisa traz luz à fase de implementação. Este estágio é compreendido como a sequência de eventos que ocorrem no intuito de administrar as decisões realizadas para o atingimento dos objetivos que foram previamente estabelecidos (SECCHI, 2013).



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Secchi (2013)

A implementação, portanto, trata da gestão de recursos administrativos, humanos, financeiros, materiais e tecnológicos necessários para fazer com que a política se torne real. Programas e projetos costumam ser os meios utilizados para esta tradução dos objetivos em *outcomes*, ou seja, em ações que de fato aconteçam/impactam na sociedade. Ao analista e/ou gestor que estuda esta etapa cabe a compreensão dos obstáculos que surgem ao longo do processo de transformação do previsto em realizado (SARAVIA, 2006).

Pautados em trabalhos clássicos da área, Lindquist e Wanna (2015) destacam duas abordagens tradicionais para analisar a implementação de política pública, são elas: de cima para baixo (*top-down*) e de baixo para cima (*bottom-up*). Na perspectiva *top-down* a maior responsabilidade de implementação recai aos *stakeholders* alocados no topo da pirâmide hierárquica, por isso, faz-se importante conhecer o tipo de política e localizar as arenas políticas existentes capazes de influenciar o processo de implementação. Cabe aos tomadores de decisão identificar as melhores maneiras de se anteciparem aos desafios e escolher as ferramentas mais efetivas para o atingimento de metas e objetivos da política.

Ainda de acordo com Lindquist e Wanna (2015), nesta fase é necessário um monitoramento contínuo das possíveis causas de problemas operacionais, como: a falta de disposição/envolvimento do pessoal de campo (muitas vezes prestadores de serviços), interferência legislativa e/ou problemas na execução orçamentária. Por fim, cabe elencar algumas questões que a literatura sugere para análise desta fase: Em que medida os objetivos estão sendo atingidos? Em que medida os resultados estão consistentes com os objetivos? Há impactos não previstos? Quais fatores afetam a consecução dos objetivos? Quais fatores afetam as mudanças de objetivos e estratégias ao longo da implementação da política pública?

2.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sancionada através da Lei 12.305/10, trouxe obrigatoriedades, princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para o devido funcionamento de uma gestão integrada de resíduos sólidos no Brasil (GUARNIERI; CERQUEIRA-STREIT, 2015). A Política Nacional de Resíduos Sólidos se apresenta genuinamente como uma “norma geral federal”, pois estabelece diretrizes gerais que devem ser cumpridas nos âmbitos federal, estaduais, municipais e pelo Distrito Federal, reservando-lhes autonomia para que adapte as políticas de acordo com os interesses e características locais (YOSHIDA, 2012).

A PNRS trouxe avanços em diversas áreas, sobretudo aquelas ligadas aos fatores sociais. A lei defende a atuação conjunta entre os diversos entes envolvidos na cadeia dos resíduos sólidos. Por isso, inclui ações como “acordo setorial”, “logística reversa”, “gestão integrada” e “responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto” (BRASIL, 2010 Art. 3º, inc. VIII, XI, XII e XVII.).

As inovações trazidas pela PNRS, bem como o contexto político no qual o país está inserido, representam grandes desafios para a implementação deste novo modelo de gestão de resíduos e, por isso, sua investigação e análise demonstram-se não somente necessárias, como urgentes. Nessa linha de investigação, um trabalho que merece destaque é o recentemente publicado na Revista de Administração Pública (RAP). Afinal, Maiello et al. (2018) identificaram o grau de implementação da PNRS no Rio de Janeiro a partir de dados do SINIS (Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento) e a teoria do institucionalismo.

Os próprios autores fazem ressalvas quanto a metodologia escolhida, uma vez que o SINIS apresenta dados bem específicos e a PNRS diretrizes bem amplas. Ainda assim, a partir da fonte de dados escolhida puderam fazer considerações sobre seis dos objetivos da lei. Maiello et al. (2018) constataram um baixo nível de implementação definiram um quadro de gestão considerado insatisfatório com relação às metas da Lei PNRS 12.305/10.

Diversos estudos de casos em municípios são encontrados na literatura nacional sobre o processo de adequação à lei. Barbosa et al (2016), por exemplo, constata que Viçosa e suas cidades limítrofes, em Minas Gerais, atendem apenas parcialmente a PNRS. Segundo os autores, as razões possivelmente estão ligadas ao despreparo técnico dos entrevistados (funcionários da Secretaria de Meio Ambiente) e falta de integração para atividades operacionais como coleta seletiva e destinação final ambientalmente adequada.

A preocupação com a implementação da PNRS fica evidenciada na medida em que as pesquisas sobre o tema têm se expandido em número de publicações e em alcance. O estudo realizado por Vinente et al. (2018) ilustra esta situação, afinal, os desafios e oportunidades presentes neste processo foram investigados em municípios do oeste do Estado do Pará, também conhecido por Baixo Amazonas. Os principais obstáculos encontrados pelos autores dizem respeito à falta de qualificação dos funcionários das prefeituras, os poucos recursos financeiros e a baixa motivação política observada. Em locais com alarmantes índices de saneamento básico, como os da região norte do país, investigações como esta se fazem ainda mais importantes.

O relato técnico compartilhado por Bernardo e Ramos (2016) apresenta um caso de implementação de um Sistema de Gestão Integrada (SGI) de RSU, na Cidade Ocidental (GO). Conta-se que desde o fechamento do lixão desta cidade goiana (em 2008) os gestores encontravam dificuldade em incluir os catadores e catadoras de materiais recicláveis que dependiam dos resíduos encontrados no antigo lixão. Sendo esta inclusão um dos objetivos da lei, a prefeitura buscou fortalecer o cooperativismo entre os trabalhadores desta categoria, investiu em capacitação e com recursos federais oriundos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) foi construído e equipado um galpão para a Central de Triagem bem como um adquirido um caminhão para a coleta seletiva. Com o apoio dos grandes geradores de resíduos da cidade e da população, os autores consideraram exitosa a maneira encontrada pela Cidade Ocidental de atingir alguns objetivos da PNRS (BERNARDO; RAMOS, 2016).

3. METODOLOGIA

Diante do objetivo de realizar uma análise teórica sobre o atual estágio da Lei 12.305/10 a partir da teoria sobre políticas públicas, algumas escolhas metodológicas foram feitas, foram elas: executar uma pesquisa teórica, de abordagem qualitativa, natureza descritiva, cujos instrumentos para coleta de dados foram de caráter bibliográfico e documental.

Trata-se de uma pesquisa descritiva, pois envolve levantamento bibliográfico que busca descrever o comportamento de um determinado fenômeno relacionando variáveis. Quanto aos procedimentos técnicos para obtenção de dados, foram realizadas pesquisas documentais tendo em vista a importância de se analisar a legislação federal bem como outros registros escritos (editais acordos e relatórios). Com relação à abordagem do problema, a presente pesquisa enquadra-se como qualitativa, uma vez que foi constatada a impossibilidade de traduzir em números a subjetividade do objeto (SILVA; MENEZES, 2005).

Construir um ensaio teórico a partir de pesquisas bibliográficas significa afirmar que o leitor não pode aguardar afirmações certeiras que esgotarão as incertezas a respeito do problema levantado. De acordo com Meneghetti (2011), um ensaio teórico nas ciências sociais deve propor ao leitor reflexões mais profundas que deem base para o entendimento real de um determinado fenômeno social. O ensaio teórico, portanto, é um meio de análise e discussões e por ter a originalidade como característica central é capaz de incubar novos conhecimentos (MENEGHETTI, 2011).

Esta pesquisa foi realizada em dois momentos. Primeiramente reuniu-se informações sobre o ciclo de políticas públicas, mais especificamente a respeito da fase de implementação e também uma leitura analítica da PNRS foi realizada, com foco nas suas diretrizes e objetivos. O segundo momento caracterizou-se pela execução de um procedimento reflexivo, sistemático e crítico que leva a reflexões acerca da implementação da Lei 12.305/10, afinal, Meneghetti (2011 p.323) define um trabalho teórico como “um meio de análise e elucubrações em relação ao objeto, independentemente de sua natureza ou característica.” Esta segunda parte é apresentada na seção a seguir.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos

Da atividade política (*politics*) resultam diversas políticas públicas (*policies*). As políticas públicas são formuladas, implementadas e avaliadas por um conjunto de atores inseridos em um contexto institucional, composto por regras formais e informais (CALMON; COSTA, 2013). Diante dos conflitantes interesses dos atores políticos, constata-se que, conforme Ollaik e Medeiros (2011), por trás das ações governamentais sempre existem um conjunto de consequências a serem estudadas e avaliadas. Conhecer os fatores que afetam a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos pode fornecer informações relevantes para a sua implementação em regiões que sua execução ainda é incipiente bem como auxiliar na criação de indicadores para fases posteriores à implementação. A seguir, serão tecidos comentários críticos sobre cada um dos quinze objetivos da PNRS (em ordem conforme descrito no corpo da lei).

A proteção da saúde pública e da qualidade ambiental é o primeiro dos objetivos e está diretamente ligado ao quinto objetivo que é o de reduzir o volume e a periculosidade dos resíduos perigosos. Afinal, ao reduzir o grau de dano potencial do resíduo, auxilia-se a proteger a saúde pública e na preservação ambiental (BRASIL, 2010a). De acordo com a Câmara dos Deputados (2012) temas ligados ao meio ambiente tendem a ser cada vez mais demandados pelos cidadãos e por isso, precisam tornar-se políticas públicas.

Saiani e Torneto Júnior (2014) descrevem os efeitos para saúde pública quando o manejo de resíduos é inadequado. Os autores iniciam a sequência lógica dos fatos a partir da destinação final ambientalmente incorreta que leva à contaminação de mananciais, água e solo, bem como ao assoreamento dos rios e às inundações. Desta forma, ocorre a proliferação de agentes transmissores de doenças e a população fica mais exposta a enfermidades como leptospirose (transmissão feco-oral), febre amarela (transmitida por inseto) ou micoses e outras doenças relacionadas à higiene. Nesse sentido, cabe destacar a presença do Ministério da Saúde no Comitê Interministerial, que segundo o artigo 4º do Decreto 7.404/10 (decreto que regulamenta a lei 12.305/10), entre outras atribuições, compete a este comitê elaborar e avaliar a implementação da PNRS em todo o território nacional (BRASIL, 2010b).

O segundo objetivo exposto no Artigo sétimo da Lei 12.305/10 é o que demonstra uma hierarquia de resíduos, faz uso da lógica piramidal por apresentar uma ordem decrescente de preferência para a tratativa dos resíduos. Antes de tudo, deve-se procurar evitar a geração do resíduo, em seguida deve-se buscar reduzir a quantidade gerada para então utilizar a alternativa da reutilização, depois a reciclagem dos materiais, recuperação da energética e somente como última possibilidade, encaminhar o resíduo à disposição final em aterro sanitário (BRASIL, 2010a).

Freitas et al. (2017) alerta que esta hierarquia não tem sido cumprida pelos municípios, tendo em vista que se esta ordem de prioridade fosse respeitada, o volume total de resíduos gerados teria diminuído e não aumentado, como os autores demonstram utilizando dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento Básico (SINISA). Sendo assim, fica evidenciado que somente por meio da elaboração e aprovação de um Plano Nacional de Resíduos Sólidos esta situação poderia ser alterada, uma vez que este plano deve estabelecer, entre outras medidas, metas para redução. Ainda segundo Freitas et al. (2017), a falta de vontade política do Governo, ao longo dos últimos anos, foi o principal fator para a não aprovação do Plano Nacional até então, o que gera dificuldades para a implementação e para o monitoramento da PNRS pelo cidadão.

Exposto no inciso terceiro do Artigo sétimo da Lei da PNRS, está o objetivo de estimular à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços. Por mais que o discurso da sustentabilidade já tenha sido incorporado no ambiente empresarial e governamental, na prática, poucas ações são percebidas rumo ao consumo consciente. No atual modelo econômico, o que se observa é um incentivo a padrões inadequados de consumo que geram desperdício e descarte precoce de produtos (LIMA et al., 2017). Sendo assim, constata-se a necessidade da implementação da Educação Ambiental (instrumento descrito no artigo 8º) para que paulatinamente o consumidor altere o seu modo de consumir e descartar.

Visando minimizar os impactos ambientais negativos, a adoção, o desenvolvimento e o aprimoramento de tecnologias limpas também são objetivos da PNRS (Art.7, inc. IV, BRASIL, 2010a). Arelado ao objetivo anterior de alteração nos padrões de produção rumo à sustentabilidade, alguns *cases* de sucesso são percebidos na literatura de gestão ambiental, entre eles, Von Zuben (2012), responsável por apresentar a trajetória de inovação tecnológica da Tetra Pak. A embalagem longa vida composta por camadas intercaladas de papel (75% do peso), polietileno (20%) e alumínio (5%) atualmente são passíveis de reciclagem graças ao desenvolvimento do *hidrapulper* (equipamento que agita as embalagens com água, sem adição de produtos químicos, e separam as diversas camadas da embalagem pós-consumo). Portanto, as considerações a serem realizadas quanto ao objetivo de adotar e desenvolver tecnologia que contribuam para a transformação de resíduos caminham no sentido de alertar sobre a incipiência de práticas no Brasil e desafios fiscais, porém, também exemplificar atitudes pontuais que têm sido tomadas por parte de empresas atuantes no país.

O país carece de desenvolvimento industrial para a maior geração de riqueza interna e conseqüentemente, desenvolver também a sociedade. A produção de resíduos, considerada indissociável da atividade industrial, tem pressionado o uso dos recursos naturais e colocado em risco a estabilidade dos ecossistemas terrestres (ERKMAN, 1997). Resíduos oriundos das atividades fabris tendem a ser perigosos, pois nos termos da lei da PNRS, resíduos perigosos são aqueles que em razão das suas características levam riscos à saúde pública ou à qualidade ambiental (BRASIL, 2010a).

Desta forma, a própria lei impõe como quinto objetivo a redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos. De acordo com Rodrigues (2012) o cumprimento deste objetivo passa pela implementação de um dos instrumentos descritos no inciso terceiro do artigo oitavo: os sistemas de logística reversa. Afinal, o gerenciamento de resíduos perigosos exige cuidado diferenciado nas práticas logísticas, desde o manuseio até a destinação final, passando pela armazenagem e transporte.

Segundo Domingues et al. (2016), a logística reversa (LR) é um dos principais instrumentos da PNRS, mesmo ainda havendo resistência para sua real implementação. Por envolver todas as operações relacionadas à reutilização de produtos e matérias-primas, a LR tende a ser considerada dispendiosa, mas em longo prazo, esta prática deve se tornar rentável. De acordo com IPEA (2012) outro desafio para o cumprimento das diretrizes sancionadas pela PNRS é a mudança cultural nas empresas. Os grandes geradores de resíduos precisam passar da atitude negligente ou reativa para uma postura proativa, afinal, com a PNRS a destinação dos resíduos industriais passa a ser obrigação do próprio gerador, mesmo se contratar uma empresa especializada neste tipo de serviço.

Avançando quanto aos objetivos da PNRS, o sexto objetivo exposto diz respeito ao incentivo à indústria da reciclagem, com vistas a fomentar o uso de matérias-primas advindas de materiais recicláveis e/ou já reciclados. De acordo com as boas práticas de gestão ambiental industrial, deve-se buscar a substituição de materiais não-biodegradáveis por biodegradáveis, bem como a reciclagem de produtos, a redução do consumo de matérias primas dentro das cadeias de suprimentos, do consumo de energia e das emissões de gases poluentes. A implementação dessas práticas, segundo Stumpf et al. (2018), normalmente é feita quando o aumento dos lucros está associada a redução dos impactos ambientais.

De acordo com o referencial teórico da presente pesquisa, Lindquist e Wanna (2015), afirmam que durante a fase de implementação de política pública, se faz necessário um monitoramento contínuo das possíveis causas de problemas operacionais. Por isso, as considerações feitas (a partir da revisão bibliográfica) visa cobrir todos os quinze objetivos descritos na Lei 12.305/10.

O sétimo objetivo da PNRS é a gestão integrada de resíduos sólidos. Segundo a definição contida na própria lei, trata-se do conjunto de ações orientadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, considerando não somente os fatores econômicos, mas também as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010a, Art. 3, inc. XI).

Em um estudo de caso aplicado na cidade de João Pessoa-PB, Barbosa Filho et al. (2017) avaliou a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos através de indicadores de sustentabilidade. Constatou-se que pesquisa mesmo havendo um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, a capital paraibana ainda precisa ampliar o número de cidadãos atendidos pelo saneamento básico e a coleta seletiva (que alcança apenas 1,5% do território do município). Reforça-se, portanto, que a implementação da PNRS depende não somente da elaboração de planos (condições para acessar recursos da União), como também do real respeito aos princípios da lei.

Antes de explanar sobre o oitavo objetivo da lei da PNRS, cabe lembrar que Lindquist e Wanna (2015) sugerem questionamentos norteadores para o raciocínio sobre a implementação de uma política pública, entre eles: “Quais fatores afetam a consecução dos objetivos?”. A articulação entre as diferentes esferas do poder público e entre o setor empresarial é o oitavo objetivo descrito na lei da PNRS, para que esta articulação gere cooperação técnica e financeira e esta, por sua vez, leve à gestão integrada de resíduos sólidos. A fim de tornar efetiva esta parceria entre as diferentes esferas públicas e as diversas empresas privadas atuantes na cadeia de um produto a própria lei demonstra qual instrumento deve ser utilizado: o acordo setorial (BRASIL, 2010a).

Definido como um ato de natureza contratual que visa à implantação do princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, os acordos encontram-se em diversas fases de execução, a depender do setor. De acordo com SINIR (2018) o primeiro chamamento do Ministério do Meio Ambiente (MMA) para elaboração do acordo setorial para a implementação da Logística Reversa, foi para os setores de embalagens plásticas de óleo lubrificantes (assinatura do acordo em 2012). Em seguida, os acordos setoriais para o retorno de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista (assinado em 2014) e o último a ser assinado foi o de embalagens em geral (em 2015). Sendo assim, ainda faltam assinar acordos setoriais em pelo menos, outros quatro setores daqueles que o artigo 33 da PNRS obriga, são eles: agrotóxicos (resíduos e embalagens), pilhas e baterias, pneus e produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

A contínua capacitação técnica na área de resíduos sólidos também se faz presente como um objetivo da lei (BRASIL, 2010a, Art. 7º, inc. IX). Dos Santos et al. (2016) comentam sobre a necessidade de investimentos em programas de capacitação para que este objetivo seja alcançado. Para tal, são elencadas possibilidades de parcerias com universidades, empresas públicas, privadas e ONG's.

Com relação ao décimo objetivo da PNRS, visa-se a regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana, assim como de manejo de resíduos sólidos. De acordo com o último relatório ABRELPE (2017), foi evidenciado um aumento na geração de resíduos sólidos urbanos, mesmo o país passando por uma crise econômica. Os números também não são otimistas ao evidenciar que a coleta de resíduos urbanos chega a somente 91% dos municípios, ainda havendo por volta de 19000 (dezenove mil) toneladas de resíduos sem recolhimento ou depositados em locais inadequados, por dia.

O décimo primeiro objetivo da PNRS se ocupa de fomentar as aquisições e contratações governamentais para produtos reciclados e bens, serviços e obras menos degradantes. IPEA (2013) enfatiza que as compras públicas sustentáveis podem auxiliar não somente na gestão de resíduos sólidos, como também no atingimento de metas relacionadas às mudanças climáticas, o referenciado relatório ainda reforça que esta boa prática governamental pode, por exemplo reduzir o impacto nas florestas ao comprar madeira certificada. Práticas nesse sentido já são percebidas, entretanto, ainda incipientes.

O objetivo de número doze da Lei 12.305/10 aborda sobre a integração dos catadores de materiais recicláveis no gerenciamento de resíduos sólidos. Couto (2017) reitera que este agente é um prestador de serviços ambientais. E conforme preconiza a lei, suas cooperativas e associações devem atuar diretamente na coleta e/ou triagem dos materiais, o que é observado em poucas cidades brasileiras, atualmente.

O estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto vem exposto no décimo terceiro objetivo. Yoshida (2012) lembra que esta não deve ser uma atividade exclusiva da esfera federal. A descentralização se faz necessária para que esteja contemplada também nos acordos setoriais e espera-se que sejam adotados critérios técnicos, para que não haja interferência política no processo de avaliação.

Chegando ao término da análise da implementação da PNRS através da discussão teórica dos fatores que influenciam o atingimento de seus objetivos, sabe-se que o décimo quarto objetivo da PNRS visa o incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental, para que assim, as empresas possam melhorar seus processos produtivos a ponto de, inclusive, reaproveitar seus resíduos sólidos (BRASIL, 2010a). Stumpft et al (2018) elenca que as dificuldades em implementar um sistema de gestão ambiental normalmente estão associadas às limitações orçamentárias e/ou de recursos humanos, entretanto, sua pesquisa empírica constata

que as empresas possuidoras de um sistemas de gestão ambiental apresentam uma melhor compreensão sobre suas responsabilidades ambientais, também no que diz respeito ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

Por fim, cabe realizar comentários sobre o último objetivo da PNRS: o estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável. O trabalho de Gonçalves-Dias (2015) trata consumo e geração de resíduos como “duas faces da mesma moeda”, uma vez que em muitos casos o nível de consumo não é relacionado como problema na vida do cidadão comum e não dificilmente associa consumo à degradação ambiental. Entretanto, sabe-se que decisões individuais possuem impactos globais e que atitudes desde a linha de produção, como eliminação de materiais tóxicos, *ecodesign*, rotulagem ambiental e outros itens devem ser incentivados. Entretanto, Couto (2017) elenca desafios quanto aos aspectos tributários bem como falta de instrumentos financeiros para que este objetivo seja atingido.

5. CONCLUSÕES

Este estudo aponta uma série de desafios para a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Para chegar a estes apontamentos, realizou-se uma pesquisa teórica, descritiva, qualitativa a partir de literatura teórica e empírica sobre políticas públicas e implementação da PNRS. Questões ligadas à integração entre esferas do governo, execução de instrumentos (como sistema de logística reversa, acordos setoriais e educação ambiental), aspectos tributários, instrumentos financeiros, entre outros obstáculos foram levantados.

Por mais que a lei 12.305/10 esteja próxima a completar uma década desde a sanção, assim como Maiello et al. (2018), a presente pesquisa constata um baixo nível de implementação. Ademais, são evidenciadas as referências que levaram a esta constatação em cada um dos quinze objetivos da lei federal. Como limitação, evidencia-se o fato de não ter sido utilizado o levantamento sistemático da literatura. Como sugestão para pesquisas posteriores, sugere-se a realização de entrevistas com atores que atuam na implementação da PNRS, contemplando os objetivos da lei a fim de complementar a presente pesquisa teórica.

Ao analisar a implementação de uma política pública, os obstáculos que surgem ao longo do processo são evidenciados e assim, medidas corretivas podem ser tomadas a ponto de não prejudicar o atingimento de seus objetivos. Por se tratar de um marco regulatório, a Política Nacional de Resíduos Sólidos ainda carece ser mais bem analisada para amparar sua implementação e assim, levar o desenvolvimento econômico, social e ambiental às diversas regiões do país.

REFERÊNCIAS

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Urbana e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, São Paulo-SP, 2017.

BISPO, Fabiana Carvalho da Silva; SANTOS JR, Ailton Bispo. Uma reflexão teórica acerca da avaliação no ciclo de políticas públicas. Anais do VII Encontro de Administração Pública da ANPAD – EnAPG. São Paulo-SP, 2016.

BAPTISTA, Tatiana Wargas de Faria; REZENDE, Mônica de. A ideia de ciclo na análise de políticas públicas. Caminhos para análise das políticas de saúde, v. 1, p. 221-272, 2011.

BARBOSA-FILHO, Waldner Gomes; COSTA, Amanda Rodrigues; PINHEIRO, Sara Maria; SIMÃO, Bárbara Correia. **Indicadores da sustentabilidade para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos da cidade de João Pessoa-PB**. In.: EL-DEIR, Soraya Giovanetti; BEZERRA, Raísa Protá;

AGUIAR, Wagner José (Org.). Resíduos sólidos: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada. Grupo Gestão Ambiental de Pernambuco (Gampe/UFRPE). Recife-PE, 2017

BRASIL; Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília-DF, 1988.

BRASIL; Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010: Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Brasília-DF, 2010a.

BRASIL; Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Brasília-DF, 2010b.

CALMON, Paulo e COSTA, Arthur T. M. Redes e Governança das Políticas Públicas. **Revista de Pesquisa em Políticas Públicas**. Edição nº 1, 2013.

CÂMARA DOS DEPUTADOS; Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política nacional de resíduos sólidos [recurso eletrônico]. 2ªed. Brasília-DF, 2012.

COUTO, Maria Cláudia Lima. Modelo logístico para localização de instalações destinadas à logística reversa de embalagens pós-consumo. **Tese** (doutorado) - Escola de Engenharia - Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2017.

DOMINGUES, Gabriela Santos; GUARNIERI, Patrícia; CERQUEIRA-STREIT, Jorge Alfredo. Princípios e Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: Educação Ambiental para a Implementação da Logística Reversa. **Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade**. v.2, n.1 Brasília-DF, 2016.

DOS SANTOS, Rebeca Cristina Souza; GUARNIERI, Patrícia; CERQUEIRA-STREIT, Jorge Alfredo. Inclusão e Capacitação de Catadores para a Logística Reversa: Combate à Pobreza e à Poluição. **Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade**. v. 2, n. 1. Brasília-DF, 2016.

ERKMAN, Suren. Industrial ecology: an historical view. **Journal of Cleaner Production**. v. 5, n.1, 1997.

FREITAS, Luciana Costa; BESEN, Gina Rizpah; JACOBI, Pedro Roberto. **Panorama da Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: Resíduos Urbanos**. In.: BESEN, Gina Rizpah; FREITAS, Luciana Costa; JACOBI, Pedro Roberto (Org.). Política nacional de resíduos sólidos: implementação e monitoramento de resíduos urbanos. IEE USP: OPNRS. São Paulo-SP, 2017

GONÇALVES-DIAS, Sylmara. Consumo & Resíduos: duas faces da mesma moeda. **Revista GV Executivo**. v.14. n.1. São Paulo-SP, 2015.

GUARNIERI, Patrícia; CERQUEIRA-STREIT, Jorge Alfredo; Perspectives of waste pickers in Distrito Federal, Brazil arising from the obligation of reverse logistics through National Policy of Solid Waste. Latin American **Journal of Management for Sustainable Development**. Vol.2, 2015.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais: Relatório de Pesquisa**. Brasília-DF, 2012.

KNOEPFEL, Peter.; LARRUE, Corinne.; VAORE, Frédéric.; HILL, Michael.; Public policy analysis. **Policy Press**, 2011.

LIMA, Amanda; COSTA, Amanda Rodrigues; EL-DEIR, Soraya Giovanetti. **Indicadores de sustentabilidade como auxílio na gestão de resíduos sólidos urbanos: Um estudo de caso da pegada ecológica**. In.: EL-DEIR, Soraya Giovanetti; BEZERRA, Raísa Prota; AGUIAR, Wagner José (Org.). Resíduos sólidos: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada. Grupo Gestão Ambiental de Pernambuco (Gampe/UFRPE). Recife-PE, 2017

MAZMANIAN, Daniel. SABATIER, Paul; A Multivariate Model of Public Policy-Making. **American Journal of Political Science**, Vol. 24, No. 3, 1980.

LINDQUIST, Evert; WANNA, John. Is Implementation Only About Policy Execution? Advice for public sector leaders from the literature. *New Accountabilities, New Challenges*. ANU Press, 2015.

MAIELLO, Antonella; BRITTO, Ana Lucia Nogueira de Paiva; VALLE, Tatiana Freitas. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública (RAP)**. Rio de Janeiro 52 (1): 24-51, 2018;

MENEGHETTI, Francis Kanshiro; O que é um ensaio-teórico? *Revista de Administração Contemporânea (RAC)*, vol. 15, núm. 2, Rio de Janeiro, 2011;

MUCELIN, Carlos Alberto.; BELLINI, Marta. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade e Natureza**, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2008.

HEBER, Florence; SILVA, Elvis M. D. Institucionalização da Política Nacional de Resíduos Sólidos: dilemas e constrangimentos na Região Metropolitana de Aracaju (SE). **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 913-937, jul./ago. 2014.

OLLAIK, Leila Giandoni; MEDEIROS, Janann Joslin. Instrumentos governamentais: reflexões para uma agenda de pesquisas sobre implementação de políticas públicas no Brasil. **Rev. Adm. Pública [on-line]**, v. 45, n. 6, p. 1.943-1.967, 2011.

RODRIGUES, Fernando Altino. Resíduos Perigosos. In: JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; MACHADO FILHO, J. V. (org.). *Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos*. Barueri-SP: Manole, 2012.

SAIANI, Carlos César Santejo; TORNETO JÚNIOR, Rudinei. **Manejo dos resíduos sólidos no Brasil: desigualdades e efeitos sobre a saúde**. In.: TORNETO JÚNIOR, Rudinei; SAIANI, Carlos César Santejo; DOURADO, Juscelino (Org.). *Resíduos Sólidos no Brasil. Oportunidades e desafios da lei federal nº12305/10*. Ed. Manole, Barueri-SP, 2014;

SARAVIA, Enrique; **Política Pública: dos clássicos às modernas abordagens**. Orientação para a leitura. In.: SARAVIA, Enrique; FERRAREZI, Elisabete Ferrarezi (Org.) *Políticas públicas: coletânea*. Brasília, DF: ENAP, 2006. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br> Acesso em: novembro de 2018.

SECCHI, Leonardo. **Políticas Públicas: conceitos, esquemas de análises, casos práticos**. São Paulo: Cengage Learning, 2013;

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M.; **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SINIR, Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.sinir.gov.br/logistica-reversa/acordos-setoriais>. Acessado em: dezembro de 2018.

STUMPF, Uitã Dutra; THEIS, Vanessa; SCHREIBER, Dusan. Gestão de Resíduos Sólidos em empresas metalomecânicas de pequeno porte. **Revista Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. V. 7, N.2, São Paulo-SP, 2018.

VENENTE, Tatiane Batista; BARBOSA, Neuza Cioffi; CASTILHOS JR, Armando Borges; FERREIRA, Amanda Estefânia de Melo. **Desafios e Oportunidades para a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos nos municípios do baixo Amazonas**. In.: MELLO, Daniel Pernambucano; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; DA SILVA, Rodrigo Cândido Passos; SANTOS, João Paulo de Oliveira (Org.). *Resíduos Sólidos: Gestão Pública e Privada*. Grupo Gestão Ambiental de Pernambuco (Gampe/UFRPE). Recife-PE, 2018

VON ZUBEN, Fernando. Inovação tecnológica: transformando resíduo em riqueza. In: JARDIM, A.;

YOSHIDA, C.; MACHADO FILHO, J. V. (org.). Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Barueri-SP: Manole, 2012.

YOSHIDA, C. Competências e as diretrizes da PNRS: conflitos e critérios de harmonização entre as demais legislações e normas. In: JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; MACHADO FILHO, J. V. (org.). Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Barueri-SP: Manole, 2012.

2.2 REGIONALIZAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MINAS GERAIS; UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A MITIGAÇÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA

MACEDO, Luciana Alves Rodrigues
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
luciana.r.mac@gmail.com

LANGE, Liséte Celina
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
lisete@desa.ufmg.br

CASTILHOS JUNIOR, Armando Borges de
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
armando.castilhos@gmail.com

RESUMO

Os atuais modelos de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) adotados pelos municípios no Brasil, principalmente os de pequeno porte, com sua atuação de forma individualizada, têm apresentado dificuldades para promover o adequado gerenciamento dos resíduos. Assim a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei 12.305 de 2010, incentiva a adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados visando à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos na gestão dos resíduos. Esse estudo objetivou investigar a destinação dos RSU nos consórcios intermunicipais operantes no Estado de Minas Gerais - Brasil avaliando a contribuição da gestão regionalizada para o desenvolvimento sustentável através da mitigação da emissão de gases do efeito estufa, utilizando de pesquisas bibliográfica e documental. Concluiu-se que apesar da inexistência de sistemas para o aproveitamento energético do biogás nos aterros sanitários compartilhados entre os municípios, a gestão regionalizada dos resíduos tem se mostrado como uma solução para a minimização dos impactos ambientais, os quais incluem a redução das áreas de disposição final inadequada, lixões e a aterros controlados, e das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) diretamente na atmosfera através de sua coleta e eliminação por meio de chama (*flaring*).

PALAVRAS-CHAVE: Consórcios intermunicipais, Gases de efeito estufa, Resíduos Sólidos.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a geração dos resíduos sólidos tem sido crescente ao longo dos últimos anos, uma vez que as populações urbanas continuam a elevar e a modificar seus padrões de consumo aumentando as implicações para a saúde humana e para a qualidade ambiental. O rápido agravamento das condições de sustentabilidade dos sistemas urbanos tem levado a busca de soluções para o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos (SARRA et al., 2017).

O marco legal foi estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010a) e regulamentada pelo Decreto 7.404/2010 (BRASIL, 2010b), reunindo o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos. Entretanto, apesar do aumento da disposição em aterros sanitários após a implementação da Lei, verifica-se que vazadouros a céu aberto (lixões) e aterros controlados ainda estão presentes 60% dos municípios (ABRELPE, 2016).

Em nível global, o tratamento e a disposição dos resíduos contribuem para a emissão dos GEE, favorecendo as mudanças climáticas, em especial o CH₄, sendo responsáveis por aproximadamente 3 a 4% das emissões anuais. Enquanto os gases gerados pelo transporte dos resíduos não são contabilizados, a maior contribuição 57% de CH₄ ocorre nos aterros sanitários e vazadouros a céu aberto (lixões) devido à decomposição anaeróbica dos resíduos.

De fato, no Brasil, os municípios, sobretudo os de pequeno porte, têm apresentado estrutura fragilizada frente aos modelos tradicionalmente adotados para a gestão dos RSU associada à ausência de desenvolvimento institucional, à incapacidade técnica e operacional e à insustentabilidade financeira dos sistemas implantados.

Assim, a PNRS estabelece, em seu Art. 8, item XIX, como um de seus instrumentos o incentivo à adoção de consórcios com base na Lei 11.107/2005 (BRASIL, 2005) ou de outras formas de cooperação entre os entes federados para a gestão dos resíduos com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos. A solução consiste em agregar dois ou mais municípios em um arranjo mais amplo, melhorando, assim a eficiência econômica e ambiental, minimizando os problemas gerenciais geralmente ligados ao tamanho reduzido dos municípios.

A necessidade do desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental voltados para a melhoria dos processos produtivos e para o reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluída a recuperação e o aproveitamento energético consta nos objetivos da PNRS. Dependendo da escala do aterro sanitário, é possível realizar o aproveitamento energético a partir da queima do gás metano, além de poder gerar renda pela venda dos créditos de carbono.

Assim dentre as alternativas para o aproveitamento do potencial inexplorado do biogás de aterro no Brasil, a formação de consórcios intermunicipais pode possibilitar o aumento da capacidade de geração de energia em decorrência dos ganhos de escala. Além disso, a otimização da logística de transporte dos resíduos, do ponto de geração até o de disposição final, favorecerá a redução do consumo de combustíveis e conseqüentemente a mitigação das emissões de GEE.

Esse estudo objetivou investigar a destinação dos RSU nos consórcios intermunicipais operantes no Estado de Minas Gerais avaliando a contribuição da gestão regionalizada para o desenvolvimento sustentável através da mitigação da emissão de gases do efeito estufa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As emissões antropogênicas de Gases do Efeito Estufa (GEE) aumentaram desde a era pré-industrial impulsionadas, em grande parte, pelo crescimento econômico e populacional. Os efeitos do aumento da concentração de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) foram detectados em todo o sistema climático e é extremamente provável que tenha sido a causa dominante do aquecimento observado desde meados do século XX (IPCC, 2014).

Em nível global, o tratamento e a disposição dos resíduos contribuem para a emissão dos GEE, favorecendo as mudanças climáticas, em especial o CH₄ que corresponde a 97,4% do total dos GEE gerados nessas atividades (SEE, 2016). De acordo com o *Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC* (IPCC, 2006), essas emissões são responsáveis por aproximadamente 3 a 4% das emissões anuais. Enquanto os gases gerados pelo transporte dos resíduos não são contabilizados, a maior contribuição 57% de CH₄ ocorre nos aterros sanitários e vazadouros a céu aberto (lixões) devido à decomposição anaeróbica dos resíduos, sendo o restante proveniente, 23% do tratamento de efluentes industriais, 19% do tratamento dos efluentes domésticos e 0,9% da incineração dos resíduos (LOU; NAIR, 2009; SEE, 2016; ONU MEIO AMBIENTE, 2018).

No Brasil, a disposição em aterros sanitários tem sido a técnica adotada para a disposição final dos RSU. Entretanto disposições inadequadas em lixões e aterros controlados ainda estão presentes em 3.331(60%) dos municípios, os quais enviaram, em 2016, 81 mil toneladas de resíduos por dia, correspondendo a 17% e 24% do volume coletado, respectivamente (ABRELPE, 2016). Dentre os avanços promovidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010a), Lei nº 12.305/2010, o encerramento gradual das áreas de disposição inadequada e a busca por novas soluções para otimizar e tornar mais sustentável a gestão dos resíduos podem ser percebidos em algumas cidades do país, principalmente nas regiões sudeste e sul (MANNARINO et al., 2016).

Diante do desafio para a implementação da hierarquia na gestão de resíduos, somada à crescente geração, a tecnologia avançada *Waste-to-Energy* (WtE) apresenta-se como uma alternativa emergente na produção de energia renovável, criando oportunidades para redução das emissões dos GEE (KUMAR; SAMADDER, 2017; SORA et al. 2018). Os métodos para o gerenciamento de WtE consistem na aplicação de tecnologias que tratam os RSU diretamente, como incineração e digestão anaeróbica e aquelas utilizadas para geração de gases, como o biogás e gás de aterro (YI et al., 2018).

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) proposto no Protocolo de Kyoto é aplicável a países em desenvolvimento e permite a comercialização dos créditos de carbono gerados aos países desenvolvidos como forma de reduzir emissões, abrangendo tanto questões globais ligadas à mudança climática quanto a promoção do desenvolvimento dentro do contexto local.

De acordo com os dados do *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC, 2019) há, no Brasil, 130 projetos registrados de MDL específicos para o tratamento e disposição de resíduos. Projetos com aproveitamento do biogás para simples queima no *flare* ou produção de energia podem gerar receita com a venda de créditos de carbono no mercado internacional, propiciando um incentivo para melhoria da operação dos aterros sanitários, avançando na implementação de uma adequada gestão dos resíduos nos municípios brasileiros (ELK, 2007). O relatório de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil (MCTI, 2014) aponta uma diminuição das emissões de CH₄ nos últimos anos, principalmente nos estados de São Paulo e Bahia, decorrentes da implementação de projetos de aterros incluídos no MDL.

A necessidade de desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental voltados para a melhoria dos processos produtivos e para o reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluída a recuperação e o aproveitamento energético constam dos objetivos da PNRS. De acordo com a Lei, metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final devem ser consideradas nos Planos Nacional e Estaduais de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010a). Segundo Drudi et al. (2016) a utilização dos RSU como fonte de energia constitui-se, além de uma alternativa energética, uma necessidade sanitária, pois, a simples disposição em solo constitui-se em uma ameaça para a saúde pública e para o meio ambiente.

De fato, estratégias focadas na coleta seletiva e na recuperação de materiais apresentam maiores benefícios ambientais do que alternativas voltadas à geração de energia (CHEN; LO, 2016; COELHO; LANGE, 2016). Contudo a inexistência de iniciativas consolidadas para a recuperação da fração orgânica e de materiais recicláveis no País (ABRELPE, 2016) representam desafios para o alcance da gestão sustentável nos municípios através da substituição do conceito de fim-de-vida da economia linear por novos fluxos circulares de reutilização, restauração e renovação em um processo integrado. Segundo Santos et al. (2018), a Economia Circular é uma ferramenta essencial para a substituição deste modelo, baseando o crescimento socioeconômico na sustentabilidade. Neste sentido, torna-se fundamental sua aplicação possibilitando a preservação do meio ambiente e a implementação de ações preventivas para a melhoria da gestão dos resíduos sólidos.

O Brasil assim como outros países da América Latina, Argentina, Equador, El Salvador, Colômbia, México, Peru e Uruguai possuem juntos cerca de vinte aterros equipados com instalações para o uso de energia do biogás. Entretanto a superestimação do volume de biogás que foi projetado e que se espera que seja gerado durante a vida útil bem como a volatilidade dos preços no mercado de carbono são problemas que necessitam ser solucionados (ONU MEDIO AMBIENTE, 2018).

Dependendo da escala do aterro sanitário, é possível realizar o aproveitamento energético a partir da queima do gás metano, o que é ambientalmente mais adequado, além de poder gerar renda pela venda dos créditos de carbono (BRASIL, 2011). Dentre as alternativas para o aproveitamento do potencial inexplorado do biogás de aterro, considerando as 17 usinas de energia instaladas no Brasil, Lima et al. (2018) propõem a formação de consórcios intermunicipais, permitindo assim o aumento da capacidade de geração de energia em decorrência dos ganhos de escala. Além disso, a otimização da logística de transporte dos resíduos, do ponto de geração até o de disposição final, favorecerá a redução do consumo de combustíveis e conseqüentemente a mitigação das emissões de GEE (SIMÃO et al., 2017).

De fato, os municípios, sobretudo os de pequeno porte, têm apresentado estrutura fragilizada frente aos modelos tradicionalmente adotados para a gestão dos RSU associada à ausência de desenvolvimento institucional, à incapacidade técnica e operacional e à insustentabilidade financeira dos sistemas implantados (ONOFRE et al., 2013, FUNASA, 2014; CETRULO et al. 2018). Assim, os consórcios intermunicipais surgem não somente em uma solução de um novo arranjo institucional para a gestão municipal como uma forma de viabilizar economicamente a gestão adequada dos resíduos, mas também como uma possibilidade para a manutenção da qualidade e da sustentabilidade ambiental em nível regional (FEAM, 2009).

Para Piterman et al., (2016), a criação do consórcio é um importante fator para estimular a implantação e gestão das políticas públicas de saneamento, potencializando os recursos socioeconômicos, tecnológicos e humanos, racionalizando a aplicação de recursos com maior transparência e segurança jurídica. López et al., (2016) fornecem evidência empírica de que os municípios com até 20.000 habitantes podem efetivamente alcançar melhores níveis de eficiência de custos quando a prestação de serviços é compartilhada.

Os consórcios intermunicipais possibilitam minimização de riscos e de impactos ambientais através do agrupamento dos processos de planejamento e gestão, da otimização do uso de áreas para a sua disposição final, do favorecimento à adoção de tecnologias mais avançadas e da implementação de programas regionais de educação ambiental (SILVEIRA; PHILLIP, 2008; SUZUKI; GOMES, 2009; FUNASA, 2014).

Em uma avaliação das rotas tecnológicas aplicadas ao tratamento dos resíduos em consórcios operantes em Minas Gerais-Brasil, Ferreira e Jucá (2017) afirmam que a sustentabilidade da gestão consorciada deve centrar-se em um modelo que privilegia a redução da geração e da disposição final de resíduos. Destacam ainda a importância da inserção das cooperativas de catadores, promovendo ações de geração de trabalho e renda, assim como da possibilidade de reciclagem da matéria orgânica a partir de tecnologias de compostagem.

Nos Países Membros da União Europeia, por força das exigências de suas legislações, a cooperação intermunicipal tornou-se uma forma alternativa de organização e gestão dos serviços públicos, principalmente nos serviços de manejo dos resíduos, abastecimento de água, esgotamento sanitário e transporte público (HULST; MONTFORT, 2011). A solução consiste na regionalização, agregando dois ou mais municípios em um arranjo mais amplo melhorando assim a eficiência econômica e ambiental, minimizando os problemas gerenciais geralmente ligados ao tamanho reduzido dos municípios (SARRA et al., 2017).

No Brasil, a formação dos consórcios intermunicipais é incentivada pela PNRS visando à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos, estabelecendo ainda priorização do acesso aos recursos da União para municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais com base na Lei nº 11.107/2005. Para incentivar e apoiar tecnicamente sua constituição e subsidiar informações para a elaboração dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (PEGRS), estudos de regionalização têm sido realizados pelos governos estaduais, a exemplo de Minas Gerais. Em seu Plano Preliminar de Regionalização, foi apresentada uma proposta de divisão do Estado em 51 Arranjos Territoriais Ótimos (ATOs) com viabilidade técnica para a implementação de consórcios (FEAM, 2009).

Sendo assim, a implantação de consórcios intermunicipais para a destinação final de resíduos sólidos urbanos tem sido um tema de crescente relevância para as administrações públicas em diferentes localidades do Brasil em função dos fatores dos incentivos federais à formação de aterros sanitários regionais e da própria redução de custos locais de operação, manutenção e administração (RIKILS et al., 2016).

Apesar da existência do compartilhamento de aterros sanitários em 32% dos municípios brasileiros, ou seja, de municípios que enviam seus resíduos para aterros sanitários localizados em outro município, a ocorrência de consórcios intermunicipais como operadores ainda é incipiente no País (SNIS, 2018). Esse estudo objetiva investigar a destinação dos RSU nos consórcios intermunicipais operantes no Estado de Minas Gerais avaliando a contribuição da gestão regionalizada para o desenvolvimento sustentável através da mitigação da emissão de gases do efeito estufa.

3. METODOLOGIA

O estudo utilizou o Estado de Minas Gerais como área de abrangência, uma das 27 unidades federativas do Brasil, localizado na região Sudeste do País, constituído de 853 municípios, sendo o 4º Estado com a maior área territorial, 586 520.732 km², e o 2º em número de habitantes, 19.597.330 (IBGE, 2010). O trabalho foi desenvolvido em duas etapas metodológicas utilizando de pesquisa bibliográfica e documental, sendo elas:

Etapa 1: Identificação dos arranjos intermunicipais na forma de consórcios operantes na gestão dos RSU

Os dados e informações sobre os consórcios operantes e seus municípios constituintes foram disponibilizados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM na Gerência de Resíduos Sólidos Urbanos referentes ao ano de 2019. Os dados foram tabulados sendo os arranjos intermunicipais analisados quanto a localização geográfica considerando as Superintendências Regionais de Meio Ambiente (SUPRAM), número de municípios integrantes e população urbana atendida. Objetivando uma análise da configuração espacial dos consórcios nos Arranjos Territoriais Ótimos (ATOs) foi utilizado o *software* ArcMap 10.5.

Etapa 2: Análise das formas de destinação dos RSU e da contribuição para a mitigação dos GEE

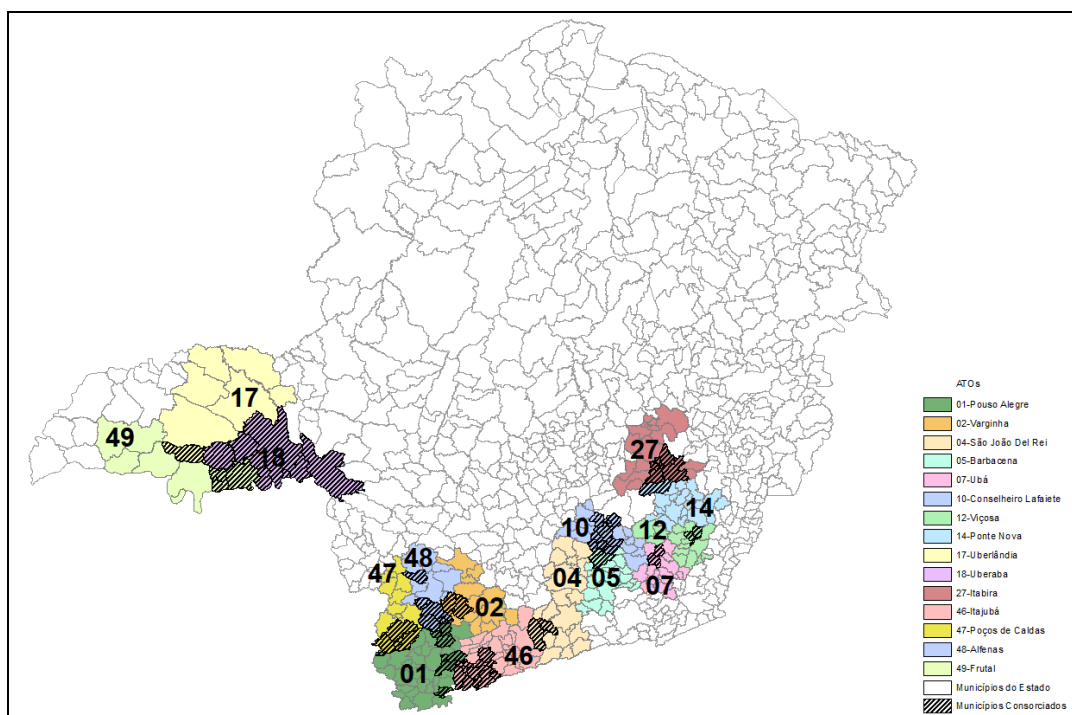
O levantamento dos dados sobre as formas de destinação dos resíduos nos municípios consorciados foi realizado a partir do relatório de Classificação e Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais - Ano Base 2016 (FEAM, 2016). Os dados foram tabulados e analisados possibilitando avaliar a contribuição da gestão regionalizada dos RSU para a mitigação da emissão de gases de efeito estufa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Estado de Minas Gerais possui 10 consórcios operantes na gestão dos RSU dos quais participam 61 (7%) municípios mineiros, abrangendo uma população de 1.047.647 habitantes. De fato, apesar da existência do compartilhamento de aterros sanitários em grande parte dos municípios brasileiros, a ocorrência de consórcios intermunicipais como operadores ainda é incipiente (SNIS, 2018).

Em Minas Gerais os municípios consorciados encontram-se localizados em 15 dos 51 ATO propostos no Plano Preliminar de Regionalização (FEAM, 2009) conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1. Consórcios operantes na gestão dos RSU nos Arranjos Territoriais Ótimos (ATOs) do Estado de Minas Gerais



A Tabela 1 demonstra que os consórcios de menor porte, com população total inferior a 30.000 habitantes, têm utilizado as Usinas de Triagem e Compostagem (UTCs) como solução para tratamento e disposição final dos RSU, tendo em vista os altos custos operacionais dos aterros sanitários para atender à pequenas populações. Isso evidência o que foi identificado por Onofre et al., (2013); FUNASA (2014) e Cetrulo (2018) quanto a incapacidade operacional e à insustentabilidade financeira dos sistemas implantados para a gestão dos RSU nos pequenos municípios.

De fato, para os de maior porte populacional, superior a 100.000 habitantes o compartilhamento dos aterros sanitários regionais tem sido a forma adotada, tendo em vista que custos de manutenção tendem a diminuir conforme se aumenta a escala. De acordo com a PNRS (BRASIL, 2010a), a constituição dos consórcios intermunicipais visa, sobretudo à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

Contatou-se que os municípios consorciados se encontram inseridos nas regiões de maior desenvolvimento socioeconômico do Estado: 51% no Sul de Minas, 18% no Triângulo e Alto Paranaíba, 13% Central, 10% na Zona da Mata e 8% no Leste Mineiro.

Tabela 1. Tecnologias de tratamento e disposição final dos RSU utilizadas pelos consórcios em operação

Consórcio	Localização na SUPRAM	Número de Municípios	População Total Atendida pelo Consórcio ^b	Tecnologia para Tratamento de Disposição Final ^c
CONVALE	Triâng. Mineiro e Alto Paranaíba	11	367.281	AS
ECOTRES	Central	3	190.111	AS
CIMASAS ^a	Sul de Minas	13	161.157	AS
CPGRS	Leste Mineiro	6	131.285	AS
CIDERSU ^a	Sul de Minas	10	105.746	AS
CPGIRS ^a	Sul de Minas	5	45.802	AS
CONDAPAV ^a	Central	6	27.798	UTC
CRSSF	Zona da Mata	2	6.713	UTC
CONCASS	Sul de Minas	3	26.149	UTC
CONRESOL	Zona da Mata	2	5.605	UTC

(a) Nestes consórcios ainda há 4 municípios que tem utilizado aterros controlados ou lixões para a disposição final dos resíduos.

(b) IBGE (2010)

(c) AS: Aterro Sanitário; UTC: Usina de Triagem e Compostagem

Embora não existam sistemas para aproveitamento energético do biogás, justifica-se o investimento nos aterros regionais visto que a coleta e eliminação por meio de chama (*flaring*) possui a finalidade de mitigar impactos ainda maiores se os resíduos fossem depositados em aterros controlados e lixões, reduzindo assim as emissões de GEE diretamente na atmosfera. Essa prática apresenta-se relevante tendo em vista que 57% de CH₄ proveniente da gestão dos resíduos sólidos ocorre nestes locais devido a decomposição anaeróbica (LOU; NAIR, 2009; SEE, 2016; ONU MEDIO AMBIENTE, 2018). Contudo fatores que dificultam a instalação de tecnologias para o aproveitamento energético nos aterros regionais dos consórcios devem ser investigados uma vez proporcionam o aumento da capacidade de geração de energia em decorrência dos ganhos de escala (LIMA et al., 2018).

Outros benefícios merecem ser considerados na gestão regionalizada dos resíduos, como redução de abertura de novas áreas para disposição final e a erradicação de antigas áreas de lixões e aterros controlados, minimizando os impactos provenientes da contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas pelo lixiviado. Silveira e Phillip (2008) e Suzuki e Gomes (2009) ainda incluem como vantagem do consórcio a implementação de tecnologias mais avançadas e de programas regionais de educação ambiental.

As UTC implantadas nos consórcios de menor porte populacional têm proporcionado benefícios ambientais e sociais. A triagem dos resíduos e seu encaminhamento para empresas recicladoras representam um potencial significativo para a redução indireta de emissões de GEE, contribuindo ainda para redução do consumo de recursos naturais e energia bem como do volume dos resíduos encaminhados para o aterro. Por outro lado, a compostagem, realizada através de um processo prioritariamente aeróbio, também favorece a minimização das emissões dos GEE, reduzindo a quantidade de matéria orgânica nos aterros sanitários. Para Chen Lo (2016) e Coelho e Lange (2016), estratégias focadas na coleta seletiva e na recuperação de materiais apresentam maiores benefícios ambientais do que alternativas voltadas à geração de energia. Assim sugere que a tecnologia para destinação dos RSU a ser adotada em soluções consorciadas, dependendo, de seu porte (número de municípios e população atendida) possua, pelo menos, um aterro sanitário compartilhado entre os municípios consorciados e uma

unidade de triagem e compostagem em cada município, conforme a logística de transporte e a capacidade de tratamento/disposição.

5. CONCLUSÕES

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) configura uma oportunidade real para a geração de recursos a partir do adequado manejo dos sistemas de disposição de resíduos sólidos urbanos através do tratamento do biogás dos aterros sanitários. Em Minas Gerais, os consórcios intermunicipais apresentam-se como uma alternativa na gestão dos RSU, tendo em vista a predominância, 84,8%, de municípios de pequeno porte com população inferior a 20.000 habitantes. Apesar da inexistência de sistemas para o aproveitamento energético do biogás nos aterros compartilhados pelos municípios consorciados, a gestão regionalizada dos resíduos tem se mostrado como uma solução para a minimização dos impactos ambientais, os quais incluem a redução das emissões de GEE diretamente na atmosfera através de sua coleta e eliminação por meio de chama (*flaring*). O potencial de geração de créditos de carbono na gestão dos resíduos é bastante relevante, constituindo-se numa oportunidade promissora para promover a sustentabilidade social e ambiental. Os ganhos de escala provenientes da formação dos consórcios intermunicipais podem favorecer a implementação de novas tecnologias, como sistemas para aproveitamento energético do biogás, e a adoção de práticas de gestão sustentáveis nos municípios por meio da minimização, reutilização, reciclagem dos resíduos. Políticas públicas integradas e apoio financeiro associados aos estudos que comprovam a viabilidade dos sistemas podem fortalecer o cenário das instalações *Waste-to-Energy* (WtE) aliando os benefícios ambientais ao retorno econômico.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**, São Paulo, 59 p. 2016.

BRASIL. Lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005. **Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos**. Diário Oficial da União, Brasília, 06 abr. 2005. Disponível em: < www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11107.htm>. Acesso em fev. de 2019

_____. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União, Brasília, 03 ago. 2010a. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em fev. de 2019

_____. Decreto Nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010. **Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 dez. 2010b. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em fev. de 2019

_____. Tribunal de Contas da União (TCU). **Relatório de Auditoria Operacional – Monitoramento no Programa Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília, Distrito Federal, 2011, 107 p.

CETRULO et al. Effectiveness of solid waste policies in developing countries: A case study in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, n. 205, p. 179-187, 2018

CHEN Y. C.; LO S. L. Evaluation of greenhouse gas emissions for several municipal solid waste management strategies. **Journal of Cleaner Production**, n. 113, p. 606 – 612, 2016

COELHO L. M. G.; LANGE L.C. Applying life cycle assessment to support environmentally sustainable waste management strategies in Brazil. **Resources, Conservation and Recycling**, n. 128, p. 438–450, 2018

DRUDI R. et al. **Modelagem Matemática da Produção de Biogás em Aterros Sanitários**. In: Resíduos sólidos: O desafio do Gestão Integrada de Resíduos Sólidos face aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. [livro eletrônico] / Soraya Giovanetti El-Deir, Alcione Moraes Melo, Thaís Jeruzza Maciel Póvoas Souto. 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2016; e-book. 1085 p. Disponível: <www.epersol.com/e-books.html>. Acesso em abril de 2019

ELK A. G. H. P. V. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo aplicado a resíduo sólidos – 3 Redução de emissões na disposição final**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007. 14 p. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_publicacao/125_publicacao12032009023918.pdf>. Acesso em fev. 2019

FERREIRA C. F. A.; JUCÁ J. F. T. Metodologia para avaliação dos consórcios de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 513-521, 2017

FUNDAÇÃO ESTUDUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). **Plano Preliminar de Regionalização da Gestão de Resíduos Sólidos para o Estado de Minas Gerais – Vol. 4 Plano Preliminar**. Belo Horizonte, FEAM, 2009.

FUNDAÇÃO ESTUDUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). **Classificação e Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais – Ano Base 2016**. 12 p. Disponível em:<http://www.feam.br/images/stories/2017/RESIDUOS/Minas_Sem_Lixoes/Classifica%C3%A7%C3%A3o_e_Panorama_Final_2016_para_ASCOM.pdf>. Acesso em fev. de 2019

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE (FUNASA). **Estruturação e Implementação de Consórcios Públicos de Saneamento**. Ministério da Saúde, 2. ed., Brasília, 2014

HULST J. R.; VAN MONTFORT. Institutional features of inter-municipal cooperation: Cooperative arrangements and their national contexts. **Public Policy and Administration**, n. 27(2), p. 121–144, 2011
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Informações Básicas Municipais – Perfil dos Municípios Brasileiros 2012**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em:<<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95942.pdf>>. Acesso em fev. de 2019

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 5: Waste, 2006**. Disponível em: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_3_Ch3_SWDS.pdf. Acesso em fev. 2019

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva, Switzerland, 151 p. 2014. Disponível em:<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf>. Acesso em fev. de 2019

KUMAR A.; SAMADDER R. S. review on technological options of waste to energy for effective management of municipal solid waste. **Waste Management**, n. 69, p. 407–422, 2017

LIMA R. M. et al. Spatially distributed potential of landfill biogas production and electric power generation in Brazil. **Waste Management**, n. 74, p. 323–334, 2018

LÓPEZ G. P.; PRIOR D.; GÓMEZ J. L. Z.; DÍAZ A. M. P. Cost efficiency in municipal solid waste service delivery. Alternative management forms in relation to local population size. **European Journal of Operational Research**, v. 255, p. 583–592, 2016

LOU X. F.; NAIR J. The impact of landfilling and composting on greenhouse gas emissions – A review. **Bioresource Technology**, n. 100, p. 3792–3798, 2009

MANNARINO C. F.; FERREIRA J. A.; GANDOLLA M. Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Europeia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.21, n.2, p. 379-385, 2016

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil**. 2ª Edição, 190 p. 2014

ONOFRE Y. S.; PEREIRA M. P.; BOTELHO M. I. V. Os Consórcios públicos como vias de implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). **Revista do Direito da Universidade de Santa Cruz do Sul**, n. 41, p. 03 – 23, 2013

ONU MEDIO AMBIENTE. **Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe**. Ciudad de Panamá, Panamá, 260 p. 2018. Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/pt-br/news-and-stories/press-release/um-terco-dos-residuos-da-america-latina-e-do-caribe-acaba-em-lixoes>>. Acesso em fev. de 2019

PITERMAN A.; REZENDE S. C.; HELLER L. Capital social como conceito-chave para a avaliação do sucesso de consórcios intermunicipais: o caso do CISMAE, Paraná. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.21, n.4, p. 825-834, 2016

RIKILS V. S. S *et. al.* **Resíduos Sólidos na Região Metropolitana do Sul do Estado do Roraima**. In: Resíduos sólidos: O desafio do Gestão Integrada de Resíduos Sólidos face aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. [livro eletrônico] / Soraya Giovanetti El-Deir, Alcione Moraes Melo, Thaís Jeruzza Maciel Póvoas Souto. 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2016; e-book, 1085 p. Disponível: <www.epersol.com/e-books.html>. Acesso em abril de 2019

SANTOS et al. **Economia Circular como Via para Maximizar o Impacto ambiental gerado pelos resíduos sólidos**. In: Resíduos sólidos: tecnologia e boas práticas de economia circular. [livro eletrônico] / Rodrigo Cândido Passos da Silva, João Paulo de Oliveira Santos, Daniel Pernambucano de Mello, Soraya Giovanetti El-Deir. – 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2018; e-book, 536 p. Disponível: <www.epersol.com/e-books.html>. Acesso em abril de 2019

SARRA A.; MAZZOCCHITTI M.; RAPPOSELLI A. Evaluating joint environmental and cost performance in municipal waste management systems through data envelopment analysis: Scale effects and policy implications. **Ecological Indicators**, v. 73, p. 756–771, 2017

SILVEIRA R. C. E.; PHILIPP L. S. Consórcios Públicos: uma alternativa viável para a gestão regionalizada de resíduos sólidos urbanos. **Revista de Desenvolvimento Regional, Santa Cruz do Sul**, v. 13, n. 1, p. 205 - 224, 2008

SIMÃO M. F.; DALMO F. C.; NEBRA S. A.; SANT'ANA P. H. M.A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Estratégia de Formação de Consórcios Públicos Intermunicipais. In: Crise no Mundo do Trabalho e Mudanças Regressivas no Marco Regulatório. **Revista de Políticas Públicas**, v.2, n. 2, p. 891-913, 2017

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). **Estimativa de emissões e remoções de gases do efeito estufa no Brasil em 2016**. Observatório do Clima. 2016. Disponível em:< <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2015/11/SEEG-infografico-Residuos-PT-2016-5.png>> Acesso em fev. de 2019

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016**. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2016, p. 182.

SORA YI; YONG-CHUL JANG, ALICIA KYOUNGJIN AN. Potential for energy recovery and greenhouse gas reduction through waste-to-energy technologies. **Journal of Cleaner Production**, n.176, p. 503 – 511, 2018.

SUZUKI J. A. N.; GOMES J. Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná. **Revista de Engenharia Sanitária Ambiental**, v.14, n.2, p. 155-158, 2009

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC).
Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>>. Acesso em fev. de 2019

YI S.; JANG Y. C., KYOUNGJIN AN A. Potential for energy recovery and greenhouse gas reduction through waste-to-energy technologies. **Journal of Cleaner Production**, n. 176, p. 503 – 511, 2018.

2.3 O CENÁRIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MARANHÃO

SILVA, Debora Danna Soares da

IFCE

dannasilva94@gmail.com

RODRIGUES, Jeferson Botelho

Engenheiro Ambiental

jeffbotelho@gmail.com

ALMEIDA, Gabrielle Silva de

Engenheira Ambiental

gabi-silva-almeida@hotmail.com

SILVA, Adeildo Cabral da

IFCE

adeildocabral@gmail.com

RESUMO

Os resíduos sólidos são produzidos diariamente nos diversos setores da sociedade e quando não geridos de forma adequada causam inúmeros impactos negativos, que vão desde problemas ao ambiente até risco a saúde pública. Diante disso, este estudo tem o objetivo analisar o cenário maranhense dos resíduos sólidos urbanos. Para isso, realizou-se uma pesquisa descritiva, em que se buscou observar o panorama dos resíduos sólidos urbanos no Maranhão, por meio de análise documental, com abordagem quantitativa e qualitativa. Em geral, apesar de terem ocorrido melhoras no gerenciamento dos resíduos sólidos no Maranhão, estas não foram suficientes para que as mudanças propostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos fossem notórias, caracterizando uma situação ambientalmente ainda preocupante.

PALAVRAS-CHAVE: Lixo; PNRS; Gestão Integrada

1. INTRODUÇÃO

Anualmente são produzidos milhões de toneladas de resíduos nas diversas atividades humanas, contendo diversos tipos de materiais como vidros, papéis, latas, entre outros e a falta ou ineficiência da gestão dos resíduos sólidos e o seu manejo inadequado são fatores ampliadores dos impactos ambientais (JACOBI; BESEN, 2011; BARROS et al., 2017). A partir das atividades humanas são gerados resíduos sólidos de duas maneiras: como parte inerente do processo produtivo e quando termina a vida útil dos produtos (CALDERONI, 2003). Por isso, a geração de resíduos tem sido alvo de contínuas avaliações para tentativas de possíveis soluções e/ou minimizações (DOMINGOS; BOEIRA, 2015).

Outro problema da geração dos resíduos sólidos é quanto sua disposição, a deposição equivocada dos resíduos sólidos, um dos principais desafios para gerenciamento dos mesmos, pois demanda grande áreas, é responsável pela degradação ambiental da paisagem urbana, dispersão de insetos e pequenos animais hospedeiros de agentes causadores de doenças, além da contaminação e perda dos recursos naturais. Desta forma, a gestão adequada dos resíduos sólidos é de suma importância para efetiva proteção à saúde populacional, visto que não se pode pensar em danos ao meio, sem associar danos à saúde individual e coletiva, sendo assim, este trabalho objetiva abordar algumas reflexões sobre o panorama dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no Maranhão frente sua gestão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resíduos Sólidos: uma visão geral

Segundo Philippi Júnior e Aguiar (2005) apud Araújo (2015) os resíduos sólidos constituem os subprodutos de todas as atividades humanas com características próprias, definidas geralmente pelo processo que os gerou, ou seja, provenientes de atividades tais como manipulação de alimentos, poda e varrição de ruas, entre outras.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) disposta na Lei Federal nº 12.305 de agosto de 2010, conceitua resíduos sólidos como:

Todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, Art. 3º, inciso XVI).

Os resíduos sólidos possuem várias naturezas, origens diferenciadas e diversas composições (JACOBI; BESEN, 2011), em vista disso a PNRS classifica os resíduos sólidos de acordo com a sua origem, para melhor gerenciá-los e para garantir a segurança do homem e do meio ambiente no momento de sua utilização (CARVALHO; OLIVEIRA, 2010). Vale informar que, a gestão dos vários tipos de resíduos tem responsabilidades definidas em legislações específicas e implica sistemas diferenciados de coleta, tratamento e disposição final (JACOBI; BESEN, 2011).

De acordo com o Artigo 13 da Lei supracitada, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação, quanto a sua origem: resíduos domiciliares, de limpeza urbana, resíduos sólidos urbanos (conforme definido na Lei citada acima, são o conjunto de resíduos domiciliares e de limpeza urbana), de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, de serviços públicos de saneamento básico, industriais, de serviços de saúde, de construção civil, agrossilvopastoris, de serviços de transportes e de mineração, e quanto sua periculosidade: resíduos perigosos e resíduos não perigosos (BRASIL, 2010).

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), objeto desse estudo, são originários de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) e os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (resíduos de limpeza urbana) (BRASIL, 2010).

A Lei nº 11.445/2007 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, no Art. 6º diz ainda que o lixo originário de atividades comerciais, industriais e de serviços cuja responsabilidade pelo manejo não seja atribuída ao gerador pode, por decisão do poder público, ser considerado resíduo sólido urbano (BRASIL, 2007).

2.2 Os resíduos sólidos urbanos e as problemáticas ambientais

O crescimento na disposição dos resíduos sólidos progride de acordo com o crescente número de população e indústrias. Esse contínuo crescimento está associado principalmente à evolução dos costumes, criação ou mudanças de hábitos, melhoria do nível de vida, desenvolvimento industrial e outros, que têm provocado crescente ampliação no poder aquisitivo e na criação de novas opções de consumo ao homem, com consequência direta na quantidade total de resíduos sólidos produzidos principalmente nas cidades (GOUVEIRA, 2012).

A problemática decorrente dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas grandes cidades abrange vários aspectos, desde sua origem, produção, coleta, tratamento e disposição final (FUZZI; LEAL, 2016; ARAÚJO et al., 2017). Deste modo, o gerenciamento inadequado dos RSU ocasiona diretamente vários impactos negativos, tanto de ordem ambiental quanto para a saúde da população (GOUVEIA, 2012).

Em meio aos sérios problemas causados pelo gerenciamento inadequado dos resíduos, destaca-se: a redução da vida útil dos aterros sanitários, o comprometimento dos corpos d'água e mananciais, o assoreamento desses, o aumento do nível de turbidez e variação do gradiente de temperatura, acarretando a quebra do ciclo vital das espécies, tornando a água biologicamente estéril (NETO et al., 2007); a intensificação de enchentes; a degradação do solo; a contribuição para a poluição do ar, a catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final, entre outros (FREIRE et al., 2015).

Enfatiza-se que, o armazenamento inadequado e posteriormente a disposição inapropriada dos RSU contribuem para o desenvolvimento de agentes patogênicos responsáveis pela proliferação de várias doenças, constituindo-se, assim, como um problema de saúde pública (SILVA; LIPORONE, 2011), pois condições insuficientes de saneamento geram índices significativos de morbidade e mortalidade causadas por doenças infecciosas e parasitárias (FUNASA, 2013). Portanto, o manejo adequado dos resíduos é uma importante estratégia de preservação do meio ambiente, assim como de promoção e proteção da saúde do homem (FUZZI; LEAL, 2016).

2.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Após mais de vinte anos de discussões no Congresso Nacional, foi aprovada a Lei de Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, considerada um marco muito importante para a questão ambiental. A PNRS mais que suprir o vazio legislativo, inaugura um novo olhar na gestão pública e na qualidade do desenvolvimento do Brasil.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos lança uma visão moderna na luta contra um dos maiores problemas do planeta: o lixo urbano. A PNRS reúne um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com os Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vista à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (DOMINGOS; BOEIRA, 2015).

A PNRS tem como principal destaque os seguintes princípios, Princípio da Prevenção e o Princípio da Responsabilidade Compartilhada. Acerca do princípio da prevenção, Machado (2012) aponta que “o fim primordial da prevenção é evitar o dano, na forma mais ampla. Somente quando não for possível a evitação total do prejuízo ambiental, é que será aceito um comportamento redutor ou mitigador do dano”. Os instrumentos utilizados para exercer a precaução são os Planos de Resíduos Sólidos.

Quanto ao princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a Lei nº 12.305/2010 define esse, como:

Conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010, Art. 3º, XVII).

Segundo Machado (2012), “o compartilhamento da responsabilidade previsto na Lei nº 12305/2010 entrelaça pessoa física e jurídica de direito privado com pessoa jurídica de direito público”. Esse princípio é fundamental para um novo conceito na gestão e gerenciamentos dos resíduos sólidos, pois trata-se da participação efetiva de todos os atores da cadeia produtiva de resíduos, os fabricantes, os importadores, os distribuidores, os comerciantes e os consumidores, na gestão deles, uma vez que os impactos negativos dos resíduos alcançam a todos sem distinção.

Entre os objetivos da Lei nº 12.305/2010 a “proteção da saúde pública e da qualidade ambiental” (Art. 7º, inciso I) e orientação sobre a ordem de prioridade na gestão e manejo dos resíduos sólidos, entendida como a “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (Art. 7º, inciso II), estão contempladas, e são comportamentos legalmente corretos na gestão dos resíduos sólidos e, portanto, a violação dessas obrigações gerais acarreta a incidência de encargos financeiros aos poluidores (BRASIL, 2010).

Dentre as novidades, a lei consagra também o viés social com reciclagem, a partir da participação formal dos catadores organizados em cooperativas. “São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos: (...) integração dos catadores de materiais reutilizáveis e

recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos” (BRASIL, 2010, cap. II, Art. 6º, XII).

A referida Lei ainda rege que “(...) o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos priorizará a organização e o funcionamento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores (...) formadas por pessoas físicas de baixa renda, bem como sua contratação” (BRASIL, 2010, cap. III, Art. 36, VI).

Outro grande avanço da lei é a obrigação da logística reversa. Indústrias, lojas, supermercados, distribuidores, importadores e comércio em geral estão obrigados a implementar sistemas de logística reversa – inicialmente para produtos como agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas, embalagens em geral e produtos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010, cap. III, seção II, Art. 31, IV).

A Lei institui também a coleta seletiva, outro papel importante para a gestão dos RSU. Com a Lei os municípios são obrigados a tratar os resíduos de forma mais criteriosa e responsável. Além disso, os municípios têm obrigação legal de erradicar áreas insalubres de destinação final de resíduos sólidos (lixão e aterros controlados). A Lei passa a exigir a colocação dos rejeitos em aterros que seguem normas ambientais, sendo proibida a catação, a criação de animais e a instalação de moradias nessas áreas (BRASIL, 2010).

Pela nova Lei, os governos municipais e estaduais têm prazo de dois anos para elaborar um plano de resíduos sólidos, com diagnóstico da situação lixo e metas para redução e reciclagem, além de dar um fim aos lixões e buscar soluções consorciadas com outros municípios. Devem também identificar os principais geradores de resíduos, calcular melhor os custos e criar indicadores para medir o desempenho do serviço público nesse campo. A existência desse plano, que será simplificado nas cidades com menos de 20 mil habitantes, é condição para o acesso a recursos da União. Terão prioridade às fontes financeiras do governo federal os municípios que implantarem coleta seletiva com participação de cooperativas de catadores (BRASIL, 2010).

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa descritiva, por meio de análise documental, com uma abordagem qualitativa e quantitativa, pois buscou-se descrever o cenário maranhense da gestão do resíduos sólidos urbanos, por meio de pesquisa em documentos oficiais, leis, diretrizes, pesquisas realizadas por órgãos competentes relacionados ao assunto, bem como estudos anteriores com dados e características da realidade brasileira e do Maranhão sobre esta temática.

Para análise dos dados, foi utilizada uma pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), por meio do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, edição de 2011 até 2017, dentre outros estudos relevantes na área. A partir da análise documental foi possível esboçar um cenário maranhense da Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos. Para facilitar a compreensão da análise dos dados coletados, o quadro abaixo (Quadro 1) elenca as principais categorias, unidades de análise e autores utilizados para tal.

Quadro 1. Principais categorias, unidades de análise e autores utilizados na pesquisa.

Categoria de análise	Unidade de análise	Autores
Resíduos sólidos urbanos	Geração	ABRELPE (2011 a 2015) SNIS (2015 a 2017)
	Coleta	
	Tratamento	
	Disposição final	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Panorama dos resíduos sólidos urbanos no Maranhão

A ABRELPE tem realizado pesquisas no Brasil para apresentar um panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos por Estado brasileiro. No presente estudo foi utilizados os dados das edições realizadas entre 2011 e 2015, um ano após o encerramento do prazo previsto na Lei nº 12.305/2010, que instituiu a PNRS, para adequação dos municípios quanto à disposição ambientalmente correta dos rejeitos. Destaca-se que, de maneira geral o Estado está mais consciente após a PNRS, porém, há muitos aspectos que precisam ser melhorados, para atender as exigências da Lei (ABRELPE, 2015).

a. Geração

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE), através do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2017), verificou-se que nesse mesmo ano foi gerado no País quase 215 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, a geração total de resíduos aumentou 1% no mesmo período (ABRELPE, 2017).

Conforme dados da ABRELPE o estado do Maranhão teve no ano de 2015 uma geração estimada de 7.296 toneladas por dia de resíduos sólidos urbanos, aproximadamente 4% de todo o resíduo gerado no País para o mesmo ano (ABRELPE, 2015).

A Tabela 1 demonstra a quantidade de RSU gerado no Estado do Maranhão para os anos de 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015, de acordo com dados disponibilizados pela ABRELPE, através do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, para os respectivos anos.

Tabela 1: Geração de RSU no Maranhão.

RSU gerado por dia no Maranhão (t/dia)				
2011	2012	2013	2014	2015
6.642	6.754	7.005	7.209	7.296

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

O significativo aumento na geração de resíduos sólidos urbanos no Maranhão é alarmante, pois demonstra a ausência de ações com o objetivo de minimizar a geração dos mesmos, ainda que se tenha passado 5 anos da sanção da Lei nº 12.305/2010.

Em geral, o aumento na geração de RSU no Maranhão pode estar associado ao crescimento populacional, conforme estudo de regressão realizado por Freire et al. (2015) na cidade de São Luís, capital do Estado, a quantidade de resíduos gerados cresceu na cidade à medida que a população aumentou ao longo dos anos, e a população responde por cerca de 41,1% no crescimento dos resíduos na cidade.

No município de Imperatriz, segunda maior cidade do estado do Maranhão, estima-se que a produção diária de RSU atinja de 280 toneladas/dia, o que equivale a 1,1 kg por habitante/dia, de acordo com relatório da Secretaria de Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos-SINFRA realizado em 2012 (SINFRA, 2012).

O aumento na geração de resíduos tem relação direta com a redução dos recursos naturais, que consequentemente causa a redução da capacidade ambiental para a prestação dos serviços ecossistêmicos, o que reduz o bem-estar social, causa doenças, extremos climáticos, perdas na produção de alimentos, disponibilização de água, etc..

b. Coleta

Conforme Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR nº 12.980/1993 a coleta de resíduos é definida como o ato de recolher os resíduos sólidos de qualquer natureza, utilizando veículos e equipamentos apropriados para tal fim (ABNT, 1993).

Segundo projeções da ABRELPE o montante de RSU coletado no Brasil em 2017 foi de 196.050 milhões de toneladas, o que registrou um índice de cobertura de coleta de mais ou menos 91% para o país. A prestação do serviço de coleta de forma adequada garante a satisfação da população, a redução de custos e proteção à saúde pública, contudo, embora a prestação de serviços de coleta de RSU está perto de ser equacionada no Brasil, apenas a coleta regular não garante que os resíduos coletados estejam sendo depositados em áreas adequadas (ABRELPE, 2017).

De maneira geral, no Maranhão a quantidade coletada de RSU é menor do que a quantidade gerada. No ano de 2015, por exemplo, deixou-se de ser coletado mais de 2 mil de toneladas de resíduos/dia que, consequentemente, tiveram destino impróprio, no entanto, vale reforçar que apenas a coleta regular não garante que os resíduos coletados estejam sendo dispostos ou tratados de forma correta.

Na Tabela 2 é possível observar a quantidade de RSU coletado no Estado do Maranhão para os anos de 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015, conforme informações disponibilizadas pela ABRELPE, através do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, para os respectivos anos.

Tabela 2: Coleta de RSU no Maranhão.

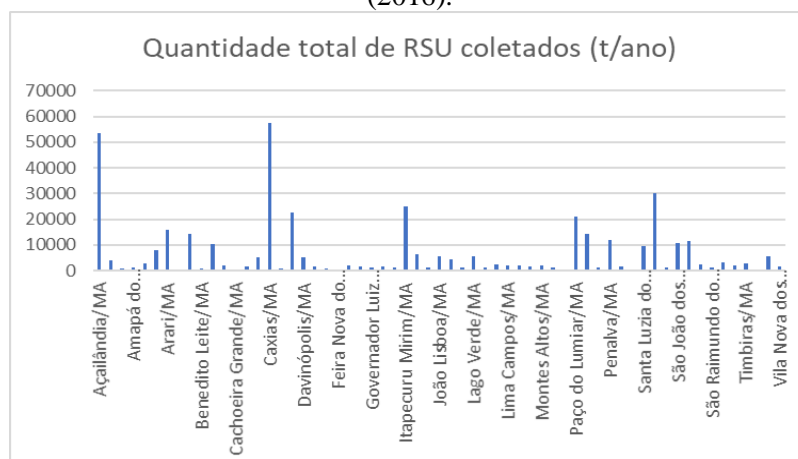
RSU coletado por dia no Maranhão (t/dia)				
2011	2012	2013	2014	2015
3.911	4.061	4.151	4.284	4.340

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Apesar do aumento na coleta de resíduos sólidos ao longo dos anos a quantidade coletada de RSU é sempre menor do que a quantidade gerada, a coleta irregular de RSU pode estar relacionada a diversos fatores, tais como à ineficiência da limpeza pública, dentre outros. Deste modo, entende-se que no Maranhão ainda não se realizam coletas eficientes para minimizar os impactos ambientais, visto que, a geração de resíduos é superior ao que é coletado.

De acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) referentes à série histórica de resíduos sólidos de 2016, respondido por 61 municípios maranhenses, que corresponde aproximadamente 28% do total de municípios do estado, apresentados na Figura 1, a maior quantidade coletada de resíduos sólidos urbanos é realizada pelo município de Caxias (57.429t/ano), seguida por Açailândia (53.380t/ano) e Santa Luzia (30.000t/ano). Nos demais municípios a coleta é inferior a 30.000t/ano. A menor quantidade coletada informada foi no município de Porto Rico (100t/ano) (SNIS, 2016).

Figura 1: Quantidade total de RSU coletados nos municípios participantes da pesquisa do SNIS (2016).



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do SNIS 2016.

De maneira geral, os serviços de coleta de resíduos acontecem de forma regular e favorável na área urbana da maioria (95,5%) dos municípios do Estado (PEGRS-MA, 2012), segundo trabalho de Longhin, Leite e Barber (2018) realizado no município de Imperatriz - MA, conforme informações dos gestores o serviço de coleta é 100% eficaz. De acordo com Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Paço do Lumiar o serviço de coleta atende 81% da população urbana (PAÇO DO LUMIAR, 2014). Em relação à área urbana dos municípios maranhenses como a coleta é insignificante, as alternativas de destinação final são adotadas pelos próprios moradores.

c. Tratamento

A Política Nacional de Resíduos Sólidos definiu destinação final de resíduos sólidos, como:

Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010, Art. 3º, inciso VII).

Logo, os resíduos sólidos precisam ser tratados e/ou recuperados antes de sua disposição final, as principais formas de tratamentos adotadas no Brasil são a reciclagem e a compostagem, ambos os processos envolvem a alteração de algumas propriedades físicas, químicas ou biológicas dos resíduos, com o objetivo de transformá-los em insumos ou novos produtos (NASCIMENTO et al., 2015).

Em 2012, foram reciclados no Brasil cerca de 26,9% de todo o material disponível, o que representa 14.909 toneladas/dia de resíduos. Apesar de existir uma tendência de aumento da taxa da reciclagem, estes valores ainda são baixos (CEMPRE, 2013). A quantidade reaproveitada de resíduos no Brasil é irrisória, de acordo com dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) de 2010, o país perde anualmente mais de 8 bilhões de reais ao enterrar o lixo que poderia ser reciclado (IPEA, 2010).

Segundo dados do Plano Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos do Maranhão, 11 municípios maranhenses informaram a atuação de empresa de reciclagem na sua região. Os municípios Afonso Cunha e Alto Alegre do Pindaré informaram haver empresa de reciclagem nas suas regiões, mas não indicaram quais são os materiais recicláveis processados. Os municípios Codó, Estreito e Santa Rita informaram a existência empresa que reciclam o plástico. O município de Matões do Norte informou haver uma empresa em sua região que recicla o metal (PEGRS-MA, 2012).

O município de Açailândia informou que existe uma empresa de reciclagem na sua região que recicla plástico e metal. Os municípios Barra do Corda, Bom Jesus das Selvas e Imperatriz informaram a existência de empresa de reciclagem que processa papel/papelão, plástico e metal. O município de Trizidela do Vale informou que existem no município compradores dos materiais recicláveis (papel/papelão, plástico e metal), que revendem para empresas desconhecidas de outras regiões (PEGRS-MA, 2012).

Em relação a compostagem, no ano de 2011, apenas 211 municípios brasileiros possuíam unidades de compostagem, apenas 5% de toda matéria orgânica produzidas no país foram tratadas (CEMPRE, 2013). A principal dificuldade desse processo se deve à ausência da separação dos resíduos orgânicos na fonte geradora. Não existe informações técnicas referente a taxas de compostagem no Estado do Maranhão.

d. Disposição

A disposição final dos resíduos trata-se da distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Mesmo com uma legislação mais restritiva e apesar dos esforços empreendidos em todas as esferas governamentais, o caminho da disposição irregular de RSU continua sendo trilhado por 3.331 municípios brasileiros, que enviaram mais de 29,7 milhões de toneladas de resíduos, correspondentes a 41,6% do coletado em 2016, para lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações (ABRELPE, 2016).

De acordo com o levantamento feito pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA) entre os anos de 2012 e 2013 em que se procurou conhecer, identificar e localizar os depósitos de resíduos sólidos em lixões existentes no Estado do Maranhão com informações em base cartográficas, conclui-se que a situação do supracitado Estado é crítica e precária, haja vista que os 217 municípios maranhenses possuem resíduos dispostos em lixões (SEMA, 2014).

Conforme projeções da ABRELPE em 2015 mais de 60% dos resíduos coletados no Maranhão tiveram como disposição final os lixões e aterros controlados (ABRELPE, 2015). De acordo com os dados do SNIS para o ano de 2016, referentes a série histórica de resíduos sólidos, respondido por 61 municípios maranhenses, que corresponde aproximadamente 28% do total de municípios do estado, apresentados na Figura 2, 97% dos municípios do Maranhão destinam seus resíduos para lixões (SNIS, 2016).

Figura 2: Disposição final de RSU nos municípios participantes da pesquisa do SNIS (2016).



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do SNIS 2016.

O Maranhão possui apenas aterro sanitário industrial privado, com células para resíduos sólidos urbanos, que atende atualmente aproximadamente 7 municípios que compõe a Região Metropolitana da Grande São Luís (RMGSL). Localizado a 60 quilômetros de São Luís, no município de Rosário, o Aterro Sanitário de Titara é, hoje, uma solução para um problema histórico de toda a Região Metropolitana da Grande São Luís, o aterro possui área total de 190 hectares, tem capacidade total de recebimento de 25.788.635,00 m³ e vida útil estimada em 60 anos (GOVERNO DO MARANHÃO, 2019).

O aterro da Titara possui, cerca perimetral, prédio administrativo, impermeabilização da base, sistema de drenagem e aproveitamento de gases, sistema de drenagem de águas pluviais, recirculação e drenagem de chorume, tratamento interno de chorume e vigilância 24horas (SNIS, 2016).

A disposição de resíduos sólidos urbanos nos lixões ou aterros controlados é uma prática comum em virtude de apresentar menor custo se comparada a outros processos, exigindo poucos equipamentos e mão de obra não especializada. O tamanho/porte da maior parte dos municípios (pequenos) é um dos fatores que inviabiliza grandes instalações, dado que, nesses, a quantidade de lixo gerada também seria pequena, que, em princípio, não justifica as grandes instalações (ALBERTE et al., 2005).

Além de causar inúmeros impactos, tais como perda da qualidade dos recursos naturais (solo e águas superficiais e subterrâneas), geração de chorume, poluição do ar, catação insalubre, desvalorização da área, degradação da paisagem, proliferação de vetores, entre outros impactos (REIS NETO, 2016).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados aqui apresentados e discutidos permitem conferir o estágio de evolução da gestão de resíduos no Maranhão e os desafios ainda existentes para o cumprimento das determinações da PNRS. Visto que, a PNRS é atualmente o melhor instrumento de gestão dos RSU existente no Brasil.

Em relação à geração dos RSU no Maranhão, notou-se com a pesquisa não existe uma perspectiva de diminuição do seu valor absoluto ou do seu valor per capita, contradizendo as primeiras ordens de hierarquia do gerenciamento dos resíduos sólidos propostos pela PNRS, que são não geração, redução e conseqüentemente a reutilização.

A coleta dos resíduos, apesar de ter um alto percentual de abrangência na capital do Estado, precisa ser melhorada nos municípios menores, nas áreas rurais e nos aglomerados subnormais, onde o sistema de coleta convencional não é muito efetivo. Em relação à disposição final dos RSU, quase a totalidade de municípios maranhenses destinam seu resíduo para lixões, conforme PNRS as formas inadequadas (lixões e aterros controlados) de disposição final dos resíduos sólidos teriam que ser encerradas até o ano de 2014 e que os rejeitos estivessem predominantemente sendo enviados para os aterros sanitários, porém isto não ocorreu no Maranhão. Apenas alguns municípios da Região Metropolitana da Grande São Luís estão dispondo seus resíduos em aterro sanitário, contudo estes não efetuam políticas de redução, reutilização e reciclagem com vistas a reduzir o volume de resíduo destinado ao aterro.

Os municípios maranhenses em sua maioria não elaboraram os Planos Municipais de Gestão Integradas de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e os dados do Plano Estadual de Gestão dos Resíduos Sólidos do Maranhão elaborado em 2012, não passou por revisão quando completou 4 anos, como determina a Lei.

Em geral, apesar de terem ocorrido melhoras no gerenciamento dos RSU, estas não foram suficientes para que as mudanças propostas pela PNRS fossem cumpridas e para que se estabeleça uma gestão integrada de RSU mais eficaz e sustentável tanto ao meio ambiente quanto à sociedade, denotando a emergência de soluções estruturais no setor de gerenciamentos dos RSU no Maranhão, para isso é importante a adoção de práticas de educação ambiental não somente em relação à população, mas também no contexto do empresariado do Estado através da conscientização e incentivos fiscais.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e de Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2011**. São Paulo: ABRELPE, 2011.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e de Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2012**. São Paulo: ABRELPE, 2012.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e de Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2013**. São Paulo: ABRELPE, 2013.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e de Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2014**. São Paulo: ABRELPE, 2014.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e de Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2015**. São Paulo: ABRELPE, 2015.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e de Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2016**. São Paulo: ABRELPE, 2016.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e de Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2017**. São Paulo: ABRELPE, 2017.

ALBERTE, Elaine Pinto Varela et al. Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Diálogos & Ciência: Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana, Feira de Santana, v.5, n.5, p.01-15, jun. 2005.**

ARAÚJO, Tiago Batista de. **Avaliação de impactos ambientais em um lixão inativo no município de Itaporanga/PB**. 47f. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.

BARROS, Lidiane Kely Viana et al. Os desafios da Política Nacional de Resíduos Sólidos: uma análise do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município de Paço do Lumiar/ MA, Brasil. **Revista CEUMA Perspectivas**, v. 30, n. 1, p.1-12, jan. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Brasília, 2007.

CARVALHO, Anésio Rodrigues de; OLIVEIRA, Mariá Vendramini Castrignano de. **Princípios básicos do saneamento do meio**. 10. ed. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2010.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Review**. 2013. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigos>>. Acesso em: julho de 2018.

DOMINGOS, Diego de Campos; BOEIRA, Sergio Luís. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos domiciliares: Análise do atual cenário no município de Florianópolis. **Journal of Environmental Management and Sustainability –JEMS**, v. 4, n. 3, p. 14-30, set./dez. 2015.

FREIRE, Ana Talita Galvão. A Geração de resíduos na Cidade de São Luís, Maranhão, no contexto da Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: Congresso de Inovação Tecnológica e Sustentabilidade, São Luís. **Anais...** . São Luís, 2015.

FUZZI, F. R.; LEAL, A. C. Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Pirapozinho, São Paulo, Brasil: Impactos socioambientais decorrentes da disposição em local inadequado (lixão) e dificuldades e desafios na organização dos catadores de materiais recicláveis. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 6, n. 3, p. 217-229, fev. 2016.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência e Saúde Coletiva**, São Paulo, v. 6, n. 17, p.1503-1510, abr. 2012.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**: São Paulo, v.25, n.71, p.135-158, jan./abr. 2011.

LONGHIN, Sandra Regina; LEITE, Cristina Limeira; BARBERI, Maira. Resíduos sólidos urbanos no município de Imperatriz/MA: uma análise da situação atual. **Revista Gestão & sustentabilidade ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 628-651, abr./jun. 2018.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Princípios da política nacional de resíduos sólidos**. In: JARDIM, Arnaldo et al (Org). Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. São Paulo: Manole, p. 39-56. 2012.

NASCIMENTO, Victor F. et al. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Ambiente e Água, Taubaté**, v. 10, n. 4, p.889-902, ago/out. 2015.

NETO, Hélio Cavalcanti Albuquerque et al. Caracterização de resíduos sólidos orgânicos produzidos no restaurante universitário de uma instituição pública (estudo de caso). In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu. **Anais...** . Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2007. p.4 – 5.

PAÇO DO LUMIAR. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Paço do Lumiar**. Paço do Lumiar: Prefeitura municipal de Paço do Lumiar, 2014.

PEGRS-MA. Plano Estadual de Gestão dos Resíduos Sólidos do Maranhão. **Volume II - cadernos de diagnósticos técnicos mapas**. São Luís: Governo do Estado do Maranhão, 2012.

REIS NETO, Afonso Feitosa et al. **Ação popular; instrumento garantidor do plano metropolitano de resíduos sólidos da Região Metropolitana do Recife**. El-Deir, Soraya Giovanetti. Resíduos sólidos: O desafio do Gestão Integrada de Resíduos Sólidos face aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. [livro eletrônico]. 1. ed.. Recife: EDUFRPE, 2016.: il; e-book. 2016.

SILVA, Clayton Borges; LIPORONE, Francis. Deposição irregular de resíduos sólidos domésticos em Uberlândia: algumas considerações. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v.2, n.6, p.22-35, abr. 2011.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016 – série histórica**. Brasília, 2016.

2.4 IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA DE PROFISSIONALIZAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS - MA; ESTUDO DE CASO DO ENCERRAMENTO DO ATERRO DA RIBEIRA

ESTRELA, Carolina Moraes Moreira de Souza
Universidade Portucalense, Porto, Portugal
carolinaestrela@gmail.com

OLIVEIRA, Jeaniny Maria Fonseca Ferreira de
Universidade Federal do Maranhão
jeaniny.ferreira@gmail.com

OLIVEIRA, Mônica Kassiane de Almada
Universidade Estadual do Maranhão
monica.almadatst@gmail.com

RESUMO

No ano de 2010 foi assinada a Lei Federal 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que estabeleceu o prazo de 4 anos para adequação de todos os municípios brasileiros em relação à disposição final inadequada de resíduos sólidos urbanos. No município de São Luís, capital do Estado Maranhão, desde a década de 90 estava em operação o Aterro da Ribeira, que foi inicialmente concebido como aterro sanitário, porém, durante sua operação, transformou-se em aterro controlado. O estudo possui o objetivo de apresentar o processo de profissionalização da gestão de resíduos sólidos envolvido no encerramento de aterro controlado no município de São Luís – MA. A pesquisa realizada possui caráter descritivo utilizando abordagem de análise qualitativa, através de revisão bibliográfica e pesquisas documentais. No decorrer do estudo identificou-se o histórico da gestão do aterro, e, por consequência, da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de São Luís. Apresentou-se que após a implantação da Parceria Público-Privada (PPP) no ano de 2012 e com o interesse da atual gestão do município de São Luís, foi possível realizar as intervenções necessárias para o início do processo de profissionalização da gestão de resíduos sólidos, que incidiram no encerramento do Aterro da Ribeira.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de Resíduos Sólidos, Aterro Sanitário, Lixão.

1. INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um tema cada vez mais atual. O crescimento populacional e o desenvolvimento urbano, aliados ao fácil acesso ao crédito, acarretam no aumento do consumo e, por consequência, no aumento da produção de resíduos. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, p. 15, 2017), “a população brasileira apresentou um crescimento de 0,75% entre 2016 e 2017, enquanto a geração per capita de RSU apresentou aumento de 0,48%. A geração total de resíduos aumentou 1% no mesmo período, atingindo um total de 214.868 toneladas diárias de RSU no país”.

Os números acima apresentados vão no caminho oposto aos objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que dentre eles estão a “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010).

No ano de 2010 foi assinada a Lei Federal 12.305, que instituiu a PNRS com suas diretrizes, princípios, objetivos e ferramentas, além de estabelecer o prazo de 4 anos para adequação de todos os municípios brasileiros em relação à disposição final inadequada dos RSU. De acordo com a PNRS, configura-se disposição final ambientalmente adequada aquela realizada observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010). Para os municípios de todo o país, este é mais um desafio a ser vencido.

Ainda segundo a Abrelpe, no Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil mais recente, 3,352 municípios realizam a disposição final dos RSU de forma inadequadas, seja ela lixão ou aterro controlado. Número que equivale a 60% dos municípios brasileiros, destinando de forma inadequada um total de 40% de todo o resíduo gerado no país (ABRELPE, 2017).

Segundo a International Solid Waste Association:

Os lixões representam ameaças significativas para a saúde tanto das pessoas envolvidas em sua operação quanto para aqueles que vivem no entorno. Os recursos hídricos e o ar tornam-se seriamente poluídos e os compostos tóxicos podem percorrer longas distâncias a partir da fonte geradora. Os lixões são vetores de doenças com propagação de infecções por roedores, aves e insetos. O fechamento ou a adequação dos lixões são essenciais para controlar os impactos atuais e futuros da gestão de resíduos no meio ambiente e na saúde pública (ISWA, 2017, p.14).

Diante desse cenário, os gestores públicos devem adequar seus municípios ao desafio não só da destinação final ambientalmente adequada, mas como de toda uma gestão profissional e responsável dos resíduos sólidos urbanos.

No município de São Luís, capital do Estado Maranhão, desde a década de 90 estava em operação o Aterro da Ribeira. “Com o decorrer dos anos, a concepção inicial de operação de um Aterro Sanitário foi comprometida pelo destino desordenado sem qualquer controle operacional” (CAMPOS, 2007, p. 35). Sendo este um exemplo do que pode acontecer quando não há comprometimento do poder público municipal com a gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU).

No ano de 2011, através de processo licitatório, o município de São Luís realizou abertura de edital para a concessão dos serviços de limpeza urbana. O processo ocorreu de acordo com a Lei Federal 11.079/2004, que “institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada (PPP) no âmbito da administração pública” (BRASIL, 2004). No ano de 2012 foi assinado o contrato da PPP, na modalidade de concessão administrativa, para os serviços de limpeza urbana do município. Segundo a referida lei, “concessão administrativa é o contrato de prestação de serviços de que a Administração Pública seja a usuária direta ou indireta, ainda que envolva execução de obra ou fornecimento e instalação de bens” (BRASIL, 2004).

Dentre os serviços e obras inclusos nesta PPP estão compreendidas as obras e serviços para encerramento do lixão da Ribeira.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Até o ano de 2016 as articulações e as ações de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos em São Luís ficavam sob a responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP), através da Superintendência de Limpeza Pública (SULIP). Esta secretaria foi responsável pela assinatura do contrato de Parceria Público-Privada (PPP) na modalidade de concessão administrativa para execução dos serviços relativos ao manejo de resíduos sólidos, através de um processo licitatório no ano de 2012, com o propósito de melhorar o saneamento básico no Município, em conformidade com a lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para os serviços públicos do setor, e com a lei de nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010.

A empresa contratada em regime licitatório para os serviços de limpeza da cidade tem como principais atividades:

- Coleta de resíduos sólidos urbanos domiciliares;
- Coleta de resíduos sólidos urbanos inertes (manual, mecânica e com poliguidaste);
- Coleta de poda de árvores;
- Coleta seletiva;
- Varrição de vias e logradouros públicos;
- Capinação, raspagem, roçagem e pintura de meio-fio;
- Limpeza de praia;
- Lavagem de mercados públicos e feiras livres;
- Destinação final dos resíduos coletados e gerados na execução dos serviços.

No ano de 2015, através do Decreto Municipal nº 47.429, de 23 de setembro, foi criado o Grupo Especial de Trabalho para o Programa Municipal de Limpeza Urbana do Município de São Luís, tendo como principais atribuições:

“coordenar todas as ações relacionadas às ações de limpeza urbana, visando melhor aproveitamento dos recursos públicos, assim como atender pontualmente as necessidades da população ludovicense, além de planejar e orientar visando a máxima eficiência dos serviços contratados para a execução da limpeza urbana, planejando a melhor destinação de resíduos.” (SÃO LUÍS, 2015, p. 1).

Posteriormente o Grupo de Trabalho passou a ser chamado de Comitê Gestor de Limpeza Urbana (CGLU) e, no ano de 2017, através da Portaria nº 56/2017, emitida pela SEMOSP, também passou a ser o órgão ordenador de despesas do contrato administrativo dos serviços de limpeza urbana, concentrando, dessa forma, todas as responsabilidades sobre a gestão de resíduos sólidos do município de São Luís.

Buscando fazer cumprir a responsabilidade compartilhada, um dos princípios da PNRS, no ano de 2017, o município decretou novas medidas para o gerenciamento de resíduos sólidos em regime privado. Os Decretos Municipais nº 48.836/18 e 48.838/18 dispõem respectivamente sobre o “cadastramento dos Grandes Geradores, transportadores e receptores dos Resíduos Sólidos Urbanos” e sobre a “apresentação e execução de planos de limpeza por parte de empresas/produtoras de eventos realizados no município de São Luís”.

No ano de 2018 foi aprovada a Lei Municipal nº 6.321/18 que “estabelece e organiza o sistema de limpeza urbana e de gestão integrada de resíduos sólidos de São Luís e dá outras providências”. Na referida legislação são definidos os limites para grandes geradores de resíduos sólidos, apresenta os responsáveis pelo manejo de resíduos sólidos em regime privado, assim como dá as diretrizes para a execução desta atividade e aplica responsabilidades aos integrantes do sistema de limpeza urbana, desde os munícipes-usuários aos prestadores de serviço, apresentando as infrações administrativas e ao sistema de limpeza urbana, bem como as respectivas multas.

“A área do Aterro Municipal da Ribeira localiza-se no quadrante sudoeste da Ilha do Maranhão, entre o Igarapé da Ribeira (Igarapé do Sabino) e o Módulo I do Distrito Industrial (DI), acerca de 20 km do perímetro urbano da cidade de São Luís” (CARNEIRO, 1991 apud CAMPOS, 2007, p. 33). A área total da propriedade é de 60 hectares, sendo que 33,8 hectares foram utilizados para destinação final de resíduos sólidos urbanos ao longo de aproximadamente 20 anos, recebendo os resíduos sólidos urbanos gerados no município de São Luís, excetuando-se aqueles resultantes da atividade industrial e dos serviços de saúde contaminados (SLEA, 2016).

Em 21 de fevereiro de 1995, iniciaram-se as atividades no Aterro da Ribeira (CAMPOS, 2007, p. 35). Segundo o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC):

“O aterro teve sua licença caçada em 1996, pois não estava adequado às normas da NBR 8419/84 que trata dos projetos de aterros sanitários. Ressalta-se que em 2001, foi feito um laudo técnico que desaprovou a utilização da área para a atividade de destinação final de resíduos, com a alegação de que:

- havia exposição de risco à saúde da população próxima (o projeto cinturão verde da Prefeitura de São Luís encontra-se na área do aterro);
- contaminação Riacho do Sabino (afluente do rio Tibiri que recebe o chorume) e;
- perigo em relação aos pousos e decolagens dos aviões, pela proximidade com o aeroporto Marechal Cunha Machado, uma vez que o lixo atraía grande quantidade de aves, principalmente *Coragyps atratus* (urubu)” (IMESC, 2011, p.37).

Em virtude do potencial atrativo de fauna, atividades de disposição de resíduos, devem ser instaladas fora das áreas de segurança aeroportuárias (ASA’S). Segundo a Lei Federal 12.725/12, que dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos, ASA é área circular com 20 km (vinte quilômetros) de raio, definida a partir do centro geométrico da maior pista do aeródromo ou do aeródromo militar, cujos usos e ocupação estão sujeitos a restrições especiais em função da natureza atrativa de fauna. Configuram-se como atividades atrativas de fauna vazadouros de resíduos sólidos e quaisquer outras atividades que sirvam de foco ou concorram para a atração relevante de fauna, no interior da ASA, comprometendo a segurança operacional da aviação (BRASIL, 2012).

A Figura 1 apresenta a área do aterro no início de sua operação. A Figura 2 apresenta a vista aérea da área de deposição de resíduos do Aterro da Ribeira, nela é possível observar que já existia a presença de urubus no local.

Figura 1. Área do aterro no início da operação



Fonte: SLEA (2016).

Figura 2. Vista aérea da área de deposição de resíduo do Aterro da Ribeira



Fonte: SLEA (2016).

Através da compilação das informações identificadas no decorrer da pesquisa, foi possível elaborar a Linha do Tempo (Figura 3). É possível observar que desde sua implantação até o ano de 2012, o referido empreendimento foi gerido pela Companhia de Limpeza e Serviços Urbanos (COLISEU).

Figura 3. Linha do Tempo do Aterro da Ribeira



Fonte: Adaptado de SLEA (2016)

A partir do ano de 2012 os serviços de limpeza urbana passaram a ser realizados através da PPP. O contrato foi assinado incluindo um cronograma de investimentos de alto custo e complexidade, que deveria ser cumprido em plena parceria entre as partes, Prefeitura Municipal e Concessionária, desde sua data inicial. Dentre os seus principais investimentos estavam as atividades para encerramento do Aterro da Ribeira, as quais requeriam maior urgência para realização.

3. METODOLOGIA

O estudo possui caráter descritivo e realizou análise do processo de profissionalização da gestão de resíduos sólidos envolvido no encerramento de lixão no município de São Luís – MA. Para isso utilizou-se abordagem de análise com caráter qualitativo, através de revisão bibliográfica e pesquisas documentais.

O desenvolvimento da pesquisa foi dividido em 3 (três) etapas:

- 1) Revisão bibliográfica;
- 2) Levantamento de dados sobre a GRSU no município de São Luís antes e depois da PNRS;
- 3) Identificação das medidas tomadas pelo Poder Público Municipal para o encerramento do Aterro da Ribeira.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao assumir o mandato no ano de 2013, o novo gestor encontra um desafio para a realização dos investimentos previstos no contrato, dentre eles o encerramento das atividades operacionais de recebimento dos resíduos sólidos orgânicos (Classe II-A, não inertes) no Aterro Municipal da Ribeira. A partir de então foi necessário tomar uma decisão dos passos que seriam tomados a diante. Considerando a importância dos investimentos envolvidos na PPP e os danos ambientais que se prolongariam, a gestão municipal entendeu a necessidade de designar equipe técnica para revisar o planejamento dos serviços a serem executados, a estruturação dos investimentos e da realocação do cronograma de implantação, sendo possível dar início às obras de recuperação do aterro, realizando intervenções de engenharia tais como:

“Levantamento planialtimétrico cadastral
Isolamento e controle de acesso
Sistema de drenagem de lixiviados
Sistema de acumulação: armazenamento dos líquidos percolados;
Sistema de recalque: bombeamento do percolado;
Sistema de infiltração: a aspersão possibilita a aeração e a recirculação do lixiviado
Sistema viário: delimitação de vias, organização e sinalização do tráfego;
Educação ambiental e mobilização social: retirada dos catadores da área e inclusão no mercado de trabalho, dentro do serviço de limpeza urbana” (SLEA, 2016).

Com a realização das obras, o lixão foi novamente ganhando faces de aterro, uma vez que a cobertura do maciço passou a ser realizada com regularidade e os dispositivos de drenagem passaram a ter funcionamento normal. Todos os catadores que antes trabalhavam na execução dos serviços de catação de resíduos passaram a integrar o serviço de limpeza urbana do município.

Como forma da gestão municipal dar mais ênfase à GRSU, criou-se um Comitê de caráter consultivo, que auxiliaria na tomada de decisões do processo de encerramento do aterro e que posteriormente viria a se tornar o Comitê Gestor de Limpeza Urbana, atual gestor dos serviços de limpeza urbana do município de São Luís.

No dia 18/06/2015 o Ministério Público do Estado do Maranhão expediu decisão judicial determinando que o município de São Luís realizasse a interdição do Aterro Ribeira para a destinação de resíduos sólidos urbanos domiciliares até 25/07/2015, e que apresentasse em 90 dias a Licença Ambiental necessária para desativação devidamente instruída com os estudos ambientais necessários. O município de São Luís conseguiu cumprir a determinação judicial e de forma exitosa realizou o encerramento do Aterro da Ribeira na data determinada. A Figura 4 apresenta vista aérea do Aterro da Ribeira no mês de junho de 2015. A Figura 5 apresentam a vista aérea do aterro após quase 3 anos de realização dos procedimentos de monitoramento e recuperação ambiental.

Figura 4. Vista aérea do aterro antes do encerramento



Fonte: Google Earth (2015)

Figura 5. Vista aérea do aterro após iniciadas as obras de recuperação e monitoramento



Fonte: Google Earth (2018)

De forma conjunta ao processo de encerramento teve início a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos do município de São Luís em aterro sanitário de fato. O referido aterro sanitário localiza-se no município de Rosário, MA, cerca de 60 Km distante da capital. Devido às limitações com o espaço aéreo, citadas anteriormente, o município de São Luís não pode abrigar novos aterros sanitários em virtude de sua atividade atrativa de fauna.

A área onde funcionou o Aterro da Ribeira agora passa por processo de recuperação ambiental, previsto em Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD (SLEA, 2016). Na mesma área estão previstas a implantação de aterro e usina de processamento de resíduos inertes e pátio de compostagem para resíduos orgânicos nobres.

4.1 Implantação de Ecopontos e inclusão de catadores de resíduos no sistema de limpeza urbana

A PNRS estabelece uma ordem de prioridade para o gerenciamento dos resíduos que é a reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Neste sentido foi iniciada a implantação dos Ecopontos, que são equipamentos públicos nos quais a população deve fazer a entrega voluntária de todos os resíduos passíveis de reciclagem e daqueles não coletados pelo serviço de coleta domiciliar regular, tais como resíduos de construção civil (RCC) e volumosos. Em São Luís, a política dos Ecopontos passou a ser implantada a partir de 2016, atualmente já são 12 equipamentos em funcionamento e que beneficiam de forma direta e indireta 104 bairros e mais de 380 mil moradores.

Para implantação dos Ecopontos inicialmente foi realizado estudo de identificação e mapeamento dos pontos de disposição irregular e posteriormente foram identificados os locais com possibilidade de receber os equipamentos, que devem ter localização estratégica, uma vez que ficam em terreno de propriedade do Município e próximo de outros pontos de descarte, atendendo, assim, toda a região do seu entorno. A escolha do local onde será implantado um

Ecoponto leva em consideração sua capacidade de atender à demanda do descarte irregular de resíduos de uma determinada região, contribuindo, assim, para a eliminação de pontos irregulares de depósito de resíduos sólidos em determinada área. A utilização dos ecopontos é restrita aos pequenos geradores, sendo eles munícipes ou microempresas. O limite de recebimento de resíduos volumosos e RCC é de até 2m³/dia e de recicláveis é 200 l/dia.

Desde sua implantação os ecopontos já receberam em torno de 23 mil toneladas de resíduos entre recicláveis e volumosos e que são destinados conforme suas características. Recicláveis são entregues às cooperativas de catadores que passaram a fazer parte do processo de limpeza urbana do município. No contrato da PPP estão previstos a implantação de galpões de triagem e treinamento para as cooperativas de catadores, objetivando melhorar ainda mais a condição de trabalho e os ganhos dos cooperativados.

4.2 Educação Ambiental

Em 2017, a gestão municipal deu início ao programa de educação ambiental voltado para os resíduos sólidos que informa e sensibiliza a população da cidade sobre a limpeza urbana, apresenta boas práticas na gestão dos resíduos sólidos e realiza a divulgação dos Ecopontos.

No ano de 2018 foram realizadas 130 ações de educação ambiental, atingindo de forma direta 16.352 pessoas no município de São Luís, entre zona rural e urbana. Essas ações estão inseridas no programa de Educação Ambiental Cidadão Limpeza, Cidade Beleza e possuem como foco de atuação palestras em escolas, visitas guiadas aos ecopontos, ações de rua e inserções de mídia, em rádio, “tv” e internet. Dentre os assuntos abordados estão informações sobre o serviço de limpeza urbana, funcionamento dos ecopontos e boas práticas no manejo de resíduos sólidos. Através dessas ações, o Ecoponto também é utilizado como local de educação ambiental e a sua utilização pela população melhora a cada dia.

4.3 Políticas Públicas

Buscando fazer cumprir a responsabilidade compartilhada, um dos princípios da PNRS, no ano de 2017, o município decretou novas medidas para o gerenciamento de resíduos sólidos em regime privado. Os Decretos Municipais nº 48.836/18 e 48.838/18 dispõem respectivamente sobre o “cadastramento dos Grandes Geradores, Transportadores e Receptores dos Resíduos Sólidos Urbanos” e sobre a “apresentação e execução de planos de limpeza por parte de empresas/produtoras de eventos realizados no município de São Luís”.

No ano de 2018 foi aprovada a Lei Municipal nº 6.321/18 que “estabelece e organiza o sistema de limpeza urbana e de gestão integrada de resíduos sólidos de São Luís e dá outras providências”, na referida legislação são definidos os limites para grandes geradores de resíduos sólidos, apresenta os responsáveis pelo manejo de resíduos sólidos em regime privado, assim como dá as diretrizes para a execução desta atividade e aplica responsabilidades aos integrantes do sistema de limpeza urbana, desde os munícipes-usuários aos prestadores de serviço, apresentando as infrações administrativas e ao sistema de limpeza urbana, bem como as respectivas multas.

5. CONCLUSÕES

O referido estudo apresenta o processo de profissionalização da GRSU no município de São Luís, que se iniciou de fato a partir de 2013 quando se definiu como meta prioritária a observância da Lei Federal 12.305/10, bem como a sua integração na esfera da administração pública municipal, através do desenvolvimento de ações estruturadas tais como a revisão do planejamento e do cronograma da PPP, elaboração do PRAD, instituição do Comitê Gestor de Limpeza Urbana e cumprimento efetivo da referida lei, no âmbito da destinação final ambiental com o encerramento do Aterro Municipal da Ribeira no dia 25 de julho de 2015.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA (São Paulo). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo: Abrelpe, 2017. 73 p. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 28 mar. 2019.

_____. Lei Federal nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004. **Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L11079.htm>. Acesso em: 28 mar. 2019.

_____. Lei Federal nº 12.725, de 16 de outubro de 2012. **Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de Aeródromos**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112725.htm>. Acesso em: 28 mar. 2019.

CARNEIRO, Pedro Aurélio da Silva. **Estudo e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA**. São Luís, MA, 1991.

CAMPOS, Antonio Eduardo Lopes. Impacto ambiental no igarapé do Sabino (Bacia do Rio Tibiri) provocado pelos resíduos e efluentes do aterro da Ribeira, São Luís, MA. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2007. Disponível em: <<https://tede.ufma.br/jspui/handle/tede/1855>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

ISWA. INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION. Roteiro para Encerramento de Lixões: Os lugares mais poluídos do mundo. São Paulo: Abrelpe, 2017. 36 p. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/roteiro-para-encerramento-de-lixoes/>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

SLEA, São Luís Engenharia Ambiental. **Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)**. São Luís, MA. 2016.

SÃO LUÍS. **Decreto Municipal nº 48.836, de 02 de fevereiro de 2017. Regulamenta O Cadastro dos Grandes Geradores, Transportadores e Receptores dos Resíduos Sólidos Urbanos**. São Luís, MA. Disponível em: <https://www.saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/2168_decreto_municipal_48.836_cadastramento_dos_grandes_geradores_transportadores_e_receptores_de_residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2019.

_____. Decreto Municipal nº 48.838, de 02 de fevereiro de 2017. **Dispõe sobre a apresentação e execução de planos de limpeza por parte de empresas/produtoras de eventos realizados no município de São Luís. São Luís, MA.** Disponível em: <https://www.saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/2172_decreto_municipal_48.838__planos_e_requerimentos_de_limpeza.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2019.

_____. Lei Municipal nº 6.321, de 02 de fevereiro de 2017. **Estabelece e organiza o sistema municipal de limpeza urbana e de gestão de integrada dos resíduos sólidos no município de São Luís e dá outras providências.** São Luís, MA, Disponível em: <https://www.saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/2560_lei_6.321.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2019.

IMESC, INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS MARANHÃO. Situação Ambiental da Ilha do Maranhão. São Luís: IMESC, 2011. 57 p. Disponível em: <<http://imesc.ma.gov.br/src/upload/publicacoes/579d2d5480334a4bafbd95d68fcaceaf.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

2.5. SANEAMENTO RURAL E TECNOLOGIAS SOCIAIS; UMA EXPERIÊNCIA DE EXTENSÃO E APLICAÇÃO COMO POLÍTICA PÚBLICA

OLIVEIRA, Jonatas José Lobo

Universidade Federal do Cariri (UFCA/CE)
jonatasjosepet@gmail.com

SANTOS, Francisca Fabiana Costa dos

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Ceará *campus Crato* (IFCE *campus* Crato)
fabianazootecnia2015@gmail.com

COSTA JUNIOR, Juscelino Martins

Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR/SP)
Juscelinojunior_@hotmail.com

PEREIRA, Laryssa Evangelina

Universidade Federal do Cariri (UFCA/CE)
laryssaevangpereira@gmail.com@gmail.com

RESUMO

O Plano Nacional de Saneamento Rural tem como objetivo adaptar as políticas públicas de forma a atender eficientemente as particularidades das diversas comunidades tradicionais do meio rural. O investimento em parcerias com governos estaduais e municipais, organizações da sociedade civil e universidade é determinante no processo. Nesse estudo, é feita uma análise de um projeto de extensão da Universidade Federal do Cariri, entendendo como os extensionistas e a comunidade se relaciona. Após um levantamento bibliográfico e uma roda de conversa com os membros do projeto é feita a visita nas comunidades para compreender a totalidade das ações desenvolvida. Portanto, vemos a importância do Plano Nacional de Saneamento Rural investir em tecnologias sociais e em parcerias que tenham contato próximo com as comunidades para garantir efetividade na gestão de resíduos sólidos de uma área desatendida de diversas maneiras pelo poder público, por exemplo. Não obstante, o aprimoramento da metodologia empregada se mostra como determinante para garantir a autogestão das ações empregadas, ação relevante para cumprir um dos princípios fundamentais do plano nacional de saneamento básico que é o controle e a participação social.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento rural, Meio rural, Resíduos Sólidos.

1. INTRODUÇÃO

O processo de formação da sociedade brasileira é marcado por desigualdades. Durante diferentes fases da nossa história, as macrorregiões receberam investimentos em proporções distintas, um desses exemplos é o Nordeste brasileiro que, no início da sua colonização, era o motor da economia brasileira e que no declínio da cana-de-açúcar perdeu atenção para a região sudeste do país, fazendo com que se tornasse uma região desfavorecida no sentido econômico e social, seja no meio urbano ou no rural. A distribuição desigual de terras e as frequentes estiagens geraram zonas rurais em situação de extrema vulnerabilidade social, com a economia pautada em agricultura de subsistência e plantio em regime de sequeiro, a agricultura de sequeiro é uma das técnicas mais tradicionais no nordeste brasileiro, pois é um manejo totalmente dependente das chuvas, onde as lavouras são temporárias, tornando os níveis de oferta menores durante certa época do ano (LIMA e BAIARDI, 2018).

O meio rural, por meio da agricultura, historicamente no Brasil é considerado um importante vetor de desenvolvimento econômico (CASTRO, 2015), porém durante muito tempo apenas o médio e o grande produtor eram considerados dignos de receber atenção do Estado, pois o agricultor de pequeno porte era considerado irrelevante, já que não tinha condições financeiras para adquirir tecnologias e insumos que foram impostos durante a “Revolução Verde” (BONNAL; LEITE 2011).

Nesse contexto, as famílias nordestinas são marcadas pela dependência de políticas públicas para sobrevivência ao longo da história do país. Ferigollo et al. (2017), apontaram o fator organizativo como essencial para a boa implementação dessas políticas. Nesse cenário, ao contrapor com questões básicas mais comuns ao meio urbano, a zona rural é precariamente assistida pelo poder público, ainda mais que o meio rural, com déficit em necessidades básicas como o acesso à educação e a saúde de qualidade, principalmente em regiões afastadas. O manejo dos recursos sólidos, que é uma questão básica para a saúde das pessoas, na zona rural não se mostra eficiente e, apenas 5.223 municípios brasileiros apresentam o serviço de coleta de lixo com disposição final adequada (IBGE, 2000).

Nesse estudo, analisaremos duas comunidades rurais no interior do Ceará, em uma das cidades que apresentam o melhor índice de desenvolvimento social, segundo o Governo do estado (2018), que é a cidade de Barbalha. O objetivo do estudo é analisar a aplicação de um projeto de extensão da Universidade Federal do Cariri (UFCA), que utiliza tecnologias sociais e educação ambiental, como uma estratégia para a política nacional de saneamento rural.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Nordeste e os resíduos sólidos

A região Nordeste do país é a que apresenta o maior déficit nacional de afastamento do esgotamento sanitário. Aproximadamente 30 milhões de pessoas não possuem acesso ao serviço e, apenas essa macrorregião, representa quase 56% dos domicílios do país que não apresentam canalização interna para o esgoto. O cenário se agrava ao analisar a área rural da região Nordeste que contém 980 mil dos mais de 1,5 milhões de domicílios sem se quer possuir banheiros ou sanitários (IBGE, 2011).

De acordo com o Mattei e Andrade (2017), o processo de formação nacional gerou uma zona rural subdesenvolvido sempre a atendendo de forma precária, principalmente, a região Nordeste do país. Esse processo, intensificado nos anos 60 e 70, gerou um nicho social dependente de políticas públicas para diversos itens básicos como aquisição de renda e acesso água.

No presente estudo, ao observar experiências no interior cearense se faz necessário compreender o cenário vivido no estado para o saneamento básico. O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) determina anualmente o Índice de Desenvolvimento Social (IDS) dos municípios cearenses. O IDS é dividido em IDS-oferta e IDS-resultado que parametrizam todos os serviços públicos do governo estadual nas áreas de saúde, educação e habitação. O IDS-oferta de habitação utiliza como parâmetros a Taxa de cobertura de abastecimento de água urbano e a taxa de cobertura de esgotamento sanitário que aponta todos os municípios cearenses entre médio e alto desenvolvimento social, no entanto, a média estadual sofreu decréscimo no período de 2012 a 2015 saindo de 0,851 para 0,810. Segundo Assis e Rodrigues (2017), os resultados positivos não representam avanços ao se observar a variação percentual de 2016 para 2017 nos mesmos indicadores, como ilustrado abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Variação percentual de indicadores sociais de 2016 para 2017

Indicadores	CE	NE	BRA
Proporção de Domicílios c/ abastecimento de água adequado (%)	-0,25	0,63	0,00
Proporção de Domicílios c/ acesso a rede de coleta de esgotos (%)	0,80	2,15	0,81

Fonte: Assis e Rodrigues (2017)

Os índices apresentam um importante parâmetro, no entanto não representam uma análise completa e determinante visto que se utiliza de base dados secundárias e uma proporção simples de abastecimento e de coleta. Por exemplo, observar-se a coleta de lixo nos municípios cearenses, vemos que está 11 pontos percentuais abaixo da média nacional apesar do percentual está em crescente aumento desde o ano de 2006, quando apenas 71,6% possuíam sistema de coleta de lixo, esse fato se deve ao acréscimo de políticas públicas no setor e alterações estatutárias que orientam os municípios quanto a relevância do serviço (ASSIS; RODRIGUES, 2017). Além disso, a análise não contempla a zona rural dos municípios em nenhum dos parâmetros analisados. A zona rural gera resíduos específicos como esterco animal e produtos oriundos de agrotóxicos e, segundo a Agência Nacional das Águas, mais de 50% dos recursos hídricos são utilizados na zona rural para atividade agrária (BRASIL, 2010). Como relatado por Cardoso et al. (2018), ao se tratar de gerenciamento de resíduos sólidos, a zona rural é mal atendida pelo poder público levando as comunidades a adaptarem formas para dar destinação do lixo doméstico produzido.

No entanto, os resíduos produzidos no meio rural vão além dos domésticos convencionais produzidos no meio urbano. O esterco animal é um bom exemplo de um tipo que necessita de uma destinação adequada e, cada tipo de animal, apresenta especificações distintas. Ademais, nem os próprios criadores tem a sensibilidade dos prejuízos que isso pode trazer até mesmo para

os animais, por exemplo, o acúmulo de esterco bovino nos locais de descanso pode levar a proliferação de microrganismos. No caso do esterco suíno, o mau cheiro incomoda os moradores das redondezas e suas fezes são carregadas de metais pesados que tem um potencial poluidor altíssimo. No entanto, métodos simples como o reaproveitamento do esterco na fertilização do solo para plantio, podem ser usados para reduzir a quantidade de materiais como descrito por Silva (2017), em estudo realizado no sertão da Paraíba.

Não obstante, a problemática se agrava na zona rural cearense. A ausência e a dificuldade da Companhia Cearense de Água e Esgoto (CAGECE) em atender as comunidades rurais levou a criação e ao convênio com o Sistema de Saneamento Rural (SISAR) para complementar o serviço. A SISAR é uma organização da sociedade civil (OSC), criada em 1996 por um servidor da CAGECE para oferecer o serviço de forma autossustentável. Atualmente, a SISAR possui oito unidades no estado e atende quase 67 mil famílias com um sistema de gestão integrada com as próprias comunidades (SANTOS; OLIVEIRA, 2016).

A atuação da SISAR e sua interligação com o programa água para todos e o projeto São José (política pública estadual para promover o desenvolvimento social nas comunidades rurais) tem um importante papel na melhoria dos índices e de qualidade de água no sertão cearense. A utilização de tecnologias sociais e de um modelo de gestão participativa são apontadas como pontos principais para o sucesso da OSC. Dessa forma, esse fato comprova a utilização de métodos não tradicionais, gestão participativa e tecnologias sociais como eficientes ferramentas para garantir o Plano Nacional de Saneamento Rural no estado do Ceará e podendo ser replicado para outras unidades federativas do país (BROWN; PENA, 2016).

2.2 PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO RURAL

O Plano Nacional de Saneamento Básico (Planasb) foi instituído através da lei 11.445 de 2007 e atua como a política pública federal para nortear as ações do tema no Brasil. Finalizada e aprovada através de portaria apenas em 2013, o Planasb estabelece para o serviço como princípios fundamentais: a universalização, a equidade, a intersetorialidade, a sustentabilidade, a participação social e a utilização de tecnologia. Dessa forma, compete ao Governo Federal estabelecer claramente no plano plurianual, políticas públicas adequadas para garantir o saneamento básico em seus princípios fundamentais.

O Planasb preconiza, também, que as ações de saneamento no país devem ser desenvolvidas para garantir o acesso à água potável, o esgotamento sanitário e o manejo de resíduos sólidos. Não obstante, as três ações são interligadas e sofrem quando não há realização de forma adequada. Por exemplo, de acordo com *Atlas Brasil – Abastecimento Humano de Água*, cerca de 47% dos municípios brasileiros são abastecidos por mananciais superficiais e as regiões Nordeste e Sudeste destacam por sistemas integrados em que vários municípios utilizam o mesmo manancial (BRASIL, 2010). Em contraponto, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) cerca de 26% da população utilizam fossas rudimentares para destinar o seu esgotamento sanitário (IBGE, 2011). Nas fossas rudimentares, o esgotamento sanitário entra em contato direto com o solo e devem ser instalados longe de fontes ou chafarizes, uma vez que a água “suja” infiltra sem tempo hábil para depuração, ou seja, a água não tratada pode atingir mananciais superficiais gerando a sua contaminação com coliformes fecais, alta quantidade de fósforo e outros resíduos que, em excesso, contaminam os recursos tornando inviável para o uso (BEZERRA et al., 2017).

É nesse cenário que o Planasb prevê a criação do Plano Nacional de Saneamento Rural (PNSR) que, sob a responsabilidade da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), desenvolve uma forma de atuação específica para o meio rural do país. O intuito da criação do PNSR é contemplar as características específicas da zona rural, respeitando o princípio básico de equidade do Planasb. Visando garantir a inclusão e o controle social, o plano se comunica com políticas estaduais e ações integradas com outros projetos de ação setorial para garantir a efetividade, principalmente em regiões com a logística mais dificultosa (RESENDE et al., 2016). A integração com programas como o Território da Cidadania e o Água para todos são indispensáveis para o sucesso do PNSR.

Em 2015, através de um Termo de Execução Descentralizada – TED, o PNSR foi analisado pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) para desenvolver um panorama geral do saneamento rural no país. A plataforma desenvolvida pela UFMG para obtenção dos resultados já existe, no entanto, os dados ainda não se encontram disponíveis para compreensão mais completa do cenário atual.

As ações do PNSR atendem localidades através da alocação de recursos que podem ser destinadas de duas formas: através de editais específicas com receitas orgânicas previstas no Orçamento Geral da União (OGU) ou através de emendas parlamentares. Não obstante, a articulação com programas como o Brasil Quilombola, Água para todos e Saneamento Indígena garantem ações mais continuadas principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país.

Dessa forma, os dados citados anteriormente reforçam e legitimam o PNSR e uma atuação mais próxima na zona rural da região Nordeste do país, a macrorregião mais atendida pelo programa Água para todos, por exemplo. Dessa forma, o PNSR possui forte ligação com tecnologias sociais que garantem a sua aplicação eficiente nas mais diversas localidades e podem garantir o acesso aos três serviços básicos de saneamento.

2.3 TECNOLOGIAS SOCIAIS

As tecnologias sociais (TS's) são equipamentos, metodologias ou processos elaborados de forma participativa que garantem o desenvolvimento e o empoderamento social de comunidades ou de grupos sociais. As TS's se caracterizam pela sua simplicidade e pelo baixo custo de implantação que muitas vezes, ao olhar dos leigos, muitos não o caracterizam como uma tecnologia. As TS's, mesmo com a sua larga utilização em políticas públicas, necessitam de uma série de etapas para a sua implantação por meio do governo apresente um critério de escolha próprio para o desenvolvimento. Além disso, necessita do fortalecimento na academia através de pesquisas e experimentação prática e também necessita de melhor aceitação por partes dos movimentos sociais (DAGNINO, 2009).

Dessa forma, notamos que as TS's com o baixo custo de investimento podem se tornar uma forte ferramenta para auxiliar na solução dessa questão com a utilização, por exemplo, da tecnologia intitulada Banheiro Seco (BS). O BS permite um tratamento das águas negras de residências sem a utilização das fossas negras que também permite a reutilização dos resíduos para a fertilização do solo (DA SILVA; ALENCAR, 2014). Ademais, as experiências descritas por Bugelli e Felício (2019) no tratamento de águas cinza e negras para reuso ou descarte água nos mananciais, e Silva et al. (2018) no tocante ao abastecimento de água, reforçam o perfil adaptativo das TS's e o potencial de ser utilizado como ferramenta na solução dos diversos tipos de problemas sociais, como é o no caso do saneamento rural.

3. METODOLOGIA

3.1 Localidade

O município de Barbalha está localizado no interior do Ceará, na região do Cariri, distante 533,7 km de Fortaleza. Os sítios Boa Esperança e Espinhaço são localizados no distrito rural do Arajara e são compostas por mais 40 famílias. Estando a 20 km da zona urbana do município, as famílias têm em diversas atividades agrárias a sua forma de obter renda. Estando próxima a Floresta Nacional da Chapada do Araripe, área de proteção ambiental que tem um clima ameno e vegetação verde ao horizonte durante quase todo o ano.

De forma geral, foram analisadas quatro famílias residentes no sítio Boa Esperança e duas famílias no sítio Espinhaço, das mais de quarenta famílias residentes nas localidades. Todo o panorama é descrito na tabela em sequência (tabela 2).

Tabela 2. Quantidade de pessoas por localidade.

LOCALIDADE	FAMÍLIAS	QUANTIDADE DE PESSOAS
Sítio Boa Esperança	4	22
Sítio Espinhaço	2	9
TOTAL		31

Fonte: Elaboração própria (2019)

3.2 Instrumentos metodológicos

A metodologia adotada é de pesquisa-ação de Thiollent (1986) não se limitando apenas a coleta de informações, o estudo também apresenta um caráter descritivo contendo a apresentação das comunidades e das particularidades que foram identificadas.

Inicialmente é realizado um levantamento bibliográfico para compreender outros casos e estudos semelhantes ao pretendido, de forma a ser mais eficiente e coeso em obter os resultados. Além disso, para entender como o PNSR deve atuar e quais ações são realizadas periodicamente se fez necessário uma consulta extensiva em todo o portal da FUNASA.

Dessa forma, como descrito no estudo de Santana et al. (2017), se fez necessário compreender o projeto que está sendo analisado e como suas etapas ocorrem, assim como a experiência adquirida pelos extensionistas. Com isso, é possível traçar de forma mais precisa seu paralelo com o PNSR.

Por fim, são realizadas visitas nas comunidades para acompanhar as atividades do projeto na prática e desenvolver pequenas entrevistas juntos as famílias que são beneficiadas. Essa vivência na comunidade é necessária para entender como as relações entre projeto-comunidade se estruturam e que práticas de gestão de resíduos sólidos são empregadas na prática. Contudo, os resultados são apresentados para a equipe, de modo a nortear no planejamento de outras

ações além de compreender de forma mais completo os impactos negativos e positivos do Bio+ nas comunidades.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Sítio Boa Esperança e Sítio Espinhaço

As famílias acompanhadas no sítio Boa Esperança têm sua renda pautada principalmente no extrativismo do coco babaçu e da macaúba, apesar de não serem plantas nativas da região são encontradas com bastante facilidade. A partir desses materiais, são produzidos óleos e azeites de forma artesanal para comercialização. O plantio de culturas como milho e o feijão andu seguem o regime de cerqueiro e complementam a renda. A criação de bovinos e suínos também é prática frequente na localidade.

O sítio Espinhaço apresenta famílias que sobrevivem da prestação de serviços autônomos (pedreiros, trabalhadores braçais, entre outros) e a agricultura de subsistência apresenta um papel mais expressivo na geração de renda. No entanto, em comparativo com o sítio Boa Esperança, a prática de criação de animais é mais presente apesar de não ser a fonte principal de obtenção de renda. Na imagem abaixo (Figura 1) temos o registro de um dos moradores da comunidade, em uma das primeiras capacitações. Nesse cenário, as comunidades representam de forma categórica o público alvo do projeto de extensão estudado e são famílias atendidas de forma insuficiente pelo sistema de saneamento público municipal, semelhante ao citado por Cardoso et al. (2018) nas comunidades paranaenses.

Figura 1. O produtor Francisco Lopes, recebendo as primeiras instruções em sua propriedade.



Fonte: Acervo próprio (2018)

4.2 Projeto Bio+

O projeto Bio+ é uma iniciativa do programa de extensão Enactus da Universidade Federal do Cariri (UFCA). Tem como objetivo desenvolver comunidades rurais em situação de vulnerabilidade social através do estímulo a produção de hortaliças orgânicas de forma sustentável.

A Enactus é uma organização internacional sem fins lucrativos dedicados a inspirar os alunos a melhorar o mundo através da ação empreendedora, as atividades que são desempenhadas abrangem ângulos sociais, econômicos, ambientais, humanos e físicos. Existente em mais de 30 países e em quase todas as unidades federativas brasileiras, a Enactus surge como programa de extensão no território cearense, em 2009, na então Universidade Federal do Ceará, especificamente no campo descentralizado de Juazeiro do Norte, nesse momento ainda conhecido como o programa SIFE. Em 2013, com a criação da Universidade Federal do Cariri (UFCA), o antigo programa SIFE da UFC no Cariri passa a ser intitulado como Time Enactus UFCA, mas sem modificações de suas finalidades.

O projeto foi criado em 2017 e utiliza uma metodologia própria, o *Ciclo Vitae*. O princípio é a integração de tecnologias sociais para garantia da produção. Nas comunidades analisadas uma das principais tecnologias é o Biodigestor rural que se trata de uma estrutura em alvenaria que permite a destinação do esterco animal através da fermentação gerando biogás e biofertilizante, que é reaproveitado no próprio sistema. O modelo português, utilizado no projeto, é inspirado na aplicação de uma OSC, a Diaconia, e o projeto Dom Helder no estado de Pernambuco. No entanto, o Bio+ desenvolveu alterações para tornar o equipamento mais viável economicamente, sendo elas: 1) redução da capacidade da caixa d'água, substituindo a de três mil litros para dois mil e mil e quinhentos litros, dependendo da quantidade de animais disponíveis na comunidade; 2) substituição das placas de concretos utilizadas para fabricar as câmaras, por uma estrutura com blocos cerâmicos reduzindo o custo para construção.

Além disso, outra tecnologia pertinente ao estudo é o minhocário doméstico em que os moradores destinam restos alimentares para a produção de húmus de minhoca. O húmus é utilizado na própria horta e o seu excedente é comercializado para outras famílias próximas e em feiras solidárias da região. As suas dimensões são adaptadas, de acordo com a quantidade de pessoas e os objetivos para a fabricação do húmus de cada residência. (GUALDANI, FERNÁNDEZ; GUILLÉN, 2015). Caso a família deseje produzir sempre em uma quantidade superior a necessária para a manutenção do próprio quintal produtivo, é necessário que o equipamento seja um pouco maior que o convencional, comportando assim mais minhocas. Na (Figura 2), temos uma das tecnologias instaladas, o Biodigestor Rural, na comunidade Sítio Boa Esperança.

Figura 2. Biodigestor rural implantado



Fonte: Acervo Próprio (2018)

Sendo composto por alunos de Engenharia Civil e Engenharia de Materiais, a equipe opta por contar com consultores de outros cursos como Agronomia e Zootecnia prezando pela multidisciplinariedade como um fator determinante em suas ações. Além disso, a metodologia de extensão rural descrita por Paulo Freire (1986) é utilizada para garantir o empoderamento da comunidade em relação a metodologia adotada e, a educação ambiental é um fator presente nas capacitações como relatado junto a equipe do projeto.

O projeto é reconhecido pelo Ministério do Meio Ambiente como uma das três melhores práticas nacionais no combate a perda e ao desperdício de alimentos, no que se refere a sua produção. O Bio+ foi selecionado através de chamada pública e seus resultados apresentados no mês de novembro de 2018 em Brasília, durante o primeiro seminário nacional de combate a perda e ao desperdício de alimentos, realizado pelo próprio ministério.

A UFCA atua como um dos principais parceiros das ações do projeto garantindo bolsas para dois estudantes e custeando o deslocamento em momentos estratégicos para visitas as comunidades e treinamentos em outras localidades. Além disso, o apoio do corpo docente é indispensável para garantir o empoderamento dos alunos extensionistas uma vez que, as orientações frequentes efetivam as atividades dos membros do projeto. Não obstante, podemos notar que nessa ação, a UFCA consegue contemplar os seus quatro baluartes: ensino, pesquisa, extensão; ilustrando assim a ação inovadora que projeto representa.

4.3 Gestão de resíduos nas comunidades

Em entrevista com as famílias analisadas em cada comunidade é possível afirmar que antes da aplicação do projeto, a gestão de resíduos sólidos era praticamente inexistente. Para descarte do lixo, os moradores despejam em terrenos vazios nos arredores, enterravam ou ateavam fogo, prática bastante comum na zona rural nordestina, a depender do tipo de resíduo gerado. O esterco animal, seja de bovino ou de suíno, era descartado sem preparo no solo e,

inclusive relatado por uma das entrevistadas, o mau cheiro da pocilga incomoda tanto os vizinhos que a mesma já foi autuada pelo poder público municipal, através da secretária de meio ambiente. Por fim, foi construído um panorama geral dos tipos de resíduos gerados (Quadro 1) em ambas comunidades e sua destinação antes da atuação do projeto.

Quadro 1. Resíduos e sua destinação antes da atuação do projeto Bio+.

Resíduo gerado	Destinação
Resíduos domésticos não orgânicos	Despejo em terrenos vazios nos arredores, com o acúmulo excessivo era queimado.
Restos alimentares	Despejo no quintal da residência ou destinado a alimentação dos animais.
Cascas do coco babaçu e da macaúba	Despejo nos quintais, comercialização ou queima nos fogões para fabricação dos óleos.
Esterco bovino e suíno	Acúmulo nas baias ou em fossas negras rudimentares.

Fonte: Elaboração própria (2019).

No período de realização de estudo, o projeto estava com 16 meses de aplicação. Os restos de cascas de legumes e de frutas em todas as famílias são destinados para os minhocários domésticos que produzem em média dois a três de húmus por semana. Dependendo da família, o húmus é produzido em maior quantidade gerando um grande excedente que é comercializado a um valor acessível. O minhocário é produzido com resíduos da montagem das outras tecnologias implantadas, como a tampa da caixa d'água utilizado para instalação do biodigestor. Portanto, tem-se uma redução na geração de resíduos na fabricação dos equipamentos.

A prática de substituir a madeira pelas cascas do coco babaçu e da macaúba, na queima do fogão para fabricação dos óleos, foi estimulada pelos membros do projeto. A comercialização das cascas para padarias e fornalhas da região também, ao passo que evita a queima de madeira contribuindo para desmaterialização de outros processos. Portanto, o projeto não se prende a levar nossas práticas, mas reforça costumes benéficos já existentes contribuindo não só para a gestão local como na própria cidade.

Não obstante, o estímulo da prática do despejo adequado não se limita apenas as cascas, o projeto capacitou os beneficiados para reutilizar ao máximo o lixo gerado na residência. As cascas de ovos e o pó de café usado passaram a ser reaproveitado para oxigenação do solo que recebe a horta. Garrafas e outros recipientes são utilizados para armazenar e para aplicar o biofertilizante. Dessa forma, podemos perceber uma redução expressiva do que passa a ser entendido como lixo na comunidade e uma desmaterialização latente em diversas ações cotidianas do meio rural.

No entanto, o esterco animal, conforme relatado pela equipe do projeto, era o mais preocupante nas comunidades. A ausência de cuidado no despejo gerava um risco de salinização do solo, proliferação de isentos e de bactérias e a contaminação de mananciais superficiais, uma vez que boa parte dos recursos hídricos utilizados advém de cacimbas ou poços rasos. Os

beneficiados relataram que não utilizavam o esterco para fertilização do solo e de plantas, por “queimarem o coentro e a cebolinha”. A partir das capacitações do projeto, os beneficiados começaram a entender o processo para utilização do esterco na horticultura e o seu valor nutricional para as plantas. O ocorrido de “queimarem” as plantas se devia apenas a utilização do esterco não curtido que apresente alta concentração de ureia e, sua presença, é responsável por danificar as hortaliças.

Além disso, o esterco animal passou a ser utilizado para abastecer o biodigestor rural. Sua grande capacidade permite aos produtores, no processo de fermentação, utilizar as fezes dos animais, ainda fresca, para fabricação de insumos mais interessantes na comunidade. Tendo os principais subprodutos, o biogás e o biofertilizante, sendo utilizado nas próprias famílias.

O biogás produzido é utilizado em substituição ao gás de cozinha (gás GLP) e gera economia para as famílias, por não necessitarem comprar o botijão de gás todo mês. Além disso, a queima do biogás gera menos gases do efeito estufa, do que o gás de cozinha, contribuindo mesmo que timidamente para evitar mudanças climáticas mais drásticas, como as ações citadas na experiência de Pedrosa et al. (2015) em Pernambuco. O biofertilizante é o líquido resultante da fertilização no biodigestor, rico em minerais e metais presentes no esterco funciona como ótimo fertilizante para as hortas da comunidade e nas capineiras que alimentam os animais, em substituição a fertilizantes químicos que tem alto potencial poluidor (MATOS et al., 2015). Essa substituição agride menos as finanças dos produtores e, também em consequência, o solo que é utilizado para a plantação.

A dificuldade apresentada pela equipe em relação ao biodigestor rural é o custo para implantação que é de R\$ 1.500,00 aproximadamente. Essa quantia é julgada pela equipe como um valor elevado para ser financiado pelos produtores ou pela equipe, mesmo após os esforços para o seu barateamento como a adaptação do modelo para que se torne mais economicamente viável. No entanto, o *payback* do investimento é relativamente baixo, uma vez que o investimento retorna em poucos mais de sete meses apenas considerando a economia do botijão de gás. Foram implantados um biodigestor rural por comunidade e, já foram destinados corretamente mais de setecentos quilos de esterco bovino e dezessete botijões de gás já foram economizados.

Portanto, podemos afirmar a existência a partir do projeto, de uma gestão de resíduos sólidos autogestionária e participativa dentro da comunidade já que os beneficiados se articulam entre si para a troca de materiais e produtos excedentes como o biofertilizante e as hortaliças. Os resultados do projeto junto à comunidade podem ser devidos a forma de aplicação que se adaptou a realidade local e a inovação tecnológica, uma vez que métodos e equipamentos foram integrados aos processos produtivos e rotineiros.

4. CONCLUSÕES

A PNSR deve seguir intimamente o Planasb, adaptando de forma mais fidedigna a realidade no campo. A Funasa, para garantir a eficiência do PNSR, depende de parcerias estratégicas para conseguir desenvolver ações nas mais diversas comunidades. Dessa forma, tomando como base a experiência do projeto Bio+, parcerias com instituições de ensino superior podem ser ampliadas não só em número, mas em vertente também, valorizando a extensão universitária. Portanto, temos a utilização do conhecimento acadêmico não só para a realização de pesquisas e para a criação de índices, mas também para a construção de práticas extensionistas mais elaboradas e completas gerando economia de pessoal, de tempo e de recursos, uma vez que podem ser aproveitadas as relações já estabelecidas por diversos projetos das comunidades.

Podemos observar tão perfeitamente que as tecnologias sociais, em suas diversas formas e aplicação, configuram ferramentas eficientes para a aplicação de políticas que norteiam o saneamento rural. Não apenas para a gestão de resíduos sólidos, mas para a gestão de recursos hídricos e outras questões de saúde pública. No entanto, é necessário estabelecer uma metodologia consistente de repasse das tecnologias, como ilustrado na literatura, quando a comunidade não sente a tecnologia como parte sua ou não se sente seguro para realizar manutenções e adaptações no equipamento, ele perde a sua funcionalidade completamente. Essa situação foi relatada pela própria equipe do projeto que teve dificuldades em ser eficiente no repasse das TS's, tendo que adequar a sua metodologia de trabalho diversas vezes para atingir um resultado satisfatório. Não obstante, essa situação revalida a necessidade parcerias mais sólidas com o meio acadêmico que detém conhecimento e experiência para tais ações.

Dessa maneira, apoiando práticas semelhantes ao Bio+, o PNSR consegue ter mais equidade em suas ações, ter caminhos mais claros para universalização, pode garantir o controle e a participação social e investir em inovações tecnológicas. Sendo assim, pode se tornar um caminho simples para a Funasa, destinar verbas orgânicas para ampliação de instituições como o SISAR, citado anteriormente, e projetos como Bio+, podendo caber ao fundo apenas o acompanhamento, como já ocorre em outras situações.

Não obstante, o alinhamento já existente do PNSR com programa como Água para Todos pode facilitar essa ampliação de práticas, uma vez que a realização dos projetos do Água para todos conta com a participação diretas de OSC responsáveis por aplicar as tecnologias e das OSC's que representam produtores, que solicitam o equipamento.

Portanto, o presente estudo reforça a experimentação prática como indispensável no processo de elaboração de políticas públicas integradas a tecnologias sociais e a inovação social indispensável na desmaterialização em atividades mais cotidianas no meio rural como a agricultura e a criação de animais.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, Dércio Nonato Chaves de; RODRIGUES, Luciana de Oliveira. **Índice de Desenvolvimento Social dos Municípios Cearenses: IDS 2012-2015**. Fortaleza: Ipece - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2017. 73 p. Disponível em: <<https://ipece.ce.gov.br>>. Acesso em: 01 abr. 2019.
- BEZERRA, Antonia Diana Alves et al. ANÁLISE DA POTABILIDADE DE ÁGUA DE CHAFARIZES DE DOIS BAIRROS DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA, CEARÁ. **Acta Biomédica Brasiliensia**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.24-34, 21 jul. 2017. Universidade Iguacu - Campus V. <http://dx.doi.org/10.18571/acbm.119>. Disponível em: <<http://actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/view/162/141>>. Acesso em: 12 mai. 2019.
- BONNAL, P. e LEITE, S.P. **Análise comparada de políticas agrícolas: uma agenda em transformação**. Rio de Janeiro (RJ): Cirad/Mauad X, 2011, p. 221-251.
- BRASIL. Agência Nacional das águas. Ministério do Meio Ambiente (Org.). **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de água**. 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. . **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. 2011. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2011/default.shtm>>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- BROWN, Colin Andrew; PENA, João Luiz. Water Meters and Monthly Bills Meet Rural Brazilian Communities: Sociological Perspectives on Technical Objects for Water Management. **World Development**, [s.l.], v. 84, p.149-161, ago. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.03.014>.
- BUGELLI, Camila Barcellos; FELÍCIO, Julia Dedini. Saneamento rural: a experiência da implementação de uma tecnologia de saneamento no Assentamento Nova São Carlos (São Carlos-SP). **Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 15, n. 35, p.78-92, jan/mar. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfrpr.edu.br/rtts/article/view/7698/5885>>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- CARDOSO, Jailson Jorge. PACHECO, Andréa Daniele Cieniuk. BARROS JÚNIOR, Antônio Pacheco de. REIS NETO, Afonso Feitosa. Resíduos Sólidos domiciliares e suas consequências por famílias rurais paranaenses. In: MELLO, Daniel Pernambucano de. EL-DEIR, Soraya Giovanetti. DA SILVA, Rodrigo Cândido Passos da Silva. SANTOS, João Paulo de Oliveira. **Resíduos Sólidos: Gestão Pública e Privada**. Recife: Gampe - Grupo de Gestão Ambiental de Pernambuco, 2018. p. 319-330. Disponível em: <<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 01 abr. 2019.
- CASTRO, L. F. P. Agricultura familiar, habitus e acesso à terra. **Revista Brasileira de Sociologia do Direito, ABraSD**, v. 2, n. 2, p. 91-105, jul./dez., 2015. DOI: DOI: <http://dx.doi.org/10.21910/rbsd.v2n2.2015.17>. Acesso em: 01 jul. 2018.
- DAGNINO, Renato Peixoto (Org.). **Tecnologia Social: ferramenta para construir outra sociedade**. Campinas: Instituto de Geociências da Universidade de Campinas, 2009. 185 p.
- DA SILVA, Alessandro Costa. ALENCAR, Marcelo Henrique Bandeira Costa. Tecnologia social visando à promoção de saúde em uma comunidade rural de São Luís, Ma. **Saúde Transform. Soc.** vol.5 n.1 2014. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2178-70852014000100011> Acesso em 10 Jan 2019.
- FERIGOLLO, D. et al. Aquisição de produtos da agricultura familiar para a alimentação escolar em municípios do Rio Grande do Sul. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, n. 6, 2017.

GOVERNO FEDERAL. Lei nº 11445, de 5 de janeiro de 2007. **Política Nacional de Saneamento Básico**: estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico.. Brasília, DF, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 1 abr. 2019.

GUALDANI, Carla; FERNÁNDEZ, Luz; GUILLÉN, Maria Luisa. **Convivência com o semiárido**: Reaplicando saberes através de tecnologias sociais. Brasília: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade - Iabs, 2015. 168 p.

LIMA, R.G.S. & BAIARDI, A. **Estratégias de sobrevivência dos pequenos caprinocultores do semi-árido baiano**. Disponível em: www.cico.rj.gov.br. Acesso em: 7 dez. 2018.

MATOS, Camila Ferreira et al. EFEITO DA APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE DE DEJETOS DE BOVINO NO SOLO E CULTURA DO SORGO. In: CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 10., 2015, São Paulo. **Anais do X Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015. p. 72 - 81. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/agrener2015/?q=anais-x-agrener-2015>>. Acesso em: 10 maio 2019.

MATTEI, Lauro Francisco; ANDRADE, Daniel Cardoso de. Agroindústrias e projetos de assentamentos de reforma agrária: considerações acerca da trajetória recente. **Estudos**: Sociedade e Agricultura, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p.83-107, maio 2017. Disponível em: <<https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/854>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

PEDROSA, Débora dos Santos Ferreira. BARROS, Cristianne Araújo Gomes. REIS, Helena Vasconcelos Martins. EL-DEIR, Soraya Giovanetti. Tecnologias focadas no biogás advindo da central de tratamento de resíduos CTR Candeias- PE. In: EL-DEIR, Soraya Giovanetti; GUIMARÃES, Elisângela da Silva (Org.). **Resíduos Sólidos**: Tecnologias Limpas e Boas práticas. Recife: Gampe - Grupo de Gestão Ambiental de Pernambuco, 2015. p. 353-364. Disponível em: <<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 1 abr. 2019.

RESENDE, Rachel Germiniani; FERREIRA, Sindynara; FERNANDES, Luiz Flávio Reis. O saneamento rural no contexto brasileiro. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p.131-150, 28 mar. 2018. IFSULDEMINAS (Instituto Federal do Sul de Minas). <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181027>. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsulde Minas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/issue/view/59>>. Acesso em: 12 maio 2019.

SANTANA, Myrta Stherphanny Rodrigues de. ALVES, Tatiane Dominique. LIMA, Anna Paula Rodrigues Bandeira de. BELTRAME, Leocádia Terezinha Cordeiro. Responsabilidade socioambiental na extensão universitária: análise de projetos desenvolvidos na comunidade carente da mirueira, Paulista-PE. In: AGUIAR, Wagner José de; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; BEZERRA, Raísa Prota Lins (Org.). **Resíduos Sólidos**: abordagens práticas em educação ambiental. 2. ed. Recife: Gampe - Grupo de Gestão Ambiental de Pernambuco, 2017. p. 146-152. Disponível em: <<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

SANTOS, Iris Paula Silva; OLIVEIRA, Mônica Ivo de. O MEIO AMBIENTE COMO ESPAÇO DE INTERVENÇÃO DO SERVIÇO SOCIAL NO SISAR/BSA NO CARIRI CEARENSE. **Interfaces**: Saúde, Humanas e Tecnologia, Juazeiro do Norte, v. 3, n. 11, p.112-118, jul. 2016. Disponível em: <<http://www.interfaces.leaosampaio.edu.br/index.php/revista-interfaces/article/view/552/411>>. Acesso em: 12 maio 2019.

SILVA, Elisângela Maria da. FINAL DESTINATION DIAGNOSIS OF SOLID WASTE GENERATED IN RURAL SETTLEMENTS IN THE SERTÃO OF PARAÍBA, BRASIL. **Geama**, Recife, v. 4, n. 3, p.257-261, out. 2017. Disponível em: <<http://journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/1493/1468>>. Acesso em: 12 maio 2019.

SILVA, Adriana Dias da et al. Sustainability of rain water supply technologies: a methodology applied to Belém county islands. **Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 14, n. 34, p.63-82, out. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/7839/5398>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

THIOLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo. Cortez : Autores Associados, 1986.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG. Fundação Nacional da Saúde - Funasa. **Plano Nacional de Saneamento Rural**. 2017. Disponível em: <<http://pnsr.desa.ufmg.br/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

2.6. ALAGAMENTOS E O DÉFICIT DE SANEAMENTO BÁSICO NO CANAL DA QUINTINO BOCAIUVA NO BAIRRO DA CREMAÇÃO BELÉM – PA

MARTIRES, Wanilce Suzane Fagundes

Centro Universitário Metropolitano da Amazônia – Unifamaz (PA)
wannymartires@gmail.com

AMARAL, Bruno da Silva

Centro Universitário Metropolitano da Amazônia – Unifamaz (PA)
Brunoamr190@gmail.com

SOUZA JUNIOR, Silvio Melo

Centro Universitário Metropolitano da Amazônia- Unifamaz (PA)
melosmsj@yahoo.com.br

SILVA, Etiane de Souza

Ciências Florestais Centro Universitário Metropolitano da Amazônia - Unifamaz (PA)
etiane.silva@famaz.edu.br

RESUMO

Este estudo objetivou identificar as principais doenças provenientes dos alagamentos e da exposição de uma comunidade a condições precárias de saneamento básico, diagnosticando a faixa etária mais atingida, tendo como objeto de estudo moradores em torno ao canal da Quintino no Bairro da Cremação, Belém-PA. A pesquisa foi realizada com dez famílias, através de questionários. Obtendo-se como resultado o reconhecimento de que fatores decorrentes de atividades antrópicos são os principais causadores dos maléficos que atingem a comunidade, como: doenças e alagamentos; onde as causam decorrentes do descarte inadequado de resíduos sólidos, da falta de planejamento urbano, do índice de chuva e do regime de maré alta, os quais, contribuem para proliferação de doenças, como: Dengue, Chikungunya, Zica, Febre Tifóide, Febre Paratifóide, Shigelose, Cólera, Hepatite A, Amebíase, Giardiase, Leptospirose, o que demonstra, inclusive a ausência de consciência dos moradores sobre seus atos, bem como as dificuldades de gestão do poder público.

PALAVRAS-CHAVES: Comunidade, Planejamento, Impactos – Sociais

1. INTRODUÇÃO

Segundo o relatório do Desenvolvimento Humano (2006), realizado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), aproximadamente 2,6 bilhões de pessoas no mundo não são atendidas pelos serviços de saneamento, principalmente os povos africanos e os asiáticos, sendo esses os mais afetados. O Brasil ocupa a posição 112º no *ranking* internacional que tem como requisito os benefícios que o saneamento básico pode proporcionar. Segundo o Instituto Trata Brasil (2014), essa colocação é considerada abaixo do normal pois, sendo a sétima economia do mundo, o Brasil pode investir mais na área de saneamento e educação ambiental. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a região Norte apresenta a maior proporção de municípios sem coleta de esgoto (92,9%), seu escoamento é realizado a céu aberto depositando diretamente nos rios sem nenhuma espécie de tratamento. Os lixos produzidos pela população da área urbana cooperam para os alagamentos quando há ausência de coletas seletivas dos resíduos. Segundo Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE (2000), todas as regiões do Brasil possuem um sistema de drenagem que evita as inundações em ruas, haja vista, que a região Norte é a menos atendida com 49,4%, o que não é suficiente para fonecer qualidade de limpezas em todo o Norte.

Como afirmam Santos e Rocha (2013), historicamente, as cidades na Amazônia localizam-se às margens dos rios e, neste contexto, a cidade de Belém não é diferente. A capital do Estado do Pará, é margeada pelo Rio Guamá e pela Baía do Guajará a uma altitude média de aproximadamente 10 m acima do nível do mar, o que a caracteriza como área exposta a pontenciais problemas relacionados á gestão de resíduos sólidos. Segundo a Lei Nº 8.655, de 30 de Julho de 2008, que dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Belém (PDU), a concentração de grande parte da população reside na porção continental em áreas de cotas iguais ou inferiores a 04 metros de altitudes em relação ao nível do mar, espaços tradicionalmente conhecidos por “baixadas” de acordo com Santos (2013, p.33). Por esse motivo, estas áreas sofrem influência das bacias hidrográficas existentes no município, o que lhes impõe a condição de ocuparem terrenos permanentemente alagados, ou sujeitos a inundações periódicas. Portanto, com o nível elevado do rio e a falta de saneamento básico podem ocorrer alagamentos que ocasionam implicações negativas para as comunidades da região (SANTOS; ROCHA, 2013).

Além disso, os eventos naturais são um fator que também possibilitam a proliferação das doenças, pois, com a ausência de tratamento de esgoto, destinação dos resíduos e com as incidências de chuvas, os canais transbordam, proporcionando mais riscos de doenças para as pessoas que passam ou moram por volta deles (BRANDÃO, 2011). Tais implicações, ocasionadas pela falta de saneamento básico, ou seja, a atenção deficiente de coletas de resíduos e tratamento de esgoto, promovem as comunidades exposição à condições de alagamento, que ocasionam riscos considerados de saúde pública a esses comunitários. Neste sentido, considerando as condições específicas e climatológicas da região da cidade de Belém do Pará, que apresenta um regime pluviométrico diferenciado, o qual favorece a ocorrência de doenças provenientes dos alagamentos e da exposição da comunidade a condições precárias de saneamento básico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O processo de urbanização brasileira deu-se praticamente no século XX, as cidades eram vistas como a possibilidade de avanço e modernidade. Porém, junto com as cidades, veio a desigualdade sócio-espacial, verificada mais nitidamente com a expansão das periferias urbanas, que por configurarem regiões de pobreza, expressam a segregação espacial e ambiental (VAINER, 2000). Logo, os estados brasileiros são, em geral, muito desiguais em relação ao saneamento básico isso tem criado problemas dentro das cidades brasileiras, com informalidade na moradia e na infraestrutura de saneamento básico (TEIXEIRA et al., 2014). A população

brasileira, alcançou 190,7 milhões de habitantes em 2010, crescendo no menor ritmo já registrado (1,12% ao ano) e de maneira desigual pelo território, com as maiores taxas concentradas nas regiões Norte e Centro-Oeste. Ademais, a população brasileira cresceu 12,3% desde 2000, quando havia 169,8 milhões de habitantes no País. Neste período, seguindo tendência das últimas décadas, os habitantes rurais perderam 2 milhões de pessoas e reduziram sua participação para 15,6% do total da população brasileira. Por outro lado, os habitantes urbanos aumentaram em 23 milhões e representam 84,4% do total dos brasileiros (IBGE, 2011).

Certamente a desigualdade social é um fator importante, pois, a falta de saneamento pela presença de habitações em áreas irregulares e o rápido crescimento populacional dificultam o acesso aos serviços básicos. Mais de um bilhão dos habitantes da Terra não têm acesso a habitação segura e serviços básicos de saneamento como: abastecimento de água, rede de esgotamento sanitário e coleta de lixo. A falta de todos esses serviços, além de altos riscos para a saúde, são fatores que contribuem para a degradação do meio ambiente (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA, 2004). Esse dado é alarmante, pois o saneamento nada mais é que uma forma básica para se prevenir doenças. Por conseguinte, no Brasil, as doenças resultantes da falta de saneamento, especialmente em áreas pobres, têm agravado o quadro epidemiológico. Males como cólera, dengue, esquistossomose e leptospirose são exemplos disso (FUNASA, 2006), a parte da população que mais sofre, são as comunidades mais carentes que muitas vezes são abandonadas pelo governo, tratadas com descaso. Ainda que só 0,1% do esgoto de origem doméstica seja constituído de impurezas de natureza física, química e biológica, e o restante seja água, o contato com esses efluentes e a sua ingestão é responsável por cerca de 80% das doenças e 65% das internações hospitalares. Atualmente, apenas 10% do total de esgotos produzidos recebem algum tipo de tratamento, os outros 90% são despejados “*in natura*” nos solos, rios, córregos e nascentes, constituindo-se na maior fonte de degradação do meio ambiente e de proliferação de doenças (COSTA, 2000). Nesse sentido as doenças veiculadas a essa problemática são: Dengue, Chikungunya, Zica, Febre Tifoide, Febre Paratifoide, Shiglose, Cólera, Hepatite A, Amebíase, Giardíase, Leptospirose.

Os eventos de alagamentos nas metrópoles, no decorrer do tempo, vêm se tornando cada vez mais constantes, devido a vários fatores, dentre os quais podem ser citados: a impermeabilização da superfície com asfalto e concreto; a falta de organização pública, que permite invasões e que sejam construídas residências em áreas de risco; a falta de saneamento e limpeza das vias e da drenagem pública; a falta de consciência de boa parte dos indivíduos que habitam nessas metrópoles, além dos eventos climáticos extremos, que no decorrer dos anos estão ficando cada vez mais intensos e ao nível do rio (COSTA, 2010). Em virtude disso, os sistemas de drenagem que podem preservar as grandes cidades contra as enchentes e inundações, tornaram-se itens fundamentais na agenda de planejamento urbano. Somente 7,5% dos municípios brasileiros utilizam reservatórios de acumulação ou detenção, tidos como uma das principais alternativas para a minimizar os problemas gerados pela urbanização, que impermeabiliza o solo e impede a infiltração das águas das chuvas, causando empoçamentos, inundações, erosão e assoreamento. Nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste, a proporção de municípios que utilizam esta alternativa é superior à verificada no país (IBGE, 2004).

No entanto, a região Norte, especificamente na cidade de Belém do Pará, tem problemas com o sistema de drenagem, que é ineficiente para escoar toda a água pluvial em ocasiões especiais. Estas ocasiões podem ser chuvas fortes e rápidas, e/ou chuvas contínuas combinadas com a maré alta. Por ser circundada pelos Rios Guamá e Guajará e possuir vários igarapés (que se tornaram canais de esgoto), as águas subterrâneas e dos igarapés sofre a influência das marés (SANTOS, 2008). Em síntese, os alagamentos são proviente do *deficit* de saneamento básico que o Estado proporciona, pois, juntos com os eventos naturais a população que mora ou passam em torno dos canais que trabordam estão propício a adquirirem doenças graves.

3. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no Canal da Quintino Bocaiuva presente no bairro da Cremação Belém-Pa. O público alvo mora entorno do canal onde responderam questionários com perguntas fechadas para assim elaborar o gráfico das doenças mais recorrentes. Este artigo tem característica de uma pesquisa quantitativa e usa como técnicas de coletas:

[...] entrevista individual e os questionários (on-line, de autopreenchimento, por telefone, presencial, etc.), e muitos outros recursos, sempre com perguntas objetivas e muito claras (IPHD, 2015).

Posteriormente, foram aplicados questionários com perguntas fechadas para famílias que já moravam no perímetro da área do canal há mais de 10 anos, e que conheciam a realidade local e acompanharam as modificações e intensificação dos problemas. A partir disso, foi elaborado um gráfico representativo das doenças mais corriqueiras. Após a análise das respostas obtidas foi possível extrair dados suficiente para traçar um gráfico das idades que mais sofrem com tais patologias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das 26 capitais brasileiras a cidade de Belém ocupa a 23ª posição em questão de Saneamento e Sustentabilidade (MARCONPLAN, 2017). No município de Belém, existem mais de 100 quilômetros de canais distribuídos em 14 bacias hidrográficas. Do total, 50 quilômetros são de extrema importância para o sistema de drenagem de toda a cidade, principalmente durante o inverno amazônico (GLOBO, 2017). No entanto, a falta de macrodrenagem e tratamento dos mesmos deixa a desejar quando se trata de morar ao redor, pois, o decaso com os canais preocupa população que ficam expostos as doenças e a falta de qualidade de vida.

Na área de estudo escolhida metade do canal da Quintino não possui macrodrenagem segundo relatos e o que foi observado há presença de resíduos dentro e na área externa do canal (Figura 1). Em virtude disso, as três variáveis que são a alta pluviosidade do município, a falta de saneamento e a maré alta, quando coincidem provocam o alagamento das ruas e casas no local. Dessa forma, a probabilidade das pessoas adquirirem doenças é maior.

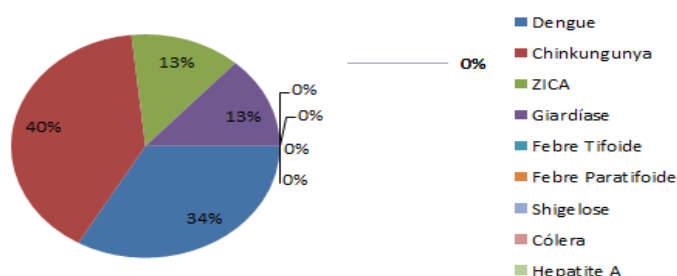
Figura 1: Área externa do canal.



Fonte: Autor (2019)

Portanto, foi realizada as aplicações dos questionários para o levantamento das doenças recorrentes. Foram dez famílias que se propuseram a responder. Foi possível constatar que seis famílias já apresentaram caso de algumas dessas doenças: Dengue, Chinkungunya, Zica, Febre Tifoide, Febre Paratifoide, Shigelose, Cólera, Hepatite A, Amebíase, Giardiase, Leptospirose. Por conseguinte, foi possível elaborar um gráfico das doenças mais recorrentes como mostra a seguir (Figura 2).

Figura 2. Doenças mais recorrentes no local.



Como pode ser observado dentre as famílias sugeriram cinco casos de dengue, ou seja, 34% foi o índice de casos de dengue, sendo a faixa etária das pessoas de 15 a 35 anos. Segundo o Datasus (2013), em Belém de 2007 até 2012 foram notificados 1.964 casos de Dengue só no município de Belém. Dessa forma, foram relatados seis casos de Chinkungunya, ocupando 40% do gráfico atingindo a faixa etária de 35 a 52 anos. Conforme pesquisa realizada pelo Boletim Epidemiológico - BE, foram registrado 551 casos de Chinkungunya (BENEVIDES, 2018).

Nesse sentido, a doença Zica teve 17 casos registrado registrados até dia 04 de abril de 2018 em todo o município (BENEVIDES, 2018). Contribuindo para o levantamento da pesquisa foram relatados dois casos, uma pessoa com 20 anos e 27 anos. Portanto, vale salientar que o precário saneamento básico na área facilita a ocorrência de alagamentos, uma vez que a presença de entulho no canal faz diminuir a vazão de projeto, com isso o sistema não suporta as águas provenientes das precipitações reduzindo a capacidade do canal. Já os resíduos inapropriadamente depositados nas vias no entorno da área do canal se dirigem para as bocas de lobo, ocasionando acúmulos de água por dejetos, e nos quintais das casas.

5. CONCLUSÕES

Dessa forma, constatou-se que a ausência de serviços de saneamento básico é comum nas cidades dos países subdesenvolvidos, o que vem trazendo a exposição significativa dos cidadãos a diversas e frequentes endemias, pois não há uma organização de saúde pública eficiente e eficaz, além disso, o difícil acesso aos postos de atendimentos de saúde, gera o agravamento dessas doenças, levando as pessoas a morte, como foi relatado por um dos moradores que teve complicações, em virtude da demora para se consultar, pois, na maioria dos casos, os sintomas são comuns, como febre e coriza, os quais se confundem com viroses, o que leva a automedicando, até a chegar o dia da consulta com o médico.

Vale salientar que a sociedade tem responsabilidades, pois, a falta de cultura e práticas de educação ambiental, representa um prejuízo maior para as áreas de alagamentos dos canais. Ainda, temos a água acumulada nos resíduos sólidos, os quais não são descartados e/ou destinados corretamente, o que contribui efetivamente para proliferação da Dengue (*Aedes aegypti*). Diante disto, ocorre o aumento de doenças nas áreas periféricas nos bairros da cidade de Belém, devido ao grande índice de alagamento provenientes do índice pluviométrico da

região Amazônica e o fluxos das marés, conforme gráfico evidenciado, como por exemplo a dengue com 34%, por questões sociais e o déficit de saneamento.

Portanto, é necessário intensificar a educação ambiental nas comunidades para crianças, jovens e adultos, como práticas de coleta seletiva, a importância do meio ambiente limpo visando cultivar a sociedade a um modo de vida mais consciente dos seus atos. Por outro lado, o poder público deve propor melhorias das vias em torno dos canais, drenagem de qualidade, uma organização de saúde diposta a atender uma demanda de pessoas com qualidade e sem demoras onde os pontos de saúde sejam um lugar para manter uma vida melhor á sociedade e não uma fila para morte. Oferecendo qualidade de vida para todos que contribuí para o Estado através dos seus impostos. Referente as marés altas o que deve fazer é preparar estruturas capazes de suportar esse efeito natural. A depêndecia de cada área é direta onde o Estado depende da sociedade e a sociedade do Meio Ambiente. Então devemos respeitar cada deparamento para a evolução ser diária e qualitativa.

REFERÊNCIAS

BENEVIDES, C.; RIBEIRO, E. **Saneamento: Brasil ocupa 112º posição em ranking de 200 países**.Disponível em: < <https://oglobo.globo.com/brasil/saneamento-brasil-ocupa-112-posicao-em-ranking-de-200-paises-11918085#ixzz5G405QE1h>> acesso: 09/04/2018

Boletim Epidemiológico. Secretaria de Vigilância em Saúde | Ministério da Saúde 13 Volume 49. Nº 12. Mar. 2018

LEI Nº 8.655. **Plano diretor do município de Belém**. 30 de julho de 2008

SANTOS, Flávio Augusto Altieri dos. **ALAGAMENTO E INUNDAÇÃO EM ÁREAS URBANAS. ESTUDO DE CASO: CIDADE DE BELÉM**. Revista GeoAmazônia, Belém, v. 02, n. 2, p. 33 - 55, jul./dez. 2013.

Pesquisa Quantitativa e Pesquisa Qualitativa, <https://www.institutophd.com.br/pesquisa-quantitativa-e-pesquisa-qualitativa-entenda-a-diferenca/>. Blog instituto PHD. Fev, 23, 2015.

COSTA, L. A.; JÚNIOR, L. C. A; MERCÊS, S. S. S. (2010) **Relação entre os alagamentos na cidade de Belém-PA, a pluviosidade e o nível da maré**. UFPA.Belém, 2015. Instituto de Geociências, Faculdade de Meteorologia

G1. **Moradores reclamam da falta de manutenção de canais de Belém**. Belém-PA, 2017.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-1.466146,-48.4834246,78m/data=!3m1!1e3>> Acesso: 20 Mai. 2018

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2000) **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**.Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtm> Acesso: 09 Abr 2018

INSTITUTO PHD. **Pesquisa Quantitativa e Pesquisa Qualitativa**. Fev, 23, 2015. Disponível em: <<https://www.institutophd.com.br/pesquisa-quantitativa-e-pesquisa-qualitativa-entenda-a-diferenca/>> Acesso: 14 abr 2018.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2000) **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtm>> Acesso: 09 abr .2018

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011) **Primeiros resultados definitivos do Censo 2010**.Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1866&id_pagina=1>. Acesso em: 14 abr.2018

Maconplan. Estudos dos desafios de gestão municipal 2017.

MANUAL DE SANEAMENTO. 3. ed. rev. –Brasília: Fundação nacional de saúde 2004 (FUNASA)

MELO, G. R.; PASQUALETTO A. **O saneamento básico como forma preventiva da dengue em aparecida de Goiânia**. Universidade Católica de Goiás (2008).

OMS–Organização Mundial da Saúde. (2010) **Relatório Mundial da Saúde.Financiamento dos Sistemas de Saúde**: O caminho paracobertura universal. Genebra: OMS.

SANTOS, Flávio Augusto Altieri dos. **ALAGAMENTO E INUNDAÇÃO EM ÁREAS URBANAS. ESTUDO DE CASO: CIDADE DE BELÉM**. Revista GeoAmazônia, Belém, v. 02, n. 2, p. 33 - 55, jul./dez. 2013.

TEIXEIRA, J. C; OLIVEIRA, G.S; VIALI, M.A; MUNIZ, S; S. (2014)**Estudos do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009**. Eng Sanit Ambient. v.19 n.1. jan/mar 2014.

CAPÍTULO 3. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS APLICADOS EM UMA ORGANIZAÇÃO MILITAR DE PERNAMBUCO

MEDEIROS, Rafaella de Moura

Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco (GRS/UFPE)
rafaellamoura1@gmail.com

GUEDES, Flávio Leôncio

Grupo de Gestão Ambiental de Pernambuco da Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Gampe/UFRPE)
f_1_guedes@hotmail.com

SANTANA, Rhaldney Felipe de

Gampe/UFRPE
rhaldneyfelipe.santana@gmail.com

ARAGÃO JÚNIOR, Wilson Ramos

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Grupo de Pesquisa de Eng^a Geotécnica de Encostas e Planícies da Universidade Federal de Pernambuco
(GEGEP/UFPE)
wilsonramosaragao@hotmail.com

RESUMO

A problemática ambiental vivenciada nas últimas décadas desencadeou a criação de um grande número de leis e normas que visam garantir a proteção ao meio ambiente. Esse novo contexto de sustentabilidade tem implicado em uma mudança de atitudes por parte do setor privado e público na questão ambiental. O Plano de Logística Sustentável foi criado com o intuito de viabilizar a gestão adequada das mais diversas áreas, água, esgoto, resíduos sólidos, energia, além da qualidade de vida no ambiente de trabalho, compras e contratações sustentáveis e deslocamento de pessoal. O presente trabalho apresenta a proposta de um plano de logística na gestão de resíduos sólidos em uma organização militar da cidade de Recife, que consiste na elaboração de um diagnóstico da situação, detalhamento dos objetivos, seguido da criação de metas e ações a serem instauradas tendo como base a responsabilidade socioambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Responsabilidade Socioambiental, Força Aérea Brasileira, Gestão de Resíduos.

1. INTRODUÇÃO

O atual modelo de produção e consumo imposto pela sociedade consumista tem colocado na pauta de discussões nacionais e internacionais grandes preocupações relacionadas ao meio ambiente (SOARES; PEREIRA; CÂNDIDO, 2017). No cenário mundial, as composições administrativas governamentais são responsáveis por uma grande parcela da circulação na economia e nos recursos naturais de seus países. Segundo Silva et al. (2018), o Brasil participa ativamente de grandes encontros mundiais relacionados ao meio ambiente, o que endossa a preocupação ambiental, aperfeiçoando e intensificando iniciativas pautadas em prol da sustentabilidade em diferentes esferas e instituições públicas.

O desenvolvimento sustentável é essencialmente um processo de transformação no qual há harmonia entre a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional reforçando o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas (VECCHIATTI, 2004). Dessa forma, o desenvolvimento sustentável é uma concepção mais humanista de desenvolvimento. A sustentabilidade envolve decisões, responsabilidade, justiça social, equilíbrio econômico e respeito ao meio ambiente. A sustentabilidade da gestão pública exige diversas mudanças de atitudes, apresentando o maior desafio em relação à colação das ideias em prática, concretizando-as em ações (BRASIL, 2019). Fazendo-se necessário a implementação de um sistema de gestão e logística mais sustentável com o intuito de minimizar o impacto causado ao meio ambiente.

Organizações militares (OM) buscam contribuir para a garantia da soberania nacional, salvaguardando os interesses nacionais e cooperando com o desenvolvimento nacional e o bem-estar social. Para Pantoja et al. (2018), houve um aumento da preocupação das organizações em demonstrar à sociedade o compromisso com a preservação ambiental e com a segurança e saúde nos ambientes de trabalho, e estas ações voltadas para esses temas agregam valor à imagem corporativa voltada aos aspectos socioambientais.

O Plano de Logística Sustentável (PLS) no âmbito militar, em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), é uma ferramenta de planejamento que permite estabelecer metas e objetivos com práticas de sustentabilidade, com vistas a assegurar os direitos humanos e diminuir impactos à saúde humana e ao meio ambiente (BRASIL, 2015), conforme prevê os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) para o milênio. Nesse contexto, OM's têm incorporado princípios de gestão ambiental, inserindo práticas ambientais e de melhoria da qualidade de vida nos quartéis, apoiado comunidades carentes do entorno, preservado o meio ambiente e buscando alternativas economicamente viáveis em busca da melhoria contínua através de ações socioambientais.

O objetivo geral de um PLS é estabelecer diretrizes e um conjunto de programas para a inserção de atributos de sustentabilidade na gestão de logística, promovendo a boa gestão de recursos e eficiência do gasto público, considerando atributos de sustentabilidade, assim, reduzindo custos e combatendo desperdícios. Assim, o presente estudo é um recorte, no tema gestão de resíduos sólidos, do diagnóstico da responsabilidade socioambiental da Prefeitura de Aeronáutica de Recife (PARF) e teve por objetivo analisar o planejamento estratégico sobre a gestão de resíduos. Como o PLS da PARF está em período de implementação não se tem ainda como avaliar as práticas instituídas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, em conformidade aos princípios da economia circular, estimula a sustentabilidade, como a redução e diminuição na geração de resíduos, bem como inclui atores sociais, como os catadores nos processos de coleta seletiva e logística reversa de materiais recicláveis (BASTOS; FIGUEIREDO, 2018; BRASIL, 2010).

O processo histórico de construção e incorporação do "problema ambiental" como "problema social", implica na transformação dos indivíduos e do próprio Estado, que passam a atentar para questões que não se apresentavam como relevantes. As sociedades elaboram um conjunto de problemas sociais tidos como legítimos e dignos de serem discutidos e, portanto, públicos (LIMA; SHIRAISHI NETO, 2015).

De acordo com Ferreira e Jucá (2017), a produção dos resíduos sólidos, seu descarte, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final, bem como o padrão de consumo contemporâneo fazem parte da problemática da geração de resíduos sólidos. O não gerenciamento destes têm se configurado como uma problemática ambiental na atualidade, responsável pelo aumento da pobreza e presente principalmente dos países em desenvolvimento (MENDONÇA; CUNHA; LUIZ, 2016). Essa realidade deve-se ao consumismo acentuado, que gera grandes quantidades de resíduos, acarretando sérias dificuldades à disposição final de maneira ambientalmente correta (CAVALCANTE, 2015; COSTA; DIZ; OLIVEIRA, 2018).

Segundo a NBR 10.004/2004, os resíduos sólidos são resíduos que podem se apresentar no estado sólido e semissólido, sendo caracterizado como o resultado de atividades diversas, como: industrial, comercial, residencial, agrícola, hospitalar, de varrição, entre outras. Os mesmos são caracterizados de acordo com o processo ou atividade que lhes deu origem, bem como a sua composição e características, que passam por processo de comparação com a lista de resíduos e substâncias que geram impacto à saúde e ao meio ambiente, classificados como:

- a) Resíduos Classe I - Perigosos - caracterizados por apresentar riscos à saúde pública e ao meio ambiente;
- b) Resíduos Classe II - Não Perigosos.

A geração de resíduos sólidos está intimamente relacionada com o PIB (Produto Interno Bruto), quanto maior for o poder aquisitivo da população maior será a geração de resíduos. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017) em seu relatório mostra que o país gerou 78,4 milhões de toneladas de resíduos que foram destinados para aterros sanitários, aterros controlados e lixões. Essas formas de destinação são ambientalmente incorretas e proibidas por lei, devido a fatores como ausência de tratamento de gases e lixiviados, atração e presença de vetores de doenças e o conseqüente aumento da vulnerabilidade socioambiental, como explicitado por Mendonça, Zang e Fonseca-Zang (2017) e Oliveira, Medeiros e Oliveira (2018), ao analisarem esses sistemas nos municípios de Inhumas - GO e Januária - MG, respectivamente.

O grande objetivo estratégico da PNRS é destinar o mínimo possível para o aterro sanitário; ou seja, primeiramente, reduzir o volume de resíduos sólidos à menor fração possível e, depois, recuperar todo o material e o potencial energético aproveitáveis, dispondo apenas os rejeitos no aterro sanitário. Um estudo publicado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea, 2017) avalia o potencial de reaproveitamento e reciclagem em 30% a 40% do volume total de RSU, enquanto estima que apenas 13% desses resíduos sejam encaminhados para a reciclagem (SILVA, 2017). Além disso, segundo dados do Sistema Nacional de Informações

sobre Saneamento (SNIS), o índice de reaproveitamento de resíduos recicláveis em relação ao total de RSU, em 2017, foi de apenas 2,1% (BRASIL, 2019).

Diante de tal panorama, o PLS criado por meio do Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, com o objetivo de promover o desenvolvimento nacional sustentável, é considerado uma ferramenta para que os órgãos ou entidades públicas possam estabelecer práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos na Administração Pública, possuindo prazos e metas (DOU, 2012).

Ao longo do corpo textual do documento que instrui cada Plano deverá conter sete temas mínimos. São eles: 1) água e esgoto; 2) coleta seletiva; 3) compras e contratações sustentáveis; 4) deslocamento de pessoal; 5) energia elétrica; 6) material de consumo; e 7) qualidade de vida no trabalho. Ainda de forma complementar ao Plano, similarmente, exige-se que envolva cinco conteúdos mínimos, tais como: 1) atualização do inventário de bens materiais do órgão ou entidade e equivalentes de menor impacto ambiental para substituição; 2) práticas de sustentabilidade e racionalização do uso de materiais e serviços; 3) responsabilidades; 4) metodologia de implementação e avaliação do plano; e 5) ações de divulgação, conscientização e capacitação (DCC) (FRANCO et al., 2017).

Avaliando as características que as entidades públicas apresentam, principalmente em relação à estrutura logística, o Ministério do Meio Ambiente criou a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), que possui como princípios a inserção dos critérios ambientais, indo estes desde uma mudança nos investimentos, compras e contratação de serviços pelo governo, até uma gestão adequadamente correta tanto dos resíduos gerados como dos recursos naturais, com o objetivo da melhoria da qualidade de vida no ambiente de trabalho (MMA, 2019). A A3P tem sido o principal programa da administração pública na gestão socioambiental, sendo implementado por diversos órgãos e instituições do governo, como prefeituras, Ministérios Públicos, tribunais de justiça e instituições de ensino superior (SANTOS et al., 2017; SOUZA; UHLMANN; PIFTSCHER, 2015). No âmbito militar é essencial o envolvimento em ações socioambientais, que podem ocorrer por meio de missões de paz, proteção ao meio ambiente, campanhas humanitárias, de busca e resgate, de misericórdia, da execução de projetos sociais voltados a comunidades vulneráveis, entre outras (PANTOJA et al., 2018).

3. METODOLOGIA

A gestão ambiental incorpora na gestão estratégica da organização, os princípios e valores que levem em consideração o desenvolvimento sustentável. Avaliando o processo operacional e identificando atividades que geram ou que minimizam os impactos ambientais, buscando desta forma, prevenir, monitorar e recuperar de forma que traga a organização benefícios econômicos e estratégicos (BRAGA, 2010). Deste modo foi adotada a metodologia do programa da agenda ambiental na administração Pública (A3P), do Ministério do Meio Ambiente, para a implantação do PLS na PARF seguindo a sequência: diagnóstico, elaboração do plano, aprovação do plano, implementação do plano, avaliação do plano, análise crítica e revisão das metas (MMA, 2018) (Figura 1).

Figura 1. Etapas da Elaboração do Plano.



Fonte: MMA (2018).

Com base nas etapas supracitadas, foi elaborado uma série de pontos a serem trabalhados na OM, permitindo, desta forma, que metas sejam traçadas para o uso racional dos recursos. A partir da coleta dos dados foi possível realizar o rastreo e diagnóstico dos indicadores, de forma contínua ao longo do tempo, verificando os itens que necessitem de melhoria, com possíveis ações corretivas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Plano de Logística Sustentável tem como objetivos: consolidar, organizar, aprimorar e sistematizar as boas práticas de sustentabilidade, racionalização e consumo consciente de materiais e serviços, assim segue abaixo os levantamentos e estudos realizados visando a implantação do plano.

4.1 Etapas para a construção do pls

4.1.1 Etapa 1 - Diagnóstico do PLS

A atuação da Comissão Gestora (CG) iniciou-se com o levantamento dos dados socioambientais e ações existentes na PARF, com a finalidade de obter dados mais próximos da realidade possível. O PLS foi estruturado em providências ou práticas autônomas designadas de “Ações”. As Ações, por sua vez, estão agrupadas por afinidade, com base nisto, foram realizados. A elaboração do diagnóstico, que teve como parâmetro de referência a A3P do MMA, foi realizado com base no quadro 1:

Quadro 1. Etapas do diagnóstico do PLS.

Etapas	Descrição
Levantamento do inventário de bens da PARF	O levantamento do inventário de bens e de materiais de consumo refere-se às listas dos materiais permanente e de consumo, respectivamente, para uso nas atividades administrativas, sendo os mesmos adquiridos pelo órgão no período de 1 (um) ano retroativo.
Levantamento de materiais de consumo	A identificação e substituição dos materiais de consumo por produtos similares sustentáveis (quando existentes), que causam menor impacto ambiental, se faz necessário como medida mitigadora, sendo feitas gestões junto ao Grupo de Apoio de Recife (GAP-RF), tendo em vista que o material utilizado na PARF é fornecido pela referida unidade.
Levantamento das práticas socioambientais aplicadas no âmbito do PARF	Quanto ao levantamento da existência ou não de práticas sustentáveis, de acordo com o tripé da sustentabilidade, no âmbito do PARF, foi realizado um monitoramento em cada setor sobre o mérito. Desta forma, foram avaliadas as ações que já existem, a fim de promover a melhoria das mesmas, e no caso de inexistência, a implantação de medidas que visem a redução do consumo de materiais e uso consciente dos serviços, como forma de um melhor aproveitamento dos recursos.

Fonte: Comando da Aeronáutica (2018)

4.1.2 Etapa 2 – Elaboração do PLS

Os temas, separados em sete grupos, foram aqueles sugeridos pelo art. 8º da Instrução Normativa nº10/2012-SLTI/MPOG. Caso necessário, as futuras revisões do PLS poderão modificar os Temas para acrescentar novos, suprimi-los ou alterar suas designações e

detalhamentos. Para definição das diretrizes básicas, a Comissão realizou seus levantamentos nos seguintes indicadores:

- a) Uso racional dos bens públicos, materiais e serviços;
- b) Gestão dos resíduos gerados;
- c) Energia elétrica, água e esgoto;
- d) Compras e contratações sustentáveis;
- e) Gerenciamento de resíduos sólidos;
- f) Deslocamento de pessoal;
- g) Qualidade de vida no ambiente de trabalho; e

4.1.3 Etapa 3 – Aprovação do PLS

O PLS terá sua aprovação submetida à apreciação do Prefeito de Aeronáutica de Recife, e posteriormente ao Chefe do Centro de Apoio Administrativo da Aeronáutica, com posterior publicação no Boletim do Comando da Aeronáutica.

4.1.4 Etapa 4 – Implantação do PLS

Após a aprovação deste Plano, o mesmo será implantado em todos os setores da sede e imóveis que compõem o âmbito desta OM.

4.1.5 Etapa 5 – Avaliação do PLS

A CG PARF deverá atualizar continuamente o PLS, conforme preconizado na Instrução Normativa, IN nº 10/2012, de forma a cumprir efetivamente todas as diretrizes constantes da cartilha da A3P, sob a coordenação e orientações do Presidente da Comissão. Para cada plano de ação proposto, haverá uma coleta de dados, com análise dos resultados, e respectivo relatório semestral de acompanhamento, utilizando-se como parâmetro os indicadores e metas estabelecidos neste Plano.

4.1.6 Etapa 6 – Análise crítica e revisão das metas do PLS

Após o prazo de 12 meses, será realizado o relatório anual de acompanhamento, que deverá ser apreciado e aprovado pela gestão atual da PARF. Na ocasião, o PLS passará por uma análise crítica de seu conteúdo, onde os resultados deverão ser revistos, para que de forma viável, sejam revisadas suas metas e reformulados os planos de ação implantados, caso seja necessário, apresentando dados fidedignos que embasem as eventuais medidas de ajuste. Só após essa análise e atualização, o Plano deverá ser publicado.

4.2 plano de metas relacionado à gestão de rsu da parf

Como o intuito deste trabalho é apresentar um PLS para os resíduos realizou-se, com base nos materiais de consumo na PARF, o estabelecimento de objetos e atrelados a estes houve a criação de metas, que incorrerão em ações, por meio das quais se pretende a plena execução deste PLS, dentro das especificidades da PARF. Dentre os materiais gerados na PARF que irão integrar a gestão econômica e racional temos o uso de papel, de copos descartáveis, de impressão e reprografia.

Papel: têm-se como objetivo diminuir, até o final de 2019, o uso de papel A4 em 15%, com base no consumo utilizado em 2017 e 2018. Dentre as metas estabelecidas temos:

- Meta 1 - Fazer o controle mensal de quantitativo gasto na PARF, em folhas. Na qual apresenta-se como ação principal a criação de um relatório de controle de consumo

mensal de material (papel A4), contendo nomenclatura, unidade, saldo anterior, aquisição, consumo e saldo atual;

- Meta 2 - Concitar o efetivo a utilizar primordialmente meios de comunicação eletrônicos. Tendo como ação principal a realização de palestras sobre a necessidade de priorizar o uso de documentação eletrônica (não-impressa);
- Meta 3 - Reutilizar o papel quando impresso em apenas um lado. Tendo como a ação principal o reaproveitamento do papel impresso em apenas um lado, para confecção de rascunho;
- Meta 4 - Substituir o papel branco por papel reciclável. Apresentado como ações: a verificação de quais as melhores características para o papel reciclável, face ao uso em impressões; averiguação da viabilidade de compra de papel reciclável, com as características definidas pelo resultado da mencionada anteriormente; quando necessário, manter a compra de papel não reciclável, devendo este ser, preferencialmente, procedente de Florestas 100% renováveis.

Para a realização do controle será realizado o cálculo que indica a redução de papel que está sendo realizada a cada mês (Quadro 2).

Quadro 2. Indicador do uso de papel.

$IP = 100 \times PM / PH$
PM: consumo mensal em folhas
PH: consumo histórico mensal em folhas

Fonte: Autores (2019).

Copos Descartáveis: a instauração do PLS tem como objetivo diminuir, até o final de 2019, o uso de copo plástico em 80%, com base no consumo utilizado em 2017 e 2018. Dentre as metas estabelecidas temos:

- Meta 1 - Fazer o controle mensal de quantitativo gasto na PARF, em unidade. Tal meta tem como ação a criação de um relatório de controle de consumo mensal de material, contendo nomenclatura, unidade, saldo anterior, aquisição, consumo e saldo atual;
- Meta 2 - Disponibilizar copos/garrafas não-descartáveis para todo o efetivo. Apresentando como ações: a realização de palestras sensibilizando o efetivo sobre a necessidade de se extinguir o uso de copos descartáveis, por meio da ênfase sobre o prejuízo dos plásticos para o meio ambiente; e a supervisão da redução do consumo de copos descartáveis, através do controle mensal do quantitativo gasto.

Para a realização do controle será realizado o cálculo que indica a redução da utilização de copos descartáveis que está sendo realizada a cada mês (Quadro 3).

Quadro 3. Indicador de copos descartáveis.

$IC = 100 \times CM / CH$
CM: consumo mensal de todos os tipos de copos descartáveis, em unidade.
CH: consumo histórico mensal de todos os tipos de copos descartáveis, em unidade.

Fonte: Autores (2019).

Impressão e Reprografia: apresenta como objetivo a diminuição, até o final de 2019, a utilização de impressão e reprografia em 15%, com base no consumo utilizado em 2017 e 2018. Para isso traçou-se as seguintes metas:

- Meta 1 - Conscientizar o efetivo da PARF quanto à reprodução de impressões e reprografias desnecessárias. Com ação voltada para a realização de palestras sobre a necessidade de priorizar o uso de documentação eletrônica (não impresso);
- Meta 2 - Imprimir, somente se absolutamente necessário. Com ação focada na disseminação da utilização, sempre que possível, dos meios de comunicação eletrônicos; em casos de necessidade de impressão, revisar os documentos antes de imprimi-los;
- Meta 3 - Otimizar as impressões imprescindíveis para o uso mínimo de papel, com ações voltadas para: em casos onde seja necessária a impressão fazê-la, preferencialmente, em modo rascunho e utilizando a frente e o verso; configurar o software para formatos de impressão de múltiplas páginas por folha, sempre que possível; aderir à utilização da Ecofont, que é um estilo de fonte desenvolvida especialmente para economizar tinta nas impressões.

Para a realização do controle será realizado o cálculo que indica a redução de impressão/reprografia que está sendo realizada a cada mês (Quadro 4).

Quadro 4. Indicador de impressão/reprografia.

$IP = 100 \times PM / PH$
PM: consumo mensal em Página
PH: consumo histórico mensal em Página

Fonte: Autores (2019).

4.3 Coleta seletiva

A coleta seletiva tem como objetivo obter a redução de consumo e combater o desperdício para então destinar, corretamente, os resíduos gerados pela Instituição. Os resíduos recicláveis devem ser separados, ainda, na seção/setor de trabalho de cada servidor/militar e

dispostos em coletor correspondente, observando-se o código de cores ou sinalização. Esta separação e coleta inicial devem seguir no mínimo os seguintes preceitos:

- a) papel/papelão: devem ser dispostos em coletores individuais na cor azul, os quais serão posicionados, estrategicamente, nas dependências das unidades prediais da PARF;
- b) plástico: os recipientes para coleta de cor vermelha serão destinados aos resíduos plásticos;
- c) metais: os recipientes para coleta de cor amarela serão destinados aos resíduos metálicos;
- d) vidro: atenção especial deverá ser dada a objetos pontiagudos e cortantes, os quais deverão ser embalados em jornal para evitar acidentes. Os recipientes destinados para coleta desse material serão na cor verde;
- e) resíduos gerais: resíduo geral não reciclável, misturado ou contaminado não passível de separação será utilizado os recipientes na cor cinza;
- f) resíduo orgânico: devem ser dispostos restos de frutas, alimentos, plantas e similares. Os recipientes destinados para coleta desse material serão na cor marrom.

A coleta seletiva proposta no PLS tem como objetivo a reciclagem de 50% dos resíduos descartáveis até o final de 2019, com base nos níveis reciclados em 2018. Para isso fez-se a organização em metas e ações, como descrito abaixo.

- Meta 1 - Instituir uma Comissão de Coleta Seletiva (CCS) na PARF. Sendo realizada as seguintes ações: através da realização de levantamento do montante de material de consumo que possa ser reaproveitado, que seja de interesse de cooperativas de catadores credenciados pelo Município Recife/Jaboatão dos Guararapes; classificação dos resíduos gerados e estabelecimento de contato, caso constatada viabilidade para a reciclagem, com Associações de Catadores para verificar interesse; realização de Termo de Compromisso com a Associação de Catadores ou, se não for viável, propor coleta por intermédio do GAP-RF.
- Meta 2 - Implantar a coleta seletiva plena. Com foco para as ações de realização de palestra sobre a importância da coleta seletiva para o efetivo da PARF e o pessoal da limpeza (neste caso, informando sobre classificação, separação dos recicláveis, acondicionamento e colocação nas áreas de depósito previstas, armazenamento externo), como também a disponibilização, em cada recinto, de lixeira específica para papel reciclável/reaproveitável, utilizando-se as caixas de papelão de resmas de papel A4; adquirir coletores de Lixo Reciclável, para ser distribuído na área administrativa da PARF; disponibilizar área de depósito de material reciclável até a coleta; e por fim entregar todo o material reciclável para a coleta.

Para a realização do controle será realizado o cálculo que indica a quantidade de material que tem como destinação a reciclagem realizada a cada mês (Quadro 5).

Quadro 5. Indicador de reciclagem de resíduos.

$IR = 100 \times RM / RH$
RM: quantidade mensal de resíduos recicláveis em kg
RH: quantidade mensal total de resíduos gerados em kg

Fonte: Autores (2019).

5. CONCLUSÕES

No âmbito militar a adoção de práticas socioambientais, assim como na esfera da sociedade civil, é uma empreitada complexa e que demanda tempo. Procedimentos resolvidos pelas autoridades que estão no comando devem ser internalizados por todo o efetivo militar, civil e colaboradores externos que porventura contribuam, de alguma forma, para as atividades diárias dos quartéis. Dessa forma, ações desde a capacitação, passando pelo monitoramento e acompanhamento periódico, são necessárias para obtenção de um plano de logística sustentável eficaz. Nesse novo cenário mundial, incorporar a dimensão ambiental nas instituições militares é essencial para conseguir concluir com êxito as atribuições de salvaguarda dos interesses nacionais, cooperando com o desenvolvimento nacional.

Do estudo do plano de logística sustentável da Prefeitura de Aeronáutica de Recife realizado, concluiu-se que a aplicação de indicadores é uma ferramenta fundamental para a tomada de decisões, que foram fundamentadas em etapas, metas e objetivos, dando uma base para a implantação do planejamento estratégico da organização militar com vistas à ampliação do engajamento do efetivo.

O PLS foi estruturado em providências ou práticas autônomas designadas de ações. As ações, por sua vez, foram distribuídas conforme indicadores, entre eles, foram realizadas 6 etapas iniciais agrupadas por afinidade, e com base nisso, foram elaborados 8 indicadores.

Entre outros itens abordados no PLS, o foco desse estudo foi relacionado à gestão de resíduos sólidos, no qual se dividiu em dois eixos fundamentais, o de material de consumo no ambiente de trabalho e coleta seletiva. Os itens relacionados aos resíduos sólidos implicam na gestão econômica e racional do uso de papel, de copos descartáveis, de impressão e reprografia, bem como a coleta seletiva que tem como objetivo obter a redução de consumo e combater o desperdício para então destinar, corretamente, os resíduos gerados pela instituição.

Para cada item foram estabelecidos objetivos geradores de metas, que incorrerão em ações, por meio das quais se pretende a plena execução do PLS, dentro das especificidades da PARF, no qual se espera que tenha a continuidade através de planos táticos e operacionais e que estes tipos de ações dentro do âmbito militar gerem impacto positivo para o quartel, bem como exemplos para outras organizações militares.

Cabe também destacar que ao final do prazo estabelecido nas metas será realizada a etapa de avaliação para se identificar pontos positivos e negativos do plano, sendo estes últimos alvos de aperfeiçoamento e posterior implementação com novo horizonte de atuação. Têm-se a proposta de ao final do período também realizar uma avaliação da eficiência do plano em termos econômicos, o quanto deixou-se de gastar dentro da instituição.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/>>. Acesso em: 04 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004 – Resíduos sólidos classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BASTOS, V. P.; FIGUEIREDO, F. F. Os desafios de efetivar a Política de Resíduos Sólidos brasileira: o caso do lixão de Jardim Gramacho. **Revista de Estudos Brasileños**, v. 5, n. 10, p. 53-69, 2018.

BRAGA, Célia. **Contabilidade Ambiental: ferramenta para a gestão da sustentabilidade**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento - SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017**. Brasília: MDR.SNS, 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Plano de Logística Sustentável do Ministério do Meio Ambiente e do Serviço Florestal Brasileiro (PLS-MMA)**. Brasília –DF, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Agenda ambiental na administração Pública (A3P)**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p>>. Acesso em: 09 abril 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> . Acesso: 01 mai. 2018.

CAVALCANTE, M. B. **A educação ambiental no gerenciamento dos resíduos sólidos na escola: uma experiência educativa**. Resíduos sólidos; tecnologias limpas e boas práticas. Recife: EDUFRPE, EPERSOL [e-book]. 2015.

COSTA, B. S.; DIZ, J. B. M.; OLIVEIRA, M. L. Cultura de consumismo e geração de resíduos. **Revista Brasileira de Estudos Políticos**, v. 116, p. 159-183, 2018.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO – DOU. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Instrução Normativa nº 10, de 12 de novembro de 2012**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80063/141112_IN10.pdf> . Acesso em: 21 abr. 2015.

FRANCO, S.C.; LEITE, R. C. M.; CAMERON, M. M.; LOPES, J. C. J. L.; ALMEIDA, V. L. Plano de gestão de logística sustentável e seus indicadores: o conteúdo mínimo de divulgação, conscientização e capacitação nas universidades federais brasileiras. **Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL**, v. 10, n. 4, p. 204-226, 2017.

FERREIRA, C. F. A.; JUCÁ, J. F. T.; Metodologia para avaliação dos consórcios de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 513-521, 2017.

LIMA, R.M.; SHIRAIISHI NETO, J. Conflitos socioambientais: o Direito Ambiental como legitimador da atuação do Estado no Jardim Icaraí, Curitiba. **Ambiente & Sociedade**. v. 18, n. 2, p. 133-148, 2015.

MENDONÇA, F.; CUNHA, F. C. A.; LUIZ, G. C. Problemática socioambiental urbana. **Revista da ANPEGE**, v. 12, n. 8, p. 331-352, 2016.

MENDONÇA, D. S. M.; ZANG, J. W.; FONSECA-ZANG, W. A. Efeitos e danos ambientais da disposição de resíduos sólidos na área do lixão e aterro controlado no município de Inhumas - GO. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 50, p. 486-499, 2017.

OLIVEIRA, J. A. M.; MEDEIROS, P. C.; OLIVEIRA, C. M. M. Diagnóstico do vazadouro a céu aberto no município de Januária - MG, por meio de dois métodos de avaliação de impacto ambiental. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 363-374, 2018.

PANTOJA, T. L.; SOUTO, L. M. M.; PRAZERES, M. B. A.; GOMES, D. D. **A responsabilidade socioambiental no âmbito militar: uma proposta para análise da gestão ambiental**. Resíduos Sólidos: gestão pública e privada. – 1. ed. - Recife: EDUFRPE, EPERSOL [e-book]. 2018.

SANTOS, F. L.; CARNEIRO, A. F.; SOUZA, J. A.; SOUZA, R. M. S. Análise da Adesão à Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) pela Cidade Portal da Amazônia. **Revista Eletrônica Gestão & Sociedade**, v. 11, n. 28, p. 1583-1610, 2017.

SILVA, R. G.; MELLO, D. P.; ALBUQUERQUE, J.V.; SILVA, R. K. A. **Plano de logística sustentável na gestão de resíduos sólidos: medidas e práticas no tribunal regional do trabalho.** Resíduos Sólidos: gestão pública e privada. – 1. ed. - Recife: EDUFRPE, EPERSOL [e-book]. 2018.

SILVA, S. P. **A organização coletiva de catadores de material reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária.** Rio de Janeiro: Ipea, jan. 2017. (Texto para Discussão 2.268). Disponível em:
<http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2268.pdf>. Acesso em: 04 maio 2019.

SOARES, J. A. S.; PEREIRA, S. S.; CÂNDIDO, G. A. Gestão de resíduos sólidos e percepção ambiental: um estudo com colaboradores do *Campus I* da Universidade Estadual da Paraíba. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 39-54, 2017.

SOUZA, V. D.; UHLMANN, V. O.; PFITSCHER, E. D. Sustentabilidade ambiental em instituição de ensino: aderência à Agenda Ambiental de Administração Pública. **Revista Perspectivas Contemporâneas**, v. 10, n. 1, p. 126-145, 2015.

VECCHIATTI, K. **Três fases rumo ao desenvolvimento sustentável: do reducionismo à valorização da cultura.** São Paulo Perspec. vol.18 no.3 São Paulo July/Sept. 2004

3.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO; SENSIBILIZAR PARA TRANSFORMAR

SANTOS, Kelly Fernanda de Sousa

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

kelly15nanda@gmail.com

PINHEIRO, Andreia de Lourdes Ribeiro

UEMA

andreialrpinheiro@gmail.com

SILVA, Cláudia Costa e

CEUMA

naturacostaesilva@gmail.com

ARAÚJO, Andrea

UEMA

deca.andrea90@gmail.com

RESUMO

O conceito de sustentabilidade presume o intuito de se adotarem atitudes que visam evitar ou minimizar os impactos ambientais no meio natural. No Brasil, é através da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), criada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 1999, entidade que tem por finalidade envolver as Instituições Públicas incluindo as de Ensino Superior, nas questões de sustentabilidade e gestão ambiental através de eixos baseados na preservação e conservação dos recursos naturais. Assim, a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) através da Assessoria de Gestão Ambiental (AGA), por meio do seu sistema de gestão ambiental institucional, tem desenvolvido ações sustentáveis no Campus Paulo VI. Neste estudo, objetivou-se realizar um diagnóstico ambiental realizado por meio de avaliações ecológicas rápidas e dar continuidade ao gerenciamento de resíduos sólidos através de coletas quinzenais nos prédios trabalhados em consonância com os princípios da A3P do Ministério do Meio Ambiente, adotados já pela Universidade Estadual do Maranhão, que através de ações participativas, procura corrigir e diminuir os impactos gerados. Os prédios da Reitoria, da Pró-Reitoria de Graduação, Centro de Ciências Sociais Aplicadas e o Centro de Ciências Tecnológicas foram caracterizados quanto ao funcionamento, desperdício hídrico ou energético e no gerenciamento. Foram diagnosticados que ambos os Centros apresentavam desperdícios hídricos e energéticos. Decorrente das coletas quinzenais nos setores foram encaminhados cerca de 1.810,65 kg do resíduo papel para a reciclagem. Realizou-se também uma visita técnica para conhecer melhor a Cooperativa de Reciclagem de São Luís através da entrevista com os funcionários. Através dessas ações foi possível encaminhar o resíduo de papel e suas classificações, produzido e descartado nos prédios trabalhados, para o ECOPONTO Solidário, exercendo o gerenciamento de resíduos sólidos no campus, assim como foi possível também conhecer a realidade da cooperativa de reciclagem de São Luís, que é a parceira essencial nesse processo de destinação adequada, consciente e responsável.

PALAVRAS-CHAVE: Agenda Ambiental na Administração Pública, Instituição de Ensino Superior, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A importância da Educação Ambiental (EA) no processo de construção de novas ideologias educacionais deve-se, principalmente, à alta propagação e busca pela sustentabilidade nos últimos anos (OLIVEIRA et al., 2015). As iniciativas que visam o manuseio e destinação ecologicamente correta de resíduos sólidos, tendo reflexo direto na preservação dos recursos naturais, são priorizadas e passaram a ser modelos de uso consciente do meio ambiente.

Até a década de 1980, o Brasil era desprovido de legislações que estabelecessem a preservação ambiental no país, sendo o despertar nacional, provocado através da declaração do meio ambiente, adotada na Conferência das Nações Unidas, em Estocolmo, em 1972, onde se originava a prerrogativa a respeito da preservação dos recursos naturais (SANTOS; SILVA, 2017). No Art. 225 do capítulo do VI da Constituição Federal de 1988, que passou a estabelecer concepções relativas ao meio ambiental nacional, atribuindo ao cidadão brasileiro o direito de ter o meio ambiente harmonioso e o dever de preservar para as futuras gerações, ao afirmar que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL 1988).

A partir de 1970, os resíduos sólidos tornaram-se temática principal em eventos de escala mundial. Políticas que refletem na coleta, na destinação ou na reutilização destes resíduos, com o intuito de não comprometer a saúde pública, vieram suscitar alterações de leis, nacionais e internacionais, bem como a adesão às práticas que promovem a não geração e redução de resíduos (DEUS; BASTTITELLE; SILVA, 2015). Portanto, também é de responsabilidade, no âmbito ambiental, das instituições na administração pública estabelecerem e executarem medidas que reflitam na conservação e preservação dos recursos naturais. Em 1999, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), criou a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), com o intuito de instaurar um conjunto de políticas públicas no ambiente de trabalho que refletissem em sustentabilidade e qualidade de vida (MMA, 2013).

Desta forma, as Instituições de Ensino Superior (IES), por estarem inseridas neste contexto, vêm assumindo posições de destaque e sendo exemplos de implantação de novas estratégias que promovam a sustentabilidade de forma ampla, abrangendo as diferentes formas de ensino e estrutura administrativa da instituição. A Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) vem desenvolvendo ações de Educação Ambiental, isolada e pontualmente, desde os anos 2000. Entretanto, em 2015 foi criada a Assessoria de Gestão Ambiental (AGA/UEMA), pela reitoria da própria instituição, como órgão hierárquico responsável por gerenciar o seu sistema ambiental (PINHEIRO; ALMEIDA, 2016).

A Agenda Ambiental da Administração Pública do Ministério do Meio Ambiente (A3P/MMA), através dos seus seis eixos temáticos, tem embasado a construção de múltiplos projetos e ações, que a AGA/UEMA tem desenvolvido na universidade. O projeto “Ambientalização no Campus Paulo VI”, iniciado em 2015, é um reflexo dessa condução estruturada baseada nesses pressupostos. Sendo assim, através deste projeto de “Ambientalização nos Prédios da Pró-Reitoria de Graduação (PROG), Centro de Ciências

Sociais e Aplicadas (CCSA), Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) e Reitoria da Universidade Estadual do Maranhão”, objetivou-se realizar um diagnóstico ambiental e dar continuidade ao gerenciamento de resíduos sólidos, em consonância com os princípios adotados pela A3P/MMA, para que a UEMA, por meio de ações participativas que pudessem evitar, minimizar ou compensar os impactos gerados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na atual proposta de Gestão Ambiental, a Educação Ambiental, tem sido de fundamental importância nos últimos anos, sendo discutida, principalmente, na construção de novas ideologias, propostas e alternativas sustentáveis, em reuniões mundiais de cunho ambiental (SANTOS et al., 2018). No Brasil, a implementação desta gestão, voltada para a sustentabilidade nos diferentes órgãos e entidades, sejam públicas ou privadas, tem sido de relevância, principalmente indicado pelo MMA, pois tem refletido em benefícios ambientais que envolvem tanto a minimização de impactos ambientais, como na economia, através da redução de custos (SILVA et al., 2019).

Por meio da Lei Federal de nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a Educação Ambiental (EA) e estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), na qual é determinado por meio do seu Art. 3º que todos têm direito à EA, incumbindo ao poder público o dever de incorporar o âmbito ambiental, assim como promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente (BRASIL, 1999).

O estado do Maranhão, por meio do Plano Estadual de Educação Ambiental, vem cumprir, por sua vez, o disposto pela Lei Estadual nº 9.279, de 20 de outubro de 2010, reforçando, através do sétimo eixo, a educação e gestão ambiental nas Instituições de Ensino Superior (IES), com o intuito de envolver todos os segmentos da academia nesta temática, que envolve, desde a inclusão da EA nos projetos políticos pedagógicos dos cursos de graduação e pós – graduação, até a gestão ambiental destes espaços (BRASIL, 2010).

O gerenciamento de resíduos sólidos engloba todo um processo que tem início na sua produção, utilização, descarte, coleta, transporte, acondicionamento, tratamento e disposição final, sendo de fundamental importância a execução de todas essas etapas para possibilitar a reciclagem (FERREIRA; JUCÁ, 2017). Os resíduos sólidos são, atualmente, um tema de extrema importância que merece ser discutido, transversalmente, e deve ser observado com muita cautela, visto que os termos “produção do lixo” e “saúde pública” estão diretamente relacionados com a política do gerenciamento correto e sustentável dos resíduos (CARDOSO; BARROS JÚNIOR; PACHECO, 2016).

Segundo o disposto no Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006 (BRASIL, 2006), que institui a separação dos resíduos recicláveis descartados de forma direta ou indireta, pelos órgãos e entidades da administração pública federal, e determina que a sua destinação seja feita para as associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis (FILHO; BALESTRO; TUBINO, 2013), a UEMA, através da AGA e suas parcerias com a Ecocemar e a Cooperativa de Reciclagem de São Luís (COOPRESL), vem realizando, por meio do programa “Nosso Papel”, o gerenciamento de resíduos no Campus Paulo VI.

3. METODOLOGIA

O estudo foi executado de 01 de setembro de 2017 nos prédios da Pró-Reitoria de Graduação (PROG) e Reitoria, até 31 de agosto de 2018. Por uma necessidade adicional da AGA, em abranger todos os prédios do Campus Paulo VI com o projeto Ambientalização no Campus Paulo VI, foram introduzidos neste projeto ainda o Centro de Ciências Sociais Aplicadas (CCSA) e o Centro de Ciências Tecnológicas (CCT). Foram desenvolvidas em duas etapas:

3.1 Diagnóstico ambiental

O diagnóstico ambiental foi construído um mapa conceitual através das análises dos aspectos físicos das instalações dos recursos hídricos e energéticos quanto ao seu funcionamento, à conservação dos jardins, funcionamento do prédio, destinação do papel e quantitativo da sua comunidade. Foi executada para isto a metodologia de avaliação ecológica sendo repetida mensalmente (BRANDRÃO, 2002).

3.2 Gestão adequada dos resíduos gerados

Este eixo teve como prática inicial a redução do resíduo gerado, passando pela preocupação com a coleta, o tratamento e a destinação adequada e sustentável do mesmo. Devido à natureza do trabalho público, nem sempre é possível a separação detalhada dos resíduos. Portanto, atentou-se à execução da ação seguindo alguns preceitos que serão apresentados em seguida.

3.2.1 Programa Nosso Papel

Através da disponibilização de caixas da AGA/UEMA nos setores administrativos, e com o auxílio dos funcionários da empresa Liberty Serviços e Comércio, empresa responsável pelos serviços gerais de limpeza no campus, recolheu-se todo o papel descartado, colocando-o em sacos plásticos de lixo, de capacidade 100 L e dimensões 68cm x 68cm, com posterior identificação do mesmo, com o nome do respectivo prédio. Posteriormente, esse resíduo foi entregue ao bolsista responsável pelo recolhimento no setor.

Com o apoio da Prefeitura de Campus, que forneceu o transporte, o resíduo foi transportado para o ECOPONTO Solidário da ECOCEMAR, localizado no Campus Paulo VI, onde este resíduo foi pesado (kg), separadamente, por prédio, possibilitando a elaboração do comprovante do ECOPONTO, que registra os dados quantitativos do peso do resíduo de papel gerado. Por fim, esses dados foram tabulados em uma planilha de Excel®.

O ECOPONTO é gerenciado pela Cooperativa de Reciclagem de São Luís (COOPRESL), cuja sede está localizada na Universidade Federal do Maranhão (UFMA), que, além da destinação adequada, a ação se enquadra na categoria de responsabilidade social-ambiental, pois todo o material doado à COOPRESL auxilia na renda de 21 famílias de catadores. As coletas foram realizadas quinzenalmente, através da pesagem do papel coletado e tabulação dos dados na planilha do Excel, a elaboração de gráficos correspondentes ao descarte de papel mensal, englobando os meses de setembro de 2017 a agosto de 2018, para cada prédio.

O Gerenciamento dos resíduos nos prédios da Reitoria, Pró- Reitoria de Graduação, Centro de Ciências Sociais Aplicadas e Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Estadual do Maranhão durante o período de setembro de 2017 a agosto de 2018, trabalho desenvolvido por catadores (Figura 1).

Figura 1. Gerenciamento dos resíduos nos prédios da Reitoria



Fonte: Acervo da AGA (2018).

3.2.2 Visita à COOPRESL

Com o intuito de conhecer melhor a realidade da Cooperativa de Reciclagem de São Luís (COOPRESL), agendou-se uma visita e entrevista com o funcionário responsável pela coordenação da cooperativa. Esta visita, realizada em maio de 2018, contou com a participação de bolsistas da AGA e estagiários do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Centro Histórico (estagiários que acompanham as ações da AGA, participando de todos os projetos desenvolvidos, durante seus estágios na instituição).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diagnóstico ambiental

Através das visitas ecológicas de avaliação aos setores, foi elaborado um mapa conceitual dos prédios (Quadro 1), permitindo caracterizá-los, fisicamente, como também o seu público administrativo e acadêmico. Percebeu-se que, na Reitoria, há apenas o desperdício de água, dentre os fatores analisados, devido a um mau funcionamento de uma torneira localizada em uma sala, onde são depositados os produtos de limpeza.

Quadro 1. Diagnóstico ambiental nos prédios da Reitoria, Pró-Reitoria de Graduação (PROG), Centro de Ciências Sociais e Aplicadas (CCSA) e Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) da Universidade Estadual do Maranhão nos meses de setembro e outubro de 2017

Observações	REITORIA	PROG	CCSA	CCT
Defeito nas torneiras	Sim	Não	Sim	Sim
Defeito nas lâmpadas	Não	Não	Sim	Sim
Presença de jardins	Sim	Sim	Sim	Sim
Execução do Projeto Nosso Papel no prédio	2015	2015	2015	2015
Nº de servidores	90	62	54	62

(administrativo)				
Funcionamento do prédio	Administrativo	Administrativo	Administrativo; Curso de Ciências Sociais, Administração, Curso Formação de Oficiais e Direito	Administrativo e Cursos das Engenharias

Fonte: Próprio da Pesquisa.

No prédio da PROG não foi diagnosticado desperdício de água ou energia elétrica, que conta com cerca de 60 servidores. No CCT e CCSA, o desperdício de energia elétrica é bem evidente no setores administrativos como nas salas de aula, particularmente devido à existência de interruptores que ligam, automaticamente, de três a cinco lâmpadas, além do desperdício de água verificado. Em todos os prédios deste projeto existem jardins cuidados pela prefeitura do Campus, que realiza manutenções quinzenalmente. O projeto nosso papel vigora nestes quatro prédios desde o ano 2015.

Esta avaliação é considerada uma “estratégia emergencial”, pois permite caracterizar, de forma mais prática, o ambiente e as relações existentes neles, possibilitando a elaboração de planos e ações que visam minimizar os impactos e subsidiar métodos eficazes para atuações adequadas (SILVA; LIMA; VIEIRA, 2018). Percebeu-se que nos setores estudados, os servidores dos prédios realizavam pequenas práticas sustentáveis no ambiente de trabalho, como plantar mudas nos corredores dos prédios, além de incentivar o público deste espaço a adotar mudas, em alusão à comemoração do Dia Mundial do Meio Ambiente. Atitudes sustentáveis também quanto à reutilização do papel foram observadas, pois os servidores faziam blocos de rascunhos com o papel A4, que outrora iria para a caixa de reciclagem; em alguns setores eles tinham o seu próprio recipiente de papel específico para reciclagem. Além disso, foi possível observar a adoção de canecas, por iniciativa própria, reduzindo o consumo de descartáveis nos seus locais de trabalhos (Figura 2).

Figura 2. Boas práticas observadas nos setores administrativos dos prédios da Reitoria, Pró-Reitoria de Graduação, Centro de Ciências Sociais e Aplicadas e Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Estadual do Maranhão.



Fonte: Acervo da AGA (2018).

Ações sustentáveis como essas são significativas mediante o processo de reeducação ambiental, o qual requer tempo para sua implantação como resultado. Estas atitudes são de extrema importância, sendo o incentivo e continuidade dessas práticas primordial no

desenvolvimento ambiental, principalmente em espaços de formação de novos profissionais nas diferentes áreas, como as IES (MAIO, 2017).

4.2 Gestão adequada dos resíduos gerados

4.2.1 Programa Nosso papel

Através da análise dos dados quantitativos obtidos pelo gerenciamento mensal do resíduo de papel, nos prédios da Reitoria, PROG, CCT e CCSA da Universidade Estadual do Maranhão (Quadro 2), encaminharam um total de 1.810,65 kg do resíduo de papel para a reciclagem, no período de setembro de 2017 a agosto de 2018. Entre os meses de coleta percebeu-se que houveram variações entre os diferentes setores, quanto ao seu quantitativo gerado, assim como quanto ao tipo de papel descartado, sendo este: papel A4 comum, provas de vestibular do Processo Seletivo de Acesso à Educação Superior da UEMA (PAES/UEMA) e do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de diversos anos, pastas suspensas, jornais, livros didáticos e paradidáticos e caixas de papelão.

Quadro 2. Descarte mensal do resíduo de papel, nos prédios da Reitoria, PROG, CCSA e CCT entre setembro de 2017 e agosto de 2018

Tempo de coleta	Reitoria	PROG	CCSA	CCT	Total mensal	Tipo
Setembro de 2017	6,4 kg	30 kg	58 kg	3,3 kg	97,7 kg	Papel A4.
Outubro de 2017	2,5 kg	11 kg	16,2 kg	5,6 kg	35,3 kg	Papel A4.
Novembro de 2017	19,7 kg	26,4 kg	12,8 kg	7 kg	65,9 kg	Papel A4 e jornais.
Dezembro de 2017	4,8 kg	4,3 kg	13,6 kg	20,9 kg	43,7 kg	Papel A4.
Janeiro de 2018	6,9 kg	52,1 kg	58,1 kg	35,7 kg	152,8 kg	Papel A4.
Fevereiro de 2018	5,4 kg	4,3 kg	27,9 kg	7,6 kg	45,2 kg	Papel A4.
Março de 2018	6,1 kg	108 kg	30,7 kg	26,5 kg	171,3 kg	Papel A4, pastas suspensas, caixas de papelão.
Abril de 2018	11,1 kg	195,6 kg	24,3 kg	70,9 kg	301,9 kg	Papel A4, pastas suspensas, caixas de papelão.
Maio de 2018	19,8 kg	62,3 kg	13,5 kg	20,82 kg	116,42 kg	Papel A4 e jornais.
Junho de 2018	18,4 kg	31,6 kg	68,8 kg	11 kg	129,8 kg	Papel A4, jornais, livros didáticos e paradidáticos.

Julho de 2018	11,75 kg	93,5 kg	39,3 kg	95,5 kg	240,05 kg	Papel A4 e provas de vestibular.
Agosto de 2018	6,8 kg	32,3 kg	145,8 kg	156,1 kg	341 kg	Papel A4, livros didáticos e paradidáticos e provas de vestibular.
Total	119,65 kg	651,4 kg	509 kg	460,92 kg	1741,97	

Fonte: Próprio da pesquisa (2019).

No prédio da Reitoria da UEMA encaminharam-se 119,65 kg de papel, no período de setembro de 2017 a agosto de 2018. Os meses de novembro de 2017, com 19,7 kg e maio de 2018, com 18,4 kg, verificou-se um maior descarte, devido à realização de limpeza de arquivos mortos acumulados nos setores deste prédio, observando-se a destinação do papel A4 e jornal.

Na PROG, foram destinados 721,4 kg de resíduo de papel. Os meses de março e abril de 2018, com 108 kg e 195,6 kg, respectivamente, apresentaram maior quantitativo de resíduos a destinar, incluindo papel A4, pasta suspensa e papelão. Isto se justificou, pelo fator da reorganização de alguns setores específicos como a Assessoria de Concursos e Seletivos da Reitoria (ASCONS) e o almoxarifado do prédio. Em ambos, verifica-se uma grande necessidade de destinação, principalmente, de pastas suspensas, devido à digitalização dos documentos que estão arquivados nas mesmas, não podendo ser reaproveitados, pelo motivo de serem bem antigas e estarem bastante comprometidas e deterioradas por traças e fungos.

No CCSA destinaram um total de 509,3 kg de resíduo neste período. Junho 2018 com 68,8 kg, e agosto, com 145,8 kg, foram os meses que se destacaram com maior produção de resíduos, em comparação com os demais. Neste prédio, existe uma biblioteca que, nestes meses, fez uma revisão na sua documentação e literatura, destinando à caixa coletora de papel da AGA, além do papel A4, livros didáticos e paradidáticos que estavam desatualizados e, portanto, não teriam mais utilidade para consultas bibliográficas dos acadêmicos dos cursos de Administração, Direito, Ciências Sociais e o Curso de Formação de Oficiais (CFO), todos funcionando neste prédio.

Estes livros coletados foram, posteriormente, encaminhados à “Campanha Deixe aqui o seu livro”, que é uma iniciativa do Sindicato das empresas de Transporte de passageiros de São Luís (SETSL). Esta campanha prevê a distribuições de caixas coletoras nos Terminais de Integração da cidade de São Luís e no ponto de recarga eletrônica de carteiras de transporte dentro da UEMA, tendo sido essa a escolhida para a destinação dos livros do CCSA, pelo motivo óbvio da facilidade no seu encaminhamento, ou seja, por estar na Universidade. No prédio do CCT, destinou-se ao Eco ponto o total de 460,3 kg de resíduo, no mesmo período. Os meses com maior coleta de resíduos foram os de julho, com 95,5 kg, e agosto de 2018, com 156,1 kg. Neste período foram realizadas limpezas frequentes no almoxarifado, descartando arquivos mortos, como papel A4, provas do ENEM dos anos anteriores e do vestibular PAES/UEMA, que estavam armazenados.

A Lei nº 12.305/10, que norteia a Política Nacional de Resíduos Sólidos, preconiza que a responsabilidade compartilhada, no que tange o gerenciamento adequado, deve envolver efetivamente, os diferentes setores, assim como toda a comunidade envolvida neste compromisso ambiental (CALVACANTI et al., 2019). Este tipo de iniciativa, principalmente em IES, de inserir planos de ações sustentáveis, ganha, hoje em dia, no Brasil, cada vez mais

importância e visibilidade, devido aos esforços aplicados, que, por vezes, mesmo sem apoio financeiro para a sua execução, permite o seu desenvolvimento, de forma individual ou por meio de parcerias com outros órgãos, incluindo os privados (NERI; CARDOSO; ALEXANDRE, 2019).

4.2.2 Visita à COOPRESL

Como consequência do ECOPONTO solidário estar localizado dentro da UEMA, por ação da AGA, e em parceria com a Companhia Energética do Maranhão (ECOCEMAR), e através do projeto Nosso Papel, todo o papel que não for mais utilizado nos diversos setores administrativos, incluindo outros resíduos que foram levados pela comunidade externa do entorno da universidade, foram encaminhados para a COOPRESL. Esta cooperativa é constituída, atualmente, por 21 famílias carentes que se beneficiam, financeiramente, da venda dos resíduos doados por cerca de 30 instituições, localizadas na cidade de São Luís, sendo a UEMA uma das que faz parte desse rol.

A COOPRESL fica localizada na Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e conta com apenas com um galpão improvisado para a separação e armazenamento dos resíduos recebidos, sendo necessária uma reestruturação emergencial do seu espaço físico. Diariamente, recebe doações de 4.000 toneladas de papel branco, sendo a UEMA uma forte contribuidora nesta categoria. O preço de venda deste material é de R\$1,80/Kg, sofrendo desvalorização em tempos chuvosos, reduzindo o seu preço para R\$1,20/Kg. Através da iniciativa de bolsistas de extensão e inclusão de alunos do ensino médio em realizar uma visita neste espaço, entrevistou-se, no local, um cooperado, integrante de uma das famílias beneficiadas, o qual afirmou que, dentre os resíduos mais doados e, posteriormente, vendidos, o papel A4 assumia posição de destaque por ser o resíduo mais destinado à cooperativa pelas instituições fornecedoras (Figura 3).

Figura 3. Visita à Cooperativa de Reciclagem de São Luís em maio de 2018 localizada na Universidade Federal do Maranhão.



Fonte: ACERVO da AGA (2018).

Desta forma, a UEMA vem cumprindo com seu papel socioambiental, realizando a coleta solidária, baseada na Lei de nº 5.940, Art. 2º, que a define como: “coleta dos resíduos recicláveis descartados, separados na fonte geradora, para destinação às associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis” (BRASIL, 2006). O elo criado através da destinação ambientalmente adequada dos resíduos, entre cooperativas de reciclagem e diferentes níveis de ensino, deve ser mais fortalecido quanto à valorização do processo de reciclagem em si e desconstruída a exclusão social entre os catadores, que possuem condições de vida precárias e sub-humanas no seu ambiente de trabalho, sendo estes os verdadeiros praticantes e defensores efetivos das atividades ambientais em prol da sustentabilidade (CUNHA et al., 2016).

5. CONCLUSÕES

O desenvolvimento da Educação Ambiental de forma concisa e coerente necessita de um conjunto de processos que vise à propagação da sustentabilidade, principalmente em Instituições de Ensino Superior, no que tange a sua destinação ambientalmente adequada do resíduo papel gerado. Portanto, por meio dessas ações desenvolvidas foi possível destinar adequadamente o resíduo papel da universidade, como também, visitar a Cooperativa de Reciclagem de São Luís.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, R. A. **Avaliação ecológica rápida da herpetofauna nas reservas extrativistas de Pedras Negras e Curralinho, Costa Marques, RO.** Brasil Florestal. N. 4. Set, 2002.

BRASIL. **ARTIGO 225, CAPITULO VI de 22 de setembro de 1988.** MEIO AMBIENTE. Definições, Brasília, DF, set 1988. Disponível em < https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_06.06.2017/art_225_.asp>. Acesso em: 28 de mar. 2019.

BRASIL. **DECRETO DE Nº 5.940 , DE 25 DE OUTUBRO DE 2006.** Brasília, DF, out 2006. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2006/decreto/d5940.htm>. Acesso em: 24 de abr. 2019.

BRASIL. **DECRETO DE Nº 9. 975 , DE 27 DE ABRIL DE 1999.** Brasília, DF, out 2006. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>. Acesso em: 24 de abr. 2019.

BRASIL. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.** Brasília, DF, agosto 2010. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 18 de jul. 2019.

BRASIL. **LEI Nº 9.279, DE 20 DE OUTUBRO DE 2010.** Maranhão, MA, outubro 2010.

CARDOSO, J. J; BARROS JUNIOR, A. P; PACHECO A. D. P. Desafios e possibilidades para a gestão dos resíduos sólidos em consonância com a Lei n. 12.305/2010 no município de Ipojuca – PE CARDOSO in EL-DEIR, S. G; PINHEIRO, S. M. G; AGUIAR, W. J; **Resíduos sólidos: práticas para uma gestão sustentável Recife:** EDUFRPE, p. 10-20, 2016.

CARDOSO, A. S.; SANTOS, M. E; M.; ALMEIDA, Z; S. Gerenciamento do resíduo de papel gerado na Universidade Estadual do Maranhão – Campus Paulo VI. In: ALMEIDA, Z. S. (Org.). **Práticas sustentáveis no processo de Ambientalização da Universidade Estadual do Maranhão.** São Luís: EDUEMA, p. 17-36. 2016.

CALVACANTI, M. L. C.; CRUZ, A. D.; MOURA, I. A. A.; CAVALCANTI, R. S. T. Avaliação do cenário jurídico e políticas públicas no setor de resíduos sólidos. In: NUNES, I. L. S. N.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: os desafios da gestão.** Recife: EDUFRPE, p. 21-31. 2019.

CUNHA, N. A.; ALVES, G. F. C. C.; LEONEL, J. F.; RODRIGUES, A. C. F.; OLIVERIA, M. C. **Educar para reciclar: práticas educativas direcionadas ao consumo consciente e à reciclagem.** Raízes e rumos. v. 04, n.01. Rio de Janeiro, Ago, 2016.

DEUS, R. M.; BASTTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. R.; Resíduos sólidos n006F Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Eng. Sanit. Ambient**, v.20, n.4, p. 685-698, out/dez, 2015.

FERREIRA, Cynthia Fantoni Alves; JUCA, J. F. T. Metodologia para avaliação dos consórcios de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. **Eng. Sanit. Ambient**, v. 22, n. 3, p.513521,2017.Availablefrom<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-

41522017000300513&lng=en&nrm=iso>. accesson 10 June 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017147551>.

GORNI, P.; M.; GOMES, G.; WOJAHN, R.; M.; PADILHA. Consciência ambiental e sua influencia sobre o comportamento de compras com vistas a preocupação ambiental. **Revista contemporânea de economia e gestão**. v.14, n. 1, Jan de 2016.

MAIO, G. F. Práticas de Gestão Sustentável na Universidade Federal de Rondônia. 95 f. **Dissertação** (Mestrado Profissional em Administração Pública) – UFR / RO, Porto Velho, 2017.

MARANHÃO. **Plano Estadual de Educação Ambiental do Maranhão**. São Luís: MA, 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Curso de Capacitação em Sustentabilidade na Administração Pública**. Brasília: MMA, 2013.

NERI, J. A.; CARDOSO, M. F. M.; ALEXANDRE, J. I. S. Quantificação e caracterização dos resíduos sólidos do campus II da faculdade ASCES. In: SANTOS, J. P. L.; SILVA, R. C. P.; MELLO, D. P.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos sólidos: impactos socioeconômicos e ambientais**. Recife: EDUFURPE, p. 317-332, 2018.

OLIVEIRA, H. T.; LOGAREZZI, A. J. M.; FIGUEREIDO, A. N.; MARTINS, C.; HOFSTATTER, L. J. V.; PRINTES, L. B.; LARED, V. G.; Implementação de políticas públicas de educação ambiental articulando potencialidades em São Carlos/sp (2001-2013). In: RAYMUNDO, M. H. A.; BRIANEZI, T.; SORRENTINO, M.; **Políticas públicas de educação ambiental para sociedades sustentáveis?**. São Carlos (SP): Diagrama Editorial, p. 50-56, 2015.

PINHEIRO, A. L. R.; ALMEIDA, Z. S. Gerenciamento do resíduo de papel gerado na Universidade Estadual do Maranhão – Campus Paulo VI. In: ALMEIDA, Z. S. (Org.). **Práticas sustentáveis no processo de Ambientalização da Universidade Estadual do Maranhão**. São Luís: EDUEMA, p. 17-36, 2016.

SANTOS, K. F. S.; CARDOSO, A. SANTOS.; SANTOS, M. E. M.; ARAÚJO, A. Implantação de agenda ambiental na administração pública na Universidade Estadual do Maranhão. IN: MELLO, D. P.; EL-DEIR, S. G.; SILVA, R. C. P.; SANTOS, J. P. O. **Resíduos sólidos: gestão pública e privada**. Recife: GRAMPE/UFRPE, p. 206 – 2017, 2018.

SANTOS, F. R.; SILVA, A. M.; **A importância da educação ambiental para graduandos da Universidade Estadual de Goiás: Campus Morrinhos**. INTERAÇÕES, Campo Grande, MS, V.18, n.2, p. 71-85, abr./jun.2017.

SILVA, M. P.; LIMA, D. V. M.; VIEIRA, L. J. S. Avaliação ecológica rápida da Ictiofauna do Campus Central da Universidade Federal do Acre. **Ensaio Cienc**, v. 22, n. 1, p. 37-42, 2018.

SILVA, E. L. S.; SILVA, M. R. C.; SILVA, K. A.; CONRADO, A.; ANDRADE, A.; S. A gestão ambiental no âmbito municipal: uma análise em um município do Sertão Paraibano. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 13, n.1, p. 06-12, jan/mar, 2019.

3.3 SISTEMA WEB PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS POR CARACTERIZAÇÃO; APLICADA A USINAS DE BENEFICIAMENTO

OLIVEIRA, Victor Vinícius Amaral de

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), *campus* Recife
vvaio@a.recife.ifpe.edu.br

SILVA, Davyd Adriel Bernardino da

IFPE
dabs@a.recife.ifpe.edu.br

PAZ, Diogo Henrique Fernandes da

IFPE
diogo.paz@cabo.ifpe.edu.br

BARBOSA, Ioná Beltrão Rameh

IFPE
ionarameh@recife.ifpe.edu.br

RESUMO

A urbanização acelerada e a intensificação das atividades de construção civil no Brasil produzem uma quantidade considerável de resíduos sólidos. O estudo e monitoramento dos resíduos de construção civil (RCC) são novidades no país, ocasionando numa complicação na fiscalização. Tendo em vista este problema social, foi pensado no desenvolvimento do sistema Sistema de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (SIGERCON), que tem como objetivo dar suporte no gerenciamento de resíduos. A meta deste sistema é a automatização das atividades de gestão e monitoramento de RCC. Este artigo tem enfoque principal na implementação de funcionalidades voltadas ao administração de denúncias de deposição irregular feita por um público geral. Tal funcionalidades foram construídas utilizando tecnologias de desenvolvimento *Web*, como a linguagem PHP, e os *frameworks CodeIgniter* e *ReactJS*.

PALAVRAS-CHAVE: Construção civil, Gerenciamento de resíduos, Soluções tecnológicas.

1. INTRODUÇÃO

Os órgãos ambientais no Brasil têm como principal função a fiscalização para preservação de biomas, visando controlar os impactos causados por diversas atividades. Uma destas atividades é a construção civil, que segundo a Abrelpe (2019), Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, é responsável pela geração de 45 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição, RCD, somente em 2017.

Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição, Abrecon (2017), em pesquisa feita em 2015, tomando por base que são conhecidas 310 usinas no território nacional, 21% do resíduo produzido estão sendo reaproveitados da maneira correta. Tendo em vista isso, cerca de 80% do RCD produzidos são descartados de forma incorreta, acarretando problemas para a sociedade, como poluição visual, das águas, do solo e podendo tornar-se um atrativo para vetores de doenças (Paz, 2014).

Considerando-se que os resíduos dessa natureza representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas e que a disposição em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental, os municípios são os responsáveis pela gestão e destinação correta de tais resíduos, buscando a efetiva redução dos impactos ambientais (BRASILEIRO et al., 2015, p.182).

Conforme Silva et al (2019), conseguir soluções que reduzam os impactos ambientais das atividades relacionadas ao setor da construção civil, mostrar-se, com grande relevância para o aperfeiçoamento de um desenvolvimento sustentável mais abrangente, principalmente, quando se relaciona aos aspectos ambientais com a utilização prudente de insumos, e com o descarte de resíduos. “Uma gestão mais adequada e tratamento dos RCD por parte dos municípios pode minimizar a quantidade da deposição irregular e reduzir os impactos ambientais observados” (VIEIRA et al., 2019, p.430).

Visando oferecer suporte aos municípios e empresas privadas, na gestão dos RCC, foi desenvolvida a estratégia do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) que com a Resolução nº 307, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC (BRASIL, 2002), resíduos são “os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc.”. Tendo como base tal definição foi determinado que os grandes geradores devem elaborar e implementar um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), atribuindo-se como objetivo o estabelecimento dos procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

A caracterização de forma correta dos resíduos e sua destinação para as usinas, como visto por Paschoalin et al. (2016), também se faz necessária por introduzir o conceito de Economia Circular na Construção Civil, visto que estes materiais gerados possam ser reutilizados em outros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como dito por Pinto et al. (2019) as construções são necessárias ao homem e fazem parte do progresso deste dentro da sociedade, a construção civil, que faz parte das atividades do setor industrial, se mantém em alta produtividade nos últimos anos. Esse setor, principalmente fora dos grandes centros urbanos, utiliza métodos construtivos tradicionais e continuam apresentando altos índices de desperdícios além da geração de um grande volume de resíduos.

O gerenciamento adequado dos Resíduos de Construção Civil apresenta-se bastante relevante devido a grandes vantagens da implantação de uma gestão de resíduos sólidos nas obras levando em conta: os aspectos de produção, a imagem da empresa (visto que passa uma boa imagem ao cliente), comportamental, e de custos, já que o material “reciclado” tem um custo significativamente menor que o comum. Este processo ainda não se tornou algo comum entre as empresas e pessoas físicas, entretanto, há uma enorme necessidade e probabilidade de se popularizar os Resíduos de Construção Civil, devido à grande necessidade de se investir em tudo que possa trazer benefícios ao meio ambiente (FONSECA et al., 2019, p. 321- 330).

Segundo Calixto (2017), como consequência da precariedade no que se diz respeito às informações sobre resíduos sólidos, ocorre uma incongruência nos dados de órgãos diferentes que prevêm a geração de resíduos, além da interpretação os motivos que ocasionam tais diferenças, vale ressaltar a urgência de construir um sistema de informação mais adequado para que a regência dos resíduos sólidos esteja à altura das expectativas criadas pelo Plano Nacional de Resíduos sólidos.

Segundo Figueiredo (2017), a utilização de um sistema de informação geográfica proporciona uma análise mais profunda de depósitos irregulares de RCC, e permitiu uma solução mais rápida e eficaz, como as instalações de áreas para recebimentos de pequenos volumes de resíduos.

Em trabalho realizado por Holanda (2019), via o desenvolvimento de um sistema de informações geográficas, observou-se pontos de depósito indevido de RCC e com isso poder apresentar ao órgão ambiental vigente, no determinado município de estudo, estratégias de soluções, como a instalação de ecoestações.

A importância na caracterização é diminuir os obstáculos, trazendo um maior conhecimento da natureza dos resíduos. Segundo Oliveira (2017) em um estudo sobre a Gestão de Resíduos em Natal-RN verificou-se perda de ênfase na triagem do entulho, concreto, argamassa e tijolo cerâmico dentre outros resíduos, isso porque não é realizado qualquer tipo de reaproveitamento desses resíduos in loco, sendo que, em algumas situações restos de papelão, madeira, entre outros materiais foram destinados junto com o entulho, e chegando ao destino final que é a usina, os resíduos são selecionados para posterior comercialização.

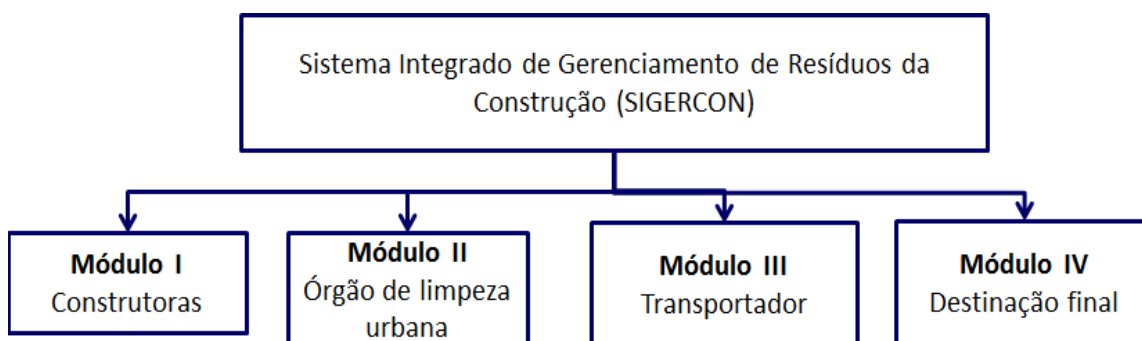
Segundo Paschoalin et al. (2016), embora a responsabilidade pela destinação correta dos resíduos seja do gerador (público ou privado), de acordo com a resolução Conama nº 307/2002 (BRASIL, 2002), não é difícil encontrar aqueles que desrespeitam essa determinação, causando situações de deposição desse material em vias públicas, terrenos baldios ou à beira de córregos.

A má deposição de RCC impactam diretamente no meio ambiente, tendo em vista isso, Lins (2017), tratou como objeto de estudo os impactos no Rio Capibaribe, em Pernambuco, e concluiu que a maléfica deposição de RCC suscetibilizar em altos níveis de poluição e déficit no desenvolvimento ambiental.

Embora os RCD não apresentem por si só um risco direto a sociedade, por serem resíduos inertes, as enormes quantidades que se acumulam em pouco espaço de tempo passam a ser abrigo de insetos e vetores transmissores de doenças, colocando em risco a saúde população da região, onde ele está; além disso, trazem problemas a mobilidade urbana (quando depostos sobre passeios), a drenagem urbana e poluição atmosférica. (XIMENES et al, 2019, p.337).

Paz (2014) desenvolveu a ferramenta Sistema de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (SIGERCON), que tem como objetivo a gestão mais eficiente dos RCD nos canteiros de obras, apresentando uma alternativa simples, para as construtoras, que gere receita para empresa e melhore sua responsabilidade socioambiental. O SIGERCON atualmente é dividido em 4 módulos, com 2 construídos, 1 em construção e o último em fase de planejamento. Tal divisão de módulos segue a seguinte estrutura (Figura 1):

Figura 1 – Estrutura de definição de módulos.



Fonte: PAZ (2014)

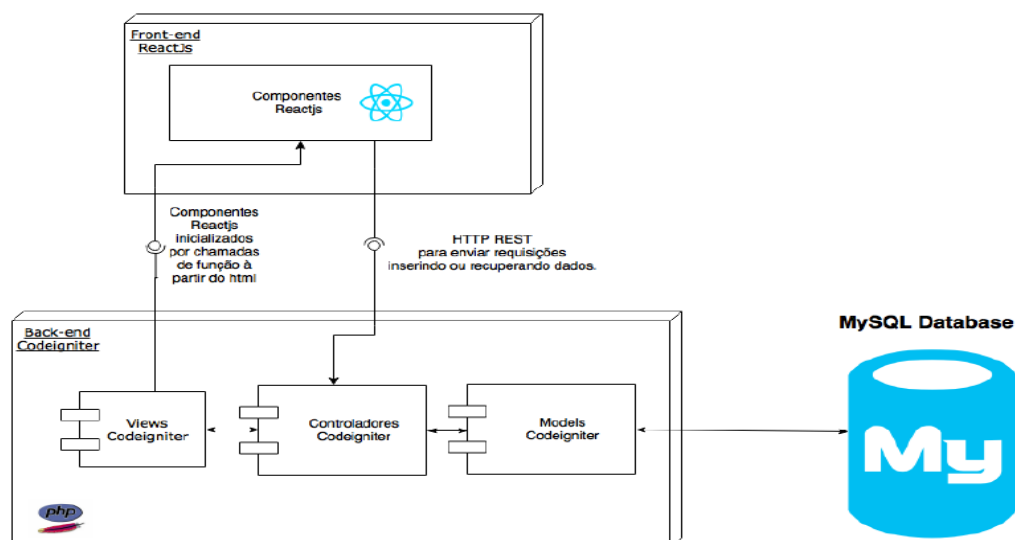
1. Módulo I – trata da área de construtoras e seu gerenciamento, incluindo obras e custos;
2. Módulo II – Através dos órgãos ambientais, realiza o controle da quantidade de resíduos coletados nos logradouros públicos; mapeamento dos pontos de deposição irregular de resíduos de construção e demolição (RCD) no município;
3. Módulo III – Cadastro e monitoramento das transportadoras de resíduos;
4. Módulo IV – Trata da destinação final, incluindo cadastro de clientes que receberão o RCC e elaboração de relatórios de movimentação dos resíduos. (OLIVEIRA, et al, 2018, p.2).

3. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa aplicada, que tem como definição ser um estudo científico voltado a solucionar algum problema específico, que já é conhecido, visando aplicá-lo de maneira prática, interferindo no mundo.

O sistema foi desenvolvido utilizando Hypertext Preprocessor (PHP), JavaScript, HyperText Markup Language (HTML), Cascading Style Sheets (CSS). Os frameworks utilizados são o CodeIgniter e o ReactJS. O Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) utilizado no projeto é MySQL (open source). O Apache Tomcat (open source) é utilizado como servidor de aplicação. A arquitetura do sistema é a MVC, model, view, controller (Figura 2).

Figura 2. Arquitetura adotada na construção do sistema



A camada de Model é responsável pelo armazenamento de dados e notificações suas visões e controladores associados quando há uma mudança em seu estado. Estas notificações permitem que as visões produzam saídas atualizadas e que os controladores alterem o conjunto de comandos disponíveis. A camada de View é responsável pelo front-end, sendo atribuída a função de criação de interfaces de interação com o usuário. A camada de Controller é responsável por enviar comandos para o model para atualizar o seu estado, também pode enviar comandos para a visão associada para alterar a apresentação da visão. A escolha por uma utilização de um padrão de arquitetura de desenvolvimento se deu em causa dos ganhos na qualidade do projeto, pois benefícios como aumento de produtividade, uniformidade na estrutura do software, redução na complexidade no código, manutenibilidade, facilidade para documentação, reutilização de módulos do sistema, redução no tempo de desenvolvimento e aumento na confiabilidade do software permitem que o projeto torne-se escalável e sem amarras a um único desenvolvedor.

O Hypertext Preprocessor (PHP), é uma linguagem interpretada livre, utilizada originalmente apenas para o desenvolvimento de aplicações presentes e atuantes no lado do

servidor, sendo capaz de gerar conteúdo dinâmico na Web. As vantagens e benefícios para sua utilização neste projeto se dão aos fatos de ser gratuito, sem licenças restritivas, baixo custo de manutenção no lado do servidor, facilidade de aprendizagem e a possibilidade de escolha de um framework mais apropriado para a aplicação. (PHP, 2019). O CodeIgniter é um framework PHP baseado na arquitetura MVC. Tal framework apresenta uma estrutura que permite de forma rápida realizar o uso de bibliotecas visando o aumento de produtividade durante a construção do código. Este framework foi escolhido para tal aplicação devido a sua compatibilidade com o PHP e suporte às tarefas a serem criadas para tal aplicação.

O JavaScript, é uma linguagem de programação interpretada, utilizada para operar no lado do cliente, na camada de visualização, dando dinamismo e interatividade a quem a utiliza, atualmente é a principal linguagem para front-end em navegadores web. O ReactJS é uma biblioteca JavaScript utilizado para o desenvolvimento do front-end da aplicação, tal biblioteca visa a criação de componentes reutilizáveis acarretando em uma maior produtividade porque quem trabalha e maior manutenibilidade para o sistema. Esta biblioteca tem como principal objetivo ajudar os desenvolvedores a criar componentes de interfaces de utilizadores que permitam que a informação se possa atualizar ao longo do tempo (DUARTE, 2015). O banco de dados da aplicação é gerenciado pelo SGDB MySQL, que com o auxílio da linguagem SQL dá o suporte necessário a aplicação. Foi escolhido pois tem uma fácil integração com o PHP.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema oferecerá o suporte ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção por sua caracterização via um menu, contendo informações sobre o município e gráficos proferindo a quantidade de resíduos gerados sendo tanto por classe como por tipo de material. O campo englobando os dados sobre o município contarão com informações como a população no último censo, taxa de crescimento anual e área territorial (Quadro 1).

Quadro 1. Menu informativo do município.

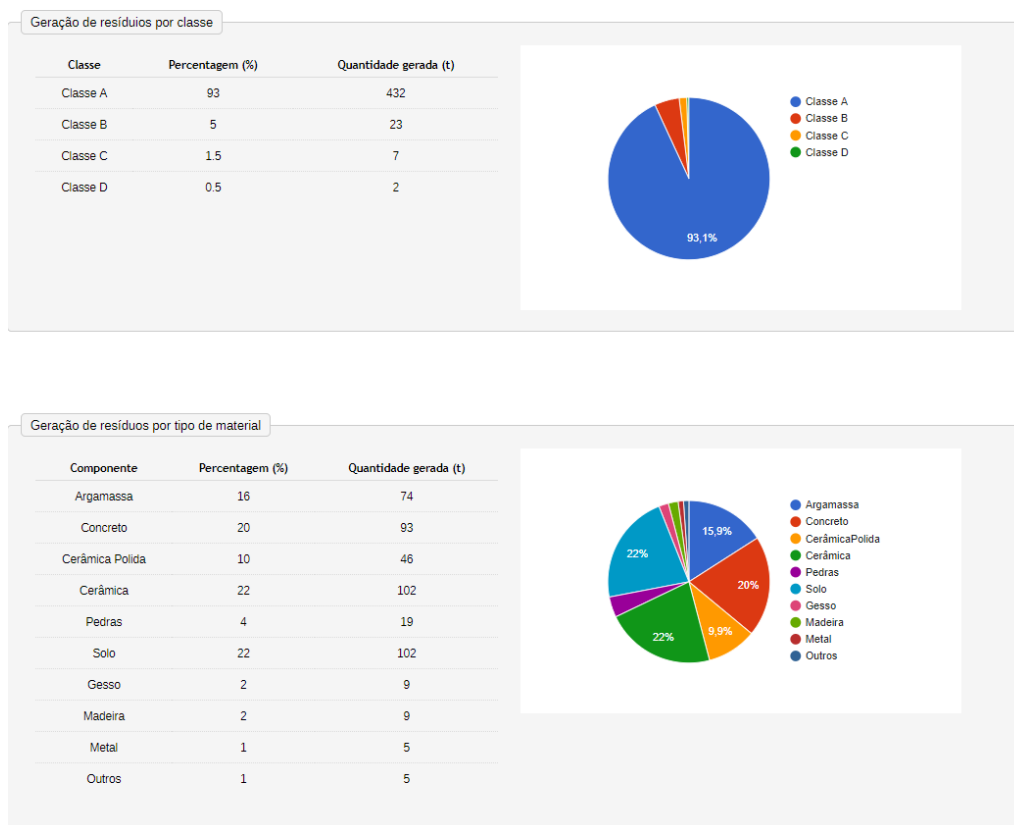
Caracterização	
População do último censo	200.546
Ano último censo	2015
Taxa de crescimento	130
Área do território (km ²)	448,74
Anos analisados	4
Estimativa da população	773.325

Os gráficos divulgando a quantidade de resíduos gerados podem assumir tal forma. A representação por gráfico torna mais objetiva a transmissão da informação ao usuário podendo servir de referência para que seja tomada as decisões em relação ao transporte e destinação final adequadas, tendo em vista que o órgão ambiental responsável contará com informações mais condizentes com que se passa no município. Caso for o gráfico de resíduos por classe pode se enquadrar em tal parâmetro, A, B, C e D.

Tal definição de classificação é feita pelo Conama, em resolução nº 307/2002 (BRASIL, 2002), onde fica estabelecido que resíduos da classe A, são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis, como exemplo, oriundos de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, componentes cerâmicos, argamassa e concreto, de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto produzidas em canteiros de obras. Os resíduos da classe B são resíduos recicláveis para outras destinações, tais como, plástico, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso. Os resíduos da classe C são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam, a sua reciclagem ou recuperação. Os resíduos da classe D são resíduos perigosos oriundo do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais a saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

E caso seja o de resíduos por tipo de material tais insumos serão gerenciados, classe A: Argamassa, concreto, cerâmica polida, cerâmica, pedras, solo. Classe B: Gesso, madeira e metal. Outros irá englobar as classes C e D, (Figura 3).

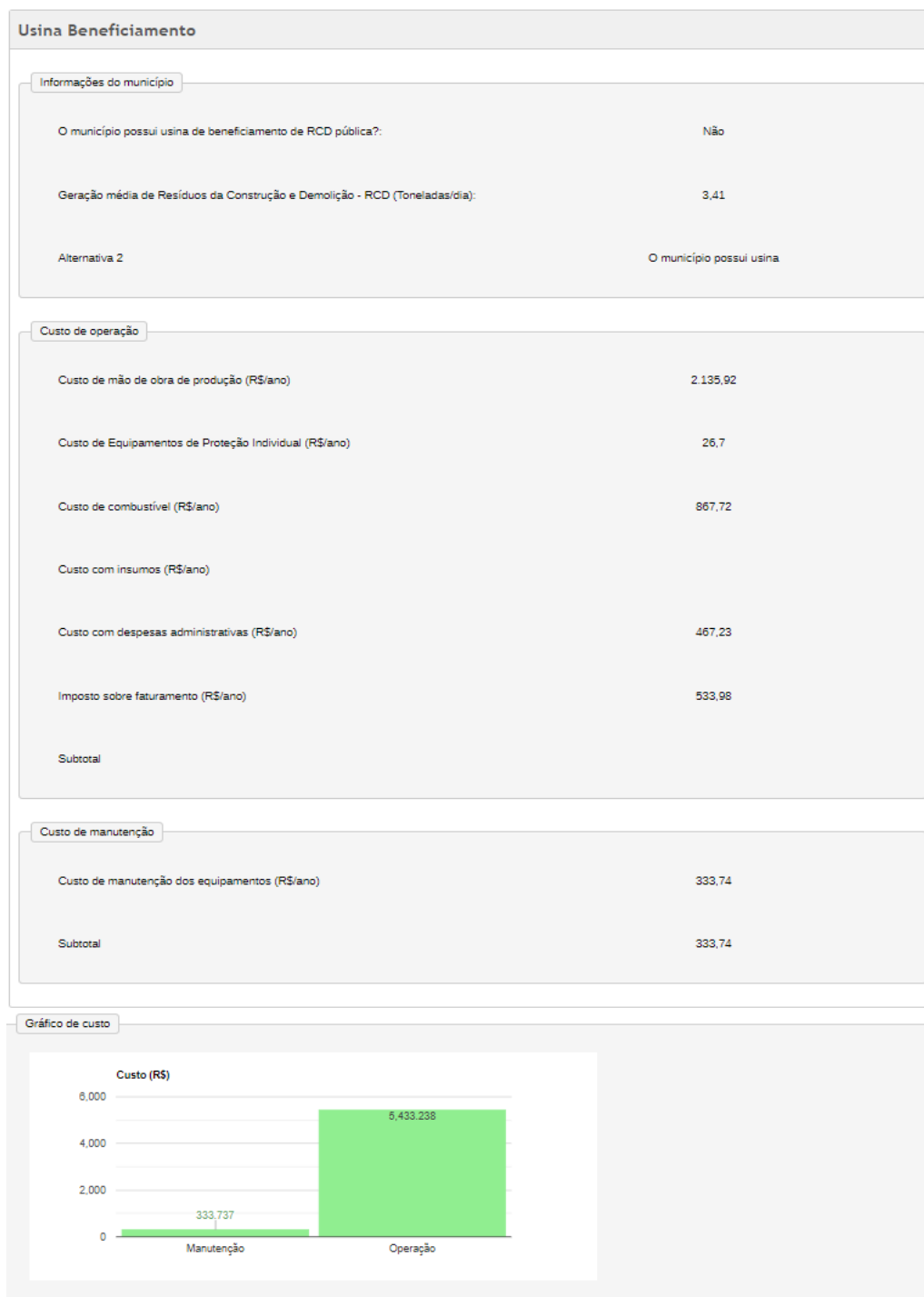
Figura 3 – Gráfico de resíduos por classe e por tipo de material.



As usinas de beneficiamento de resíduos sólidos da construção civil tem como objetivo a otimização do processo de reciclagem e/ou reutilização dos insumos produzidos, reduzindo a necessidade de criação de novos aterros sanitários e, por conseguinte, reduzindo também o impacto ambiental. A ferramenta SIGERCON dará suporte aos órgãos ambientais

proporcionando o gerenciamento dos custos de instalação, caso o município não tenha usina de beneficiamento, de operação e manutenção. Tais custos serão baseados na necessidade real do município, pois para chegar a tais valores irá utilizar-se a quantidade de resíduos produzidos naquele município por dia (Figura 4).

Figura 4. Informando custo de operação e manutenção a município detentor de usina de beneficiamento



5. CONCLUSÃO

A etapa de aprendizagem possibilitou a obtenção de informações importantes para a concepção do sistema de gerenciamento de resíduos, ao identificar as principais dificuldades vivenciadas pelos órgãos ambientais no que se diz respeito ao gerenciamento de resíduos da construção, com o auxílio do sistema na automatização dos processos visa agilizar tais atividades. Atualmente o sistema conta com o 1º e 2º módulo já finalizado, no primeiro conta com o gerenciamento da geração total de resíduos, geração por classe, por material, de equipamentos, orçamento, transportadores, obras, coleta de resíduos, compra de agregados, reutilização. Já no 2º é possível gerenciar o município, obras daquele município, pontos irregulares, ecopontos, áreas de transbordo e triagem, transportadores, destinações, monitoramento de denúncias de deposição de resíduos, caracterização dos resíduos, ecoestação e usinas de beneficiamento.

REFERÊNCIAS

ABRECON, Pesquisa Setorial 2017. 2017. Disponível em : < https://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/ > Acesso em: 20 abr. 19.

ABRELPE, Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017, 2017. Disponível em : < <http://abrelpe.org.br/panorama/> >. Acesso em: 20 abr. 19.

Apache Tomcat, versão 7.x. Disponível em: < <http://tomcat.apache.org/> > Acesso em: 20 abr 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307> >. Acesso em: 02 de mai. 2019.

Brasileiro, L. L.; Matos, J. M. E.; Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. ÓRGÃO OFICIAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA Vol 61. n.358. p. 178-189. Abr/Mai/Jun 2015.

CALIXTO, Jhones Remos Macêdo da Rocha. **Análise da atual situação do Brasil quanto a geração e gestão dos Resíduos Sólidos com ênfase na construção civil.** 2017. Monografia (Bacharelado de Engenharia Civil) – Campus VIII. Universidade Estadual da Paraíba. Araruna 2017.

CodeIgniter, 2.x. Disponível em: < <https://www.codeigniter.com/docs/> > Acesso em: 20 abr 2019.

CSS, versão 3. Disponível em: < <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/CSS> > Acesso em: 20 abr 2019.

DUARTE, Nuno Filipe Brandão. Frameworks e Bibliotecas JavaScript. 2015. 34 p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Informática) – Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto, 2015.

FONSECA, A. C. N. da; FORTUNATO, C. F. FONSECA, A. C. N. da; HOLANDA, R. M.; Resíduos da construção civil; aspectos da legislação ambiental e destinação final. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas.** Recife. v.1. 1º. p. 321 – 330. 2019.

FIGUEIREDO, C. M.; PAZ, D. H. F.; LAFAYETTE, K. P. V.; SOBRAL, M. C. M; Desenvolvimento de um sistema de informações geográficas para o monitoramento da deposição irregular dos resíduos da construção civil em Olinda/PE. **Resíduos Sólidos: gestão em indústrias e novas tecnologias.** Recife, v.1. 2º. p 369-380. 2017.

HOLANDA, M. J. O.; LAFAYETTE, K. P. V.; PAZ, D. H. F.; SOBRAL, M. C. M.; Desenvolvimento de um sig para monitoramento da deposição irregular de resíduos da construção civil em Recife – PE.

Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas. Recife. V.1. 1º. p 433 – 446. 2019

LINS, E. A. M.; SILVA, J. I. S.; ANDRADE, L. A.; LINS, C. M. M.; Os resíduos sólidos e seus impactos negativos sobre o rio capibaribe – estudo de caso. **Resíduos sólidos: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada.** Recife. v.3. 2º. P 87 – 97. 2017

OLIVEIRA, G. B.; REIS, L. M. M.; Gestão de Resíduos Sólidos da construção civil: algumas propostas em uma empresa de Natal-RN. **Resíduos Sólidos: gestão em indústrias e novas tecnologias.** Recife. v.1 .2º. p. 334-345. 2017.

OLIVEIRA, V. V. A.; NETO, A. P. S.; FERREIRA, A. A.; PAZ, D. H. F.; CARVALHO, V. S.; **Aplicação móvel para denúncia de deposição irregular de resíduos da construção civil (RCD).** Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 6, 2018, Rio Grande do Sul.

PASCHOALIN FILHO, J. A., FARIA, A. C., PIRES, G. W. M. O., DUARTE, E. B. L. Investimentos em Ativos Imobilizados para Instalação de Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil de Médio Porte na Zona Leste de São Paulo. **Desenvolvimento Em Questão.** Rio Grande do Sul. ano 14. n.36. out/dez 2016.

PAZ, D. H. F. Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de edificações urbanas. 2014. 161 p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco. Recife, 2014.

PINTO, R. B; FABRÍCIO, E. P.; BRUM, N. D.; KÖHLER, F. A.; Resíduos da Construção Civil: matéria prima verde a ser investigada. **Brazilian Journal of Development** V. 5, n. 2, p. 1339- 1351, 2019. Disponível em : < <http://brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/1108> > Acesso em: 27 abr. 19.

PHP. PHP Manual. Disponível em: < <http://php.net/manual/en/index.php> >. Acesso em: 20 abr 2019.

SILVA, D. B. P. da; PESSOA, R. G. A. de Q.; SANTOS, C. R. B. Dos; LAFAYETTE, K. P. V.; Resíduos da Construção Civil: análise dos impactos provenientes do regime de execução do projeto. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas.** Recife. v.1. 1º. p. 355- 366. 2019.

VIEIRA, C. R.; LAFAYETTE, K. P. V.; ROCHA, J. H. A.; OLIVEIRA, M. S. de; **Avaliação da deposição irregular de Resíduos da Construção na região político administrativa 2, Recife – PE.** **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas.** Recife. v.1. 1º. p. 419- 432. 2019.

XIMENES, T. C. F.; PAZ, D. H. F.; HOLANDA, M. J. O. LAFAYETTE, K. P. V.; Impactos ocasionados pela deposição irregular dos resíduos de construção e demolição no município de Paulista – PE. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas.** Recife, v.1. 1º. p 331 – 339. 2019.

3.4 REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE GRÃOS; ESTUDO DE CASO EM PORTO PRIVADO NO MARANHÃO

TEIXEIRA, André Barbosa

Universidade Federal do Pará (UFPA)
andre_te@hotmail.com

SOUSA, Antonio da Silva

UFPA
jass@ufpa.br

TEIXEIRA, Roberto Ney Ciarlini

Universidade de Fortaleza (UNIFOR)
ciarlini@unifor.br

RESUMO

A expansão das fronteiras agrícolas brasileiras tem provocado uma forte necessidade de adequação logística do País. Buscar otimização e eficiência das operações passou a ter grande importância para redução do frete logístico e competitividade dos produtores brasileiros no mercado internacional. O crescimento das exportações, ineficiência operacional portuária e as leis ambientais mais rígidas, provocaram uma nova problemática para os Portos: aumento dos resíduos de grãos gerados durante suas operações. Antes, vista com baixa relevância, o novo cenário tem exigido mudança de cultura nas empresas, visando redução da geração de resíduos e desenvolvimento de uma alternativa, ambientalmente correta, para destinação final complementar aos aterros sanitários, reduzindo custos e gerando eficiência operacional. Dessa forma, foi elaborado um estudo de caso no Terminal Portuário de São Luís, analisando-se o histórico da geração e destinação final desse resíduo via aterro sanitário. Adicionalmente, verificou-se os custos operacionais de limpeza, transporte e destinação do resíduo. Foi utilizado a metodologia PDCA (*Plan – Do – Check – Action*) para análise e solução de problemas. Como resultado, reduziu-se 60% da geração de resíduos dos grãos no Porto, desenvolvendo-se uma solução ambiental complementar de destinação final do resíduo, através de venda do subproduto, para *blendagem* e compostagem.

PALAVRAS-CHAVE: Destinação final, Solução ambiental, Eficiência portuária.

1. INTRODUÇÃO

Com a queda da demanda do mercado interno, provocado pela crise de 2008, assim como o enfraquecimento da demanda externa e o fim do ciclo de preços elevados das *commodities*, o governo brasileiro implementou diversas políticas de incentivos às exportações brasileiras. Essas ações tiveram foco em reverter o déficit comercial, estimular o crescimento econômico e o nível de competitividade do País, bem como diversificar a composição da pauta exportadora pelo aumento da participação dos produtos manufatureiros (PEROBELLI et al., 2017).

Nos últimos anos, o Brasil tem se tornado um grande produtor mundial de grãos. De acordo com a EMBRAPA (2016), o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos Estados Unidos da América – EUA. Na safra 2015/2016, a cultura ocupou uma área de 33,17 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 95,63 milhões de toneladas. Com o crescimento da população mundial, maior participação da China no mercado internacional, e o anseio por alimentos, os portos brasileiros passaram a ter essa *commodity* como principal produto operacionalizado, tendo sua relevância no Produto Interno Bruto – PIB nacional.

Dentre os variados tipos de grãos cultivados no Brasil, a soja tem um grande destaque no mercado exportador nacional. Por se tratar de uma *commodity*, a soja em grão segue um padrão mundial de qualidade, sendo classificada quanto ao teor de umidade, quantidade de impureza e matérias estranhas e grãos variados. A maior parte dos grãos, depois de colhidos, possui características inadequadas ao armazenamento, em razão principalmente do alto conteúdo de água na época da colheita e da presença de impurezas e matérias estranhas necessitando, portanto, de tratamentos pós-colheita para que, durante o armazenamento, a qualidade e a quantidade dos grãos sejam preservadas (BAILEY, 1992).

A duração do armazenamento de soja após a colheita depende de vários fatores ambientais, mas seu período normal é de aproximadamente um ano. Durante este período de tempo, diversas mudanças físicas e bioquímicas podem ocorrer. Para se manter a qualidade dos grãos, faz-se necessário práticas adequadas. A busca pela qualidade dos grãos e subprodutos é prioridade para produtores, processadores e, finalmente, para os distribuidores desses produtos.

Em toda a cadeia logística do transporte de grãos, desde o produtor até o carregamento de navios nos Portos, o desperdício de grãos durante o transporte é algo alarmante. Conforme Caneppele e Sardinha (2014 apud IBGE, 2004), a cada safra de grãos, cerca de R\$ 2,7 bilhões são perdidos no transporte, equivalente a 14 milhões de toneladas, o que equivalem a aproximadamente 488 caminhões totalmente carregados. Este valor aumenta mais ainda quando se menciona a falta de silos e locais de armazenagem para toda produção agrícola. Isso significa 10% de perda da produção. São números alarmantes que encarecem o frete e conseqüentemente o preço do produto final, tirando a competitividade do grão brasileiro quando comparado com os concorrentes externos, como EUA.

Para uma análise de viabilidade econômica adequada para o produtor, o índice de perdas na colheita é importante. Estima-se que aproximadamente 6% da produção nacional de soja sejam desperdiçados nos processos que envolvem a colheita. Através de números oficiais, acredita-se que cerca de 1% das perdas ocorre no período pré-colheita, 4% na colheita, 0,5% no transporte curto (da lavoura ao armazém) e 0,25% no transporte longo, do armazém aos pontos finais – indústria e portos (APROSOJA, 2015). Nascimento et al., (2016) afirma que apenas no trecho logístico entre a fazenda produtora e a armazenagem, 0,5% da produção é perdida.

De acordo com Péra (2017), as perdas totais na cadeia de suprimentos de soja e milho no ano de 2015 no Brasil, atingiram o patamar de 2,3 milhões de toneladas, ou algo em torno de 1,3% da produção. O subproduto gerado dessas perdas durante as operações logísticas e portuárias são os resíduos dos grãos. Esses resíduos gerados nos Portos e em seu entorno, acarretam poluição, mau cheiro e atração de fauna sinantrópica nociva à saúde humana (PAZZINI; MURTA; MOTTA, 2014).

Dessa forma o apelo ambiental, o cumprimento a legislação vigente e os altos custos operacionais passam a ter um objetivo comum: a necessidade de reduzir a quantidade de resíduo de grãos gerados nos Portos, associado a uma definição de uma solução ambientalmente correta para a destinação final do resíduo de grão gerado, otimizando os custos operacionais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Desenvolvimento Sustentável e Gestão de Resíduos

Um dos grandes desafios dos dias modernos vividos mundialmente é a problemática da geração excessiva e da destinação final ambientalmente segura dos resíduos sólidos. A preocupação mundial em relação ao tema tem aumentado antes do crescimento da produção, do gerenciamento inadequado e da falta de áreas de disposição final (JACOBI; BESEN, 2011). A geração de resíduos sólidos tem aumentado sensivelmente nos últimos anos em decorrência do acentuado desenvolvimento industrial, da intensificação comercial e da mudança de hábitos de consumo junto às famílias. Esta realidade traz desafios relacionados ao manejo adequado de diferentes tipologias de resíduos e à consequente disposição final dos resíduos (AZEVEDO, 2014).

Em contrapartida com o crescimento da produção, está à geração de resíduos, que também acompanha o crescimento da população e da renda, sofrendo influência direta da mudança dos hábitos de consumo (BARTHOLOMEU; CAIXETA FILHO, 2011). A preocupação com o meio ambiente passa a ser considerado pela sociedade mundial. Essa preocupação emana nos últimos 50 anos, oriundo de profundas alterações nas relações sociais e por consequência, nas relações entre homem e meio ambiente. As mais diversas formas de contaminação, seja de água, solo e ar, assim como alterações climáticas, ameaças à fauna e flora e catástrofes naturais, tornaram-se cotidianas (BARTHOLOMEU; CAIXETA FILHO, 2011).

ROMEIRO (2012) afirma que a tomada de consciência entre os limites de crescimento e o novo conceito de desenvolvimento sustentável surgiu em 1972 na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, em Estocolmo. A comunidade internacional adotou a ideia de que o desenvolvimento socioeconômico e o meio ambiente, até então tratados como questões separadas, podem ser geridos de uma forma mutuamente benéfica. A partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), o termo desenvolvimento sustentável popularizou-se, passando a ser objeto de tentativas de estabelecimento de novas políticas de gestão. Foi um marco internacional que reconheceu o desenvolvimento sustentável como um dos grandes desafios, promovendo as primeiras iniciativas de elaboração de ações, estratégias e prazos (CAMARGO, 2016 apud CARVALHO, 2008; PEDRINI, 2010; TOZONI-REIS, 2008). Para BARBOSA (2008), desenvolvimento sustentável é a resposta às necessidades humanas nas cidades com o mínimo ou nenhuma transferência dos custos de produção, consumo ou lixo para outras pessoas ou ecossistemas, hoje e no futuro.

Oriundo da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, realizado em 1992, desenvolvimento sustentável é descrito como modelo que prevê a integração entre economia, sociedade e meio ambiente. É a noção de que o crescimento econômico deve levar em consideração a inclusão social e a proteção ambiental (OECD, 2014). Ainda que, mais lento que os países desenvolvidos, o Governo brasileiro, para regulamentar a coleta e tratamento de resíduos urbanos, perigosos e industriais, além de determinar o destino final correto do lixo, criou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

CAIXETA FILHO (2011) afirma que existem dois fatores relevantes na definição da destinação de materiais: os incentivos econômicos e as imposições legais. Se os incentivos econômicos forem positivos, a decisão correta da destinação será realizada. Caso o viés econômico não seja satisfatório, a criação e imposição da PNRS obriga a correta destinação dos resíduos.

Thode Filho et al. (2015) afirmam que a solução a PNRS permite o amparo legal para a gestão dos resíduos sólidos. De acordo com a Lei nº 12.350/2010, que instituiu a PNRS, consideram-se resíduos sólidos

Todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

A geração dos resíduos reforça um novo e grave problema: sua correta destinação: ambientalmente correta e de forma sustentável economicamente. A estruturação da logística reversa permite uma gestão eficiente dos resíduos gerados, de modo que se gere vantagem competitiva e uma contribuição mais eficiente em termos sociais e ambientais (CARNEIRO; MARTINS, 2019). Jacobi e Besen (2011) apresentam uma relação entre diversidade de resíduos, fontes geradoras, agentes responsáveis pela gestão e modalidades de tratamento e

disposição final existentes. Em sua grande maioria, a destinação final dos resíduos tem como destino os aterros sanitários e lixões. Diniz e Abreu (2018) dizem que nos municípios não existe um tratamento adequado dos resíduos sólidos, predominando os lixões a céu aberto. Outras alternativas são tratadas de forma pontual. Observando diretamente os Portos, as destinações dos resíduos possuem características similares. Em casos bem específicos de resíduos perigosos, quando destinados de forma correta, vão para incineração. É possível reduzir custos de produção significativamente utilizando-se a logística reversa de um subproduto (SILVA et al., 2018).

2.2 Gestão de Resíduos Sólidos em Terminais Portuários

No Brasil, o setor portuário tem apresentado crescimento expressivo nos últimos vinte e cinco anos. Segundo dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2016), considerando-se a navegação marítima e de interior, a movimentação total nos portos brasileiros quase triplicou, passando de 306 milhões de toneladas em 1990 para quase 1 bilhão de toneladas em 2016. De forma geral, o cenário de desenvolvimento do setor portuário está alinhado com o aumento da conscientização e preocupação da população em relação à gestão ambiental das atividades produtivas. Esta tendência, embora de forma mais tímida que em outros setores, tem sido observada também no setor portuário, ao nível internacional e também no Brasil (AZEVEDO, 2014).

Os resíduos portuários são considerados como de particular complexidade e de especial ameaça à saúde e ao meio ambiente. As atividades típicas de operação e manutenção dos terminais que geram resíduos comuns e perigosos. Além destes, há os resíduos oriundos das cargas, também comuns e perigosos e cuja tipologia varia, obviamente, conforme o tipo de carga. Por fim, há os resíduos de embarcação, dotados de maior heterogeneidade e que podem ser veículos de agravos biológicos e químicos (CORDEIRO FILHO et al., 2004).

Já Freitas (2015) afirma que a atividade portuária impacta as zonas costeiras. Os impactos podem ser em todas suas etapas. Pode ser na implantação de infraestrutura marítima e terrestre, que induz a supressão de manguezais e outros ecossistemas, aterramentos e dragagens. Alguns impactos estão relacionados à navegação como, por exemplo, a bioinvasão por meio da água de lastro, além de resíduos gerados pelas embarcações e por serviços correlatos a elas como o abastecimento e a limpeza das embarcações. E, ainda, os impactos podem estar relacionados à operação dos terminais portuários. Freitas (2015) ainda diz que as incertezas no gerenciamento, tratamento e disposição final desses resíduos sólidos, podem levar a um potencial aumento da poluição ambiental decorrente das atividades portuárias.

Um grande fator a ser levado em consideração no gerenciamento de resíduos dos portos é o fato de estar próximo a grandes cidades. O fato de estar próximo das áreas urbanas, permite uma integração, principalmente nas etapas de transporte, tratamento e destinação final dos resíduos (VASCONCELOS, 2014). Quando se fala de destinação de resíduos de grãos proveniente das operações portuárias, não há estudos específicos que detalhem essa destinação. Na prática, sabe-se que quando realizado de forma sustentável, os mesmos vão para aterros sanitários. Essa destinação gera custos para o transporte e para a destinação junto ao aterro sanitário, além da perda do produto em si.

Pazzini et al. (2014) sugere como alternativa, a análise de viabilidade de implantação de usina de biodiesel para recebimento dos resíduos. No estudo de Nascimento et al. (2019), em operações de arroz é comum se tratar o resíduo através de compostagem para produção de adubo orgânico. Machado Filho et al. (2019) afirma que a compostagem é uma alternativa de reciclagem de resíduos orgânicos, além de ser uma forma sustentável de obter fertilizante orgânico. Na produção de café beneficiado, os resíduos vêm sendo aplicados como adubo orgânico da própria lavoura, proporcionando economia tanto para o produtor como para a indústria, além de gerar benefícios ambientais para a região (GRAÇA; CALDAS, 2017).

Os resíduos sólidos portuários vêm sendo objeto de análise de diversas pesquisas, ainda que de forma esporádica e/ou pontual. Nesse sentido, destacam-se Antaq (2006, 2010), Azevedo (2014), Carvalho Junior et al. (2003), Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental DO Estado de São Paulo (CETESB, 1990), Cordeiro Filho (2004), Freitas (2015), Murta et al., (2012), Pazzini et al., (2014) e Sa (2008).

3. METODOLOGIA

A metodologia implementada no trabalho trata-se de um estudo de caso, realizado no Terminal Portuário São Luis (TPSL), pertencente ao grupo Valor da Logística Integrada (VLI), empresa multimodal com atuação em nível nacional, interligado aos terminais rodoferroviários, através da Ferrovia Norte-Sul (FNS). Inicialmente, o estudo foi realizado por meio de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, objetivando conhecer a logística integrada do agronegócio brasileiro, especialmente a portuária, assim como suas perdas / ineficiências e a destinação final dos resíduos de grãos gerados ao longo da cadeia logística. Na sequência foi realizado um estudo de caso no TPSL, com análise de dados históricos de derramamento de produtos, locais, causas e destinação, no período de 2014 a 2017, fornecidos pela Empresa. O estudo teve diversas visitas a campo, objetivando uma participação integrada com operadores, técnicos e liderança do porto, por meio da metodologia *Brainstroimg*, também chamada de tempestade de ideias, onde profissionais com funções e áreas distintas participam e fazem suas sugestões. Utilizou-se a metodologia PDCA (*Plan – Do – Check – Action*) e suas ferramentas (Diagrama de Ishikawa e Matriz de Priorização), objetivando uma análise aprofundada das causas da geração de resíduos. Em paralelo, buscou-se desenvolver parcerias com produtores de grãos, objetivando uma nova solução ambiental para a destinação dos resíduos dos grãos. Após toda a análise estatística realizada, as ações propostas foram implementadas e o resultado checado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo operacional portuário, inicia-se com o recebimento ferroviário dos vagões de soja, milho e farelo de soja no Terminal. Após o descarregamento, o produto tem sua qualidade analisada por técnicos especialistas e transportado via correias transportadoras para armazéns. A etapa seguinte do processo operacional, é transportar o produto, via correias transportadoras,

para o embarque marítimo, carregando os navios. Ao longo de todo esse processo, ocorre derramamento de produtos e consequente geração de resíduos de grãos.

A gestão dos resíduos de grãos no TPSL inicia-se com o processo de limpeza industrial. Esse processo é realizado por uma equipe contratada, com aproximadamente 100 pessoas, além de maquinário específico: caminhão vácuo, caminhão varredeira, *bob cat*, pá mecânica, caminhão pipa, caminhão basculante, dentre outros. A equipe operacional é distribuída ao longo do terminal para atendimento de todas as ocorrências de vazamento de produto, assim como para o *setup* (troca) de produtos.

O processo de limpeza industrial ocorre sob orientação de um procedimento padrão, com detalhamento das atividades. Quando há necessidade de limpeza de rolos e chutes dos transportadores, essa ocorre utilizando-se água pressurizada, seja por meio de linha verde ou de caminhão pipa. As limpezas de *setup* entre produtos também utilizam água. Todo produto recolhido é avaliado visualmente por uma equipe especializada de qualidade do produto. Após a avaliação, o produto é classificado em “bom” ou “ruim”. Caso esteja visualmente limpo e sem umidade, dentro dos padrões de qualidade estabelecidos, é retornado para o processo, destinado dentro de um armazém de grãos. Caso esteja visualmente fora de conformidade é recolhido e destinado em um pátio aberto, sem controle de qualidade algum, para destinação futura, ambientalmente correta.

A ausência de qualquer controle na armazenagem provisória impede uma destinação alternativa para esse resíduo. As constantes incidências de chuva na região do Maranhão, especialmente no primeiro semestre, agravam o estado de decomposição do produto e geram um sério problema ambiental ao pátio citado, uma vez que não é dotado de nenhum controle ambiental. A Figura 1 mostra o resíduo de soja estocado em pátio aberto, sem controle contra chuvas e contaminantes.

Figura 1 – Armazenamento provisório de resíduo de soja em pátio aberto



Fonte: Autor (2018)

A destinação final dos resíduos de grãos, ao longo dos anos estudados, teve dois destinos:

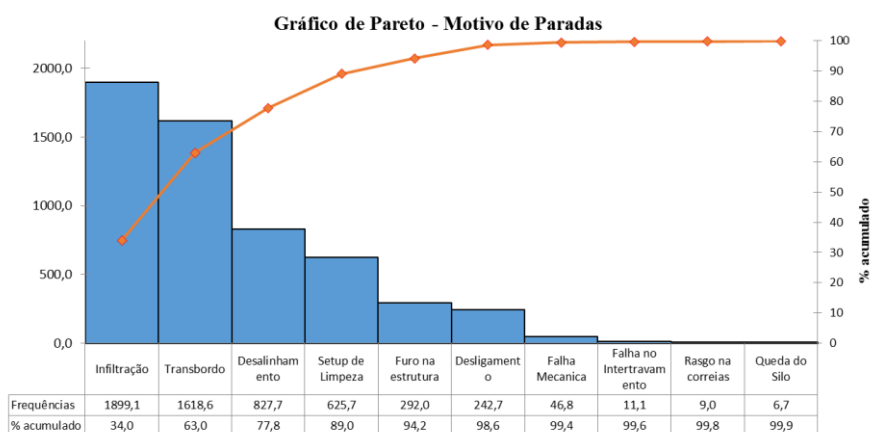
1. Incineração (até 2013) – não estudado;
2. Aterro Sanitário (a partir de 2014)

Ambos os destinos, atendem as legislações ambientais, no entanto o fator custo, segundo a equipe de gestão econômica do Porto, é priorizado pela empresa na hora da tomada de decisão. Em ambos os casos, o custo de transporte do resíduo é de responsabilidade da empresa. Os custos envolvidos para o processo de limpeza industrial são extremamente relevantes, representando quase 10% do custo fixo do Porto, o que significou aproximadamente R\$ 13,5 milhões entre 2014 e 2017, ou aproximadamente R\$ 1,07/tonelada. Esse custo está diretamente relacionado com todo volume derramado, incluindo o produto “bom”, que retornou ao processo, assim como ao produto “ruim”, destinado para aterro sanitário.

De forma complementar, tem-se os custos de transporte e destinação do resíduo de grãos. Percebe-se, através dos dados obtidos, que aproximadamente R\$ 1 milhão foram gastos entre 2014 e 2017 com transporte e destinação do resíduo gerado. Valor inferior ao recolhimento, limpeza e conservação dos ativos, no entanto, significativo. O custo operacional para destinação do produto é de aproximadamente R\$ 1.000,00/tonelada. A problemática da geração dos resíduos de grãos no TPSL é tão significativa que entre 2014 e 2017, aproximadamente 5.600 toneladas de produtos foram derramadas dos equipamentos, seja por falha operacional, de manutenção ou estrutural. Parte desse volume, 4.417 toneladas foi recolhido e retornado para o processo, dentro dos padrões de qualidade, não gerando resíduo. Uma quantidade significativa, 1.161 toneladas viraram resíduos/perdas e tiveram que ser destinados para aterro sanitário.

Após quantificar a geração de resíduos, segregando do que foi reaproveitado, o presente trabalho inicia um novo detalhamento, por meio da análise dos dados. Utilizando-se o Gráfico de Pareto (Figura 2), detalha-se as principais causas da geração dos resíduos.

Figura 2 – Principais causas da geração de resíduos



Fonte – Autor (2018)

Percebe-se que 4 causas (Infiltração, Transbordo, Desalinhamento de Correias e Setup de Limpeza) correspondem por aproximadamente 90% da geração de resíduo de grãos no TPSL. Dessa forma, foi realizado o Diagrama de Ishikawa e a Matriz de Priorização para as 4 causas principais. Após toda a análise realizada, o passo seguinte foi elaborar um plano de ação consistente, com ações de curto, médio e longo prazo, definição de responsáveis, buscando mitigar a geração de resíduos em 80% das ocorrências. Uma ação adicional, não diretamente relacionada à geração do derramamento do produto dos equipamentos, mas também diretamente

relacionada aos resíduos dos grãos destinados para aterro sanitário, foi criar uma nova alternativa de destinação, complementar a destinação aos aterros sanitários, também ambientalmente correta, mas que seja de baixo custo. Foi elaborado um plano de ação, onde 31 ações foram previstas, 26 já concluídas dentro do prazo previsto, 2 ações foram concluídas com atraso de 6 meses e 5 ações estão previstas a serem executadas a partir de 2019. As principais ações realizadas no Estudo de Caso, para mitigação da geração dos resíduos, foram:

- redução do nível de infiltração de umidade/água nos silos, armazéns e fosso dos elevadores de caneca, pelo desenvolvimento de técnicas de impermeabilização do concreto (espuma expansiva + pintura com tinta epox);
- elaboração de procedimento operacional e capacitação dos operadores de sala de controle para operacionalizar o sistema supervisório dentro dos limites do equipamento, minimizando transbordo de produto;
- elaboração de procedimento operacional de limpeza industrial para melhor gestão de todo processo, contemplando alteração do modo de limpeza para *setup* entre produtos: substituição de limpeza com água para limpeza a seco (ar comprimido);
- construção de Depósito Intermediário de Resíduos - DIR para armazenagem interna do resíduo, antes da destinação final, como forma de reduzir o nível de contaminação por sujidade e umidade, permitindo uma destinação alternativa para esse resíduo;
- definição de destinação final do subproduto, com baixo nível de contaminação por sujidade e umidade (armazenado na DIR): venda via receita alternativa para blendagem e compostagem, por meio de contratos de curto e médio prazo.

Após as ações implementadas, foi possível analisar os resultados gerados no ano de 2018. Importante ressaltar que parte das ações foram implementadas no 1º semestre de 2018, logo, a análise gera um resultado próximo da base anual, podendo apresentar ganhos ainda maiores. Fez-se um comparativo entre o resultado de 2018 e uma média dos anos estudados (2014 – 2017). Para suporte à análise, o volume movimentado no ano de 2018 foi 3.627.093 toneladas de grãos transportadas no TPSL. Dessa forma, percebe-se uma redução de 27% do derramamento de produtos bons e 37% de produtos ruins, que viraram resíduo. Com isso, conclui-se que com um menor derramamento de produto, independente de bom ou ruim, a necessidade de estrutura de limpeza industrial é reduzida.

Uma forma de avaliar a geração de resíduo proporcionalmente ao volume é pelo cálculo do indicador Índice de Resíduo. Por meio desse indicador, percebe-se uma evolução de 60% no indicador. Na média dos anos analisados, para cada 12.344 toneladas movimentadas, 1 tonelada de resíduo era gerado. Em 2018, para cada 19.798 toneladas movimentadas, 1 tonelada de resíduo era gerado. Ao se analisar o custo de limpeza industrial, percebe-se uma redução extremamente significativa no ano de 2018 em relação à média dos anos estudados. A redução absoluta de quase R\$ 1,2 milhões deu-se pela redução do derramamento de produtos, independentemente de ter virado resíduo ou não. A redução dos recursos implantados em limpeza está diretamente relacionada ao derramamento e não à geração do resíduo. Relacionando o custo absoluto como volume movimentado, percebe-se uma redução de R\$ 1,07/ton. para R\$ 0,58/ton. Com a busca de solução de uma nova alternativa de destinação complementar do resíduo de grão segregado na DIR, com nível controlado de sujidade e umidade, foi possível vender parte desse resíduo ruim gerado. Esse subproduto foi destinado para blendagem e compostagem. Foi construída uma DIR (Figura 3) para resíduos de grãos, sendo 1 (uma) baía para subproduto a ser destinado para aterro e outra baía para produto a ser destinado para venda (compostagem/blendagem).

Figura 3 – Depósito Intermediário de Resíduos (DIR)



Fonte: Autor (2018)

Com o melhor manejo e adequação estrutural da armazenagem intermediária, 34% do resíduo ruim gerado, que teria como destino final o aterro sanitário, foi recuperado e destinado para compostagem e blendagem, através de nova solução ambiental. Essa ação, além de atender a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS e salvaguardar o meio ambiente, reduz os custos de transporte e destinação do subproduto. Como forma de quantificar e apresentar detalhadamente, segue abaixo todos os resultados alcançados (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados Alcançados

Resultado do Estudo de Caso do Terminal Portuário de São Luis			
Indicadores	2014 - 2017	2018	Variação
Grãos Bom Derramado (ton)	1104,4	801,4	-27,4%
Resíduo Grãos Gerado (ton)	290,4	183,2	-36,9%
Índice de Resíduo	12.344	19.798	60,4%
Resíduo destino Aterro (ton)	290	120,9	-58,3%
Resíduo destino Compostagem / Blend (ton)	0	62,3	Positivo
Custo Limpeza Industrial (R\$)	3.374.094	2.091.044	-38,0%
Custo Limpeza Industrial Unitário (R\$/ton)	1,07	0,58	-45,8%
Custo Transporte + Destinação (R\$)	290.346	161.034	-44,5%
Custo Transporte + Destinação Unitário (R\$/ton)	999,7	1.332	33,2%
Procedimento de Limpeza Industrial	Água	Seco (ar comprimido)	-
Destino Resíduo de Grãos	Aterro Sanitário	Aterro Sanitário + Venda	-
Causas da Geração de Resíduos de Grãos	-	Infiltração Transbordo Desalinhamento Setup de Limpeza	-

5. CONCLUSÃO

A importância de uma adequada gestão sobre a geração de resíduos de grãos nas operações portuárias tem um relevante impacto nos aspectos ambientais, financeiro e de

imagem do Terminal Portuário São Luis. O presente trabalho foi elaborado com o intuito de reduzir a geração de resíduos e desenvolver uma alternativa ambientalmente correta para destinação final, complementar aos aterros sanitários, reduzindo custos e gerando eficiência operacional.

O trabalho mostrou que conhecendo as causas principais da geração, com a implantação de adequada metodologia de gestão, é possível reduzir significativamente os custos operacionais de limpeza industrial e destinação final do resíduo, assim como criar uma adequada solução ambiental para o resíduo gerado. Tratando-se da logística portuária, os custos para limpeza industrial têm alta relevância. O estudo mostrou que agindo em infiltração, transbordo, desalinhamento de correias e gestão do processo de limpeza para mudança de produtos, foi possível ser eficiente e atingir resultado satisfatório.

Um grande aspecto sinalizado é que a gestão do processo de limpeza industrial, pela elaboração do procedimento operacional da atividade, capacitação da mão-de-obra, definição de recursos de forma clara e programação mensal e diária são capazes de atingir resultado satisfatórios. A simples mudança de limpeza com água para limpeza com ar comprimido (a seco) e a construção de uma DIR para armazenamento provisório antes da destinação final, permitiram se ter um subproduto com valor agregado. Esse produto anteriormente era destinado para aterro sanitário. Um problema de natureza ambiental e com alto custo para transporte e destinação. Essas ações permitiram criar uma alternativa de venda de parte desse subproduto. Esse produto, com baixa sujidade e pouca umidade, passou a ser vendido para empresas que fazem compostagem e blendagem do subproduto, gerando receita alternativa para o Porto.

Dessa forma, o estudo de caso realizado consegue evidenciar as grandes oportunidades existentes para maximizar a competitividade dos portos brasileiros, pela redução de custos operacionais provenientes de gestão operacional e ambiental integradas. Reduzir geração de grãos e tratar adequadamente seu subproduto geram satisfação do cliente, retorno financeiro e prosperidade socioambiental para as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ANTAQ. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. Desempenho do setor aquaviário. 2016: Oportunidades e melhorias portuárias. 2016. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/Portal/PDF/Anuarios/ApresentacaoAnuario2016.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2018.

APROSOJA. ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA. **Aprosoja lança cartilha para minimizar**. 2015. Disponível em: <http://www.aprosoja.com.br/comunicacao/release/aprosoja-lanca-cartilha-para-minimizar-perdas>. Acesso em: 24 nov. 2017.

AZEVEDO, L. R. L. **A infraestrutura de escoamento de grãos de Mato Grosso**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

BAILEY, J. E. Wholegrainstorage. In: SAUER, D. B. **Storage of cereal grains and their products**. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1992.

BARTHOLOMEU, D. B., CAIXETA FILHO, J. V. **Logística Ambientalmente de Resíduos Sólidos – Desenvolvimento Sustentável e a Questão dos Resíduos Sólidos**. São Paulo: Atlas, 2011.

BRASIL. Lei nº 12305. **Dispõe sobre a política nacional de resíduos sólidos**; altera a lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 ago. 2010.

CAIXETA FILHO, J. V. Novos corredores devem mudar matriz de transporte. **Visão Agrícola**, v. 3, n. 5, 2011.

CAMARGO, D. R. de. **Os conceitos de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável na produção teórica em educação ambiental no Brasil**: um estudo a partir de teses e dissertações. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 2016.

CANEPPELE, C., SARDINHA, S. H. A. **Fontes de perdas no transporte de milho da lavoura até a unidade armazenadora**. In: XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Campo Grande. Anais [...]. Campo Grande, 2014.

CARNEIRO, A. G.; MARTINS, M. F. Logística reversa na gestão dos resíduos sólidos no varejo supermercadista em Campina Grande – PB. **Resíduos Sólidos: os desafios da gestão**, v.1, p. 652- 666, 2019.

CARVALHO JUNIOR, F. H de, MOTA, S.; AQUINO, M. D. de. **Proposta de um novo modelo de gerenciamento de resíduos sólidos para portos marítimos**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville, 2003.

CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Estudo dos impactos ambientais na Baixada Santista, resultantes de atividades industriais, portuárias e correlatas síntese sobre a poluição na Baixada Santista**. São Paulo, 1990.

CORDEIRO FILHO, E. C., FERREIRA, C. P.; DUARTE, V. L. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Terminais Portuários Brasileiros**: Diagnóstico Situacional. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27. Florianópolis: ABES, 2004.

DINIZ, G. M.; ABREU, M. C. S. Disposição (ir)responsável de resíduos sólidos urbanos no Estado do Ceará: desafios para alcançar a conformidade legal. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v.12, n.2, p. 21-38, 2018.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja em números (Safrá 2015/2016)**. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-econômicos>. Acesso em: 7 set. 2017.

THODE FILHO, S., MACHADO, C. J. S., VILANI, R. M., PAIVA, J. L., MARQUES, M. R. C. A logística reversa e a política nacional de resíduos sólidos: desafios para a sociedade brasileira. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.19, n.3, p. 529-538, 2015.

FREITAS, C. D. **Gestão de Resíduos Sólidos no Porto Organizado de Salvador – Bahia**. 2015. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

GRAÇA, C. H., CALDAS, R. M. F. Estimativa da quantidade de resíduos (casca e polpa) produzidos durante o processo de beneficiamento do café no município de Varginha – MG. **Revista Geonorte**, v.8, n.30, p. 104-117, 2017.

JACOBI, P., R., BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. *SciELO. Estudos Avançados*, São Paulo, v. 25, n. 71, 2011.

JOSEPH, G. P. A., DIAS, S. L. F. G., FELSBURG, A. V., IGARI, A. T. Responsabilidade social corporativa e índices de sustentabilidade: um estudo dos ativos tangíveis e intangíveis à luz da visão baseada em recursos. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v.12, n.1, p. 73-88, 2018.

LEITE, I. R. G., MARTINS, M. F. Minimização da geração de resíduos pela produção mais limpa em engenho produtor de cachaça na Paraíba. *Resíduos Sólidos: os desafios da gestão*, v.1, p. 263 - 276 , 2019.

MARTINS FILHO, J. B., CUNHA, A. J. S., PIRES, I. C. G., FERRÃO, G. E. Compostagem de resíduos orgânicos nos planos estaduais de resíduos sólidos. *Resíduos Sólidos: os desafios da gestão*, v.1, p. 41 - 52, 2019.

OLIVEIRA, T. B.; GALVÃO JUNIOR, A. C. Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 21, n.1, p. 55-64, 2016.

PINTO, R. A. F. R.; MONDELLI, G. Potencial de recuperação de recicláveis em um condomínio residencial de grande porte de São Caetano do Sul. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 4, p. 647-656, 2017.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. *Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo*, v.26, n.74, 2012.

NASCIMENTO, Q.; MARQUES, J. C.; MIRANDA, L. M.; ZAMBRA, E. M. Perdas quantitativas no transporte curto de grãos de milho (*Zea Mays L.*) em função de aspectos gerais de pós-colheita no norte do estado de Mato Grosso. *Revista Navus de Gestão e Tecnologia*, v.6, n 1, p. 60-71, 2016.

NASCIMENTO, S. G. S.; CORSINI, T. O.; ÁVILA, M. R.; NUNES, O.; MIRANDA, R. G. ISO 14001 sua aplicação e importância para a gestão de resíduos dentro das empresas de armazenagem de grãos: um estudo de caso na campanha gaúcha. *Revista GEDECON*, v.6, n.2, p. 94 – 106, 2018.

OECD. **O que é desenvolvimento sustentável**. 2014. Disponível em <<https://www.oecd.org/br/dicionario-ambiental/28588-o-que-e-desenvolvimento-sustentavel>> Acesso em 20 jan 2018.

PAZZINI, H.; MURTA, A.; MOTTA, C. Logística reversa e a dinâmica de geração de resíduos: o caso do Porto de Paranaguá. *Sustainable Business International Journal*, 2014.

PÉRA, T. G. **Modelagem das perdas na agrológica de grãos do Brasil: uma aplicação de programação matemática**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

PEROBELLI, F. S., BETARELLI JUNIOR, A. A., VALE, V. A., CUNHA, R. G. Impactos econômicos do aumento das exportações brasileiras de produtos agrícolas e agroindustriais para diferentes destinos. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, Brasília, v. 55, n. 2, p. 343-366, 2017.

PORTOS E MERCADOS. **Desperdício de grãos durante o transporte é grande em todo país, 2012**. 2012. Disponível em: <<http://portosmercados.com.br/site/desperdicio-de-graos-durante-o-transporte-e-grande-em-todo-pais>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

SILVA, F. S., LINS, E. A. M., MELO, D. C. P., FIRMO, A. L. B. A logística reversa do politereftalato de etileno: estudo de caso em Suape – PE. **Resíduos Sólidos: os desafios da gestão**, v.1, p. 227 – 239, 2019.

VASCONCELOS, F. N. **Os desafios da legislação ambiental para os portos: a interface ambiental no Porto de Vitória/ES**. 2014. Disponível em: <http://anpur.org.br/app-urbana-2014/anais/ARQUIVOS/GT2-100-15-20140510164720.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2017.

3.5 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM MUSEU DE ARQUEOLOGIA

LINS, Eduardo Antonio Maia

Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP)

eduardomaialins@gmail.com

TRINDADE, Antonio Victor Melo

UNICAP

antoniovictormt@hotmail.com

MUNIZ, Julia Duarte

UNICAP

ju_dumu@hotmail.com

SOUZA, Maria Alice Barbosa Machado de

UNICAP

alice_250394@hotmail.com

RESUMO

Os resíduos sólidos estão presentes dentro da atual sociedade humana de diversas formas. Prédios onde se devem ter a proteção de matérias e objetos, como museus, apresentam resíduos sólidos únicos e específicos devido à manutenção de preservação das peças presentes dentro e fora da exposição, no caso, os acervos. A troca de objetos para guardar o material dentro do acervo tem que ser alterado para manter a preservação, assim como os objetos que são utilizados dentro do acervo ou na manutenção das peças. Desta forma, este trabalho teve como finalidade fazer um estudo dos resíduos sólidos que são gerados no Museu de Arqueologia da Universidade Católica de Pernambuco. Para caracterizar os resíduos qualitativamente, utilizou-se a amostragem de resíduos e a técnica de quarteamento. Já a elaboração do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos teve como base o princípio da redução, reaproveitamento e reciclagem. Mais de 97% dos resíduos analisados foram caracterizados como papelão e como resíduos de tratabilidade reciclável. A coleta seletiva e a reciclagem de resíduos sólidos são de fundamental importância para o museu, tendo em vista que os resíduos gerados no local tendem a crescer através das visitas. Portanto, a participação dos servidores e dos visitantes é imprescindível para a boa prática da gestão dos resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento, Lixo, Planejamento.

1. INTRODUÇÃO

As atividades humanas sejam de qualquer natureza, resultam sempre em materiais diversos. O constante crescimento das populações urbanas, a forte industrialização, a melhoria no poder aquisitivo, aceleram a geração de grandes volumes de resíduos sólidos, principalmente nas proximidades das grandes cidades (ANGELIS NETO, 2015). O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos envolve a determinação de alguns aspectos quali-quantitativos, tais como composição gravimétrica, densidade, geração per capita, reaproveitamento de resíduos e alternativas de tratamento e disposição (GASQUES, 2015).

Define-se resíduos sólidos como os materiais que não fazendo falta ao seu detentor, este queira desfazer. Compreende resíduos resultantes da atividade humana e animal, normalmente sólidos, sem utilização ou indesejáveis pelo seu detentor, no entanto com capacidades de valorização (MADEIRA & MARTINELLI, 2014). Os resíduos sólidos, denominados “lixo” pelo senso comum, representam uma das grandes preocupações ambientais contemporâneas. Provenientes das atividades industrial, doméstica, comercial, agrícola e de serviços, os resíduos sólidos, se não forem adequadamente geridos, podem provocar sérios danos ao ambiente e à sociedade (CUNHA, 2016).

No entanto, nosso modo de vida produz, diariamente, uma quantidade e variedade de lixo muito grande, ocasionando a poluição do solo, das águas e do ar com resíduos tóxicos, além de propiciar a proliferação de vetores de doenças (HESS, 2002). Sendo assim, em 2010 foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. Diante disto este trabalho teve como finalidade a caracterização dos resíduos sólidos e sugestão de plano de gestão para o Museu de Arqueologia localizado na Universidade Católica de Pernambuco.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Gonzalbo Cornieri (2010) a geração de resíduos é inevitável, e para Calderoni (2003) a produção dos resíduos corre de duas maneiras de ser descartada, uma durante a produção e outra quando acaba a vida útil da peça. Brollo (2001) afirma que o problema vem se agravando na maioria dos países e particularmente em determinadas regiões, dado o aumento da população e de um acentuado crescimento urbano.

Godecke (2019) diz que a população tem dificuldade de diminuir o consumo, que o qual acaba acarretando a geração de resíduos que é um dos fatores de impacto ambiental irreversíveis. Segundo Philippi Júnior (2014), a geração de qualquer resíduo, vai depender do nível de industrialização, da cultura, da renda per capita da população e do clima. Para o autor no Brasil, grande parte da massa de resíduos é formada de matéria orgânica. Já para Maciel (2009) a diferença na composição gravimétrica dos resíduos, tem a ver com diversos aspectos ambientais e socioculturais.

O consumo de produtos que são processados e semipreparados acabam modificando a composição do resíduo por diminuir a quantidade de matéria orgânica e aumentar a utilização de embalagens inclusive resíduos plásticos. Por conta desse crescimento o emprego de polímeros plásticos chega a crescer de forma imensurável tornando esse material o segundo maior componente em volume na massa de resíduos. A avaliação desse material pode trazer informações bastante complexas, por causa da diversidade dos polímeros existentes (IPEA, 2012).

O valor da geração per capita de resíduos está relacionado com a quantidade de resíduos sólidos gerados por dia e o número de habitantes de um determinado local. No estado de Pernambuco a estimativa da produção de resíduos sólidos conforme o plano de até 2032 chegará a 4,3 milhões de toneladas de resíduos, onde representa um aumento na produção total de quase 10% (SEMAS, 2012).

A caracterização dos diversos componentes dos resíduos sólidos necessita da elaboração de planos de gestão que englobem a capacitação dos serviços de coleta regular, a possibilidade da implantação de coleta seletiva e compostagem (FROTA et al, 2015). O Plano Nacional de Resíduos Sólidos, conforme previsto na Lei 12.305/2010 tem vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, com atualização a cada 04 (quatro) anos e contemplará o conteúdo mínimo conforme segue:

I - diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos; II - proposição de cenários, incluindo tendências internacionais e macroeconômicas; III - metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada; IV - metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos; V - metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; VI - programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas; VII - normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos da União, para a obtenção de seu aval ou para o acesso a recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade federal, quando destinados a ações e programas de interesse dos resíduos sólidos; VIII - medidas para incentivar e viabilizar a gestão regionalizada dos resíduos sólidos; IX - diretrizes para o planejamento e demais atividades de gestão de resíduos sólidos das regiões integradas de desenvolvimento instituídas por lei complementar, bem como para as áreas de especial interesse turístico; X - normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos; XI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito nacional, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

Conforme Lima (2012), a reciclagem é importante porque pode contribuir para a diminuição da quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários, aumentando a vida útil dessas áreas e gerando economia e renda de forma direta e indireta por conta da aplicação de recicláveis. Sem falar das questões ambientais, fazendo reutilização de um recurso para atenuar a questões de procura e consumo exagerado dos recursos naturais.

Os resíduos sólidos e a má gestão dele pode trazer problemas graves de saneamento, afetando a saúde humana, podem contaminar ferir o ser humano com as estruturas ou

principalmente propiciar condições que podem levar a formação de diversas doenças, muitas trazidas por animais (vetores) (FOLLADOR, 2015). Museu, é na definição do *International Council of Museums* (ICOM, 2001):

Uma instituição permanente, sem fins lucrativos, a serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, aberta ao público e que adquire, conserva, investiga, difunde e expõe os testemunhos materiais do homem e de seu entorno, para educação e deleite da sociedade.

A criação e manutenção de um acervo museológico é uma tarefa trabalhosa, dispendiosa, complexa e ainda em processo de estudo e aperfeiçoamento. Muitas questões fundamentais ainda estão sendo discutidas pelos especialistas, e em muitas delas ainda não se formaram consensos ou regulamentações definitivas (BACHETTINI, 2017).

O acervo idealmente é gerido por um curador, ou por uma equipe de curadores, que tem a função de manter organizada e em bom estado a coleção em seus depósitos, define conceitualmente e organiza as exposições ao público, e supervisiona as atividades de documentação e pesquisa teórica sobre a coleção a fim de produzir novo conhecimento (BACHETTINI, 2017).

3. METODOLOGIA

3.1 Descrições do local

Inaugurado em 03 de abril de 1987, o Museu de Arqueologia da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) possui uma rica coleção científica constituída em grande parte por esqueletos humanos e diversos outros objetos arqueológicos que foram fruto das pesquisas realizadas pela professora no Sítio Arqueológico Furna do Estrago, Município Brejo da Madre de Deus em Pernambuco nas décadas de 1980 e 1990.

Desde sua inauguração, o Museu vem sendo visitado regularmente por professores, pesquisadores e estudantes das redes pública e privada do estado. O visitante tem a oportunidade de viajar no tempo, no período dos primeiros homens que habitaram a América do Sul e conhecer o modo de vida de uma comunidade indígena que viveu no Agreste do Estado de Pernambuco há cerca de 2.000 anos do presente, que segundo estudos mais recentes teriam um parentesco próximo a população nordestina atual.

O Museu de Arqueologia da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) está localizado na Rua Oliveira Lima, 824 - Boa Vista, Recife-PE (8°03'23''S 34°53'18''W). Formado pelo Palácio da Soledade, onde se encontra a exposição de arqueologia; pelo Laboratório, onde se localiza o acervo técnico e sala da coordenação do museu; e pela sala de preparação, onde é realizado a triagem das matérias do acervo técnico, conforme observado na (Figura 1).

Figura 1. Localização do Museu de arqueologia da UNICAP. Legenda: 1- Museu de Arqueologia da UNICAP; 2- Laboratório; 3- Sala de preparação



Fonte: Adptado Google Earth (2019).

3.2 Caracterização dos Resíduos

Para caracterizar quantitativamente os resíduos, foram coletadas amostras durante o período de 5 dias consecutivos, de segunda a sexta, no qual obteve-se uma média aproximada da demanda de resíduos gerado diariamente. Para caracterizar os resíduos qualitativamente, utilizou-se a amostragem de resíduos conforme a NBR 10.007/ABNT (2004).

A determinação da composição gravimétrica baseou-se no método de quarteamento da amostra, segundo a NBR 10.007/ABNT. Em seguida, fez-se uma mistura homogênea das duas amostras, que posteriormente foi dividida em quatro partes. Escolheram-se dois quadrantes localizados em lados opostos entre si, constituindo uma nova amostra, e descartaram-se as restantes.

Essa nova amostra foi despejada sobre uma lona plástica, na qual se inicia o processo de separação dos resíduos por tipo e que são armazenados em sacos plásticos de 100 L. Na amostragem são separados materiais como: papel, papelão, embalagem cartonada, alumínio, metais ferrosos, resíduos têxteis (pano, trapo e outros), vidro, plástico rígido, plástico mole, orgânico e rejeitos. Os materiais separados foram pesados individualmente. Também, os resíduos foram classificados segundo os critérios de tratabilidade definidos por Schneider (1994). Segundo a metodologia exposta pelo autor, os resíduos são divididos em: Biodegradáveis, que compreendem a matéria orgânica e madeira; recicláveis, onde são

considerados o papel/papelão, metais, plásticos, multicamadas e vidros; e descartáveis, considerando materiais perigosos, diversos, sanitários, trapo, couro e borracha.

3.3 O Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

A elaboração do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos teve como base o princípio dos 3Rs e da Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010, tendo como prioridade a minimização dos resíduos, seguida da reutilização e reciclagem, conforme realizado por Lins et al. (2018) em seus estudos na rua do Lazer, nas proximidades da UNICAP. Foram identificados e esclarecidos os responsáveis de cada etapa de gerenciamento dos resíduos e analisadas possíveis soluções compartilhadas com outros geradores. Metas e ações para a minimização da geração de resíduos sólidos, de reutilização e reciclagem dos mesmos também foram realizadas baseadas na PNRS (BRASIL, 2010), Decreto n.º 5.940/2006 (BRASIL, 2006) e a ABNT NBR 13463/1995 da coleta de resíduos sólidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diagnóstico dos Resíduos Sólidos

Inicialmente foram identificados locais principais de geração de resíduos dentro do museu e segmentos adjacentes, como o laboratório, banheiros, sala de pesquisa, acervo da coleção e sala de preparo de materiais, e, dentro do museu (sala de exposição das peças, secretaria e Hall). Além disso, foram coletados e analisados, cerca de 31,14 kg de resíduos sólidos acumulados durante o período necessário como observado na Tabela 1, onde mais de 97% foram caracterizados como papelão, conforme observado na Figura 2.

Tabela 1. Inventário de resíduos sólidos do Museu de Arqueologia da UNICAP.

Item	Resíduos	CLASSIFICAÇÃO (ABNT NBR 10004:2004)	Quantidade (Kg/semana)	Distribuição (%)
1	Papel	II A	0.17	0.55
2	Plástico	II A	0.33	1.06
3	Orgânico	II A	0.42	1.35
4	Metal	II A	0	0.00
5	Vidro	II A	0	0.00
6	Papelão	II A	30.22	97.05

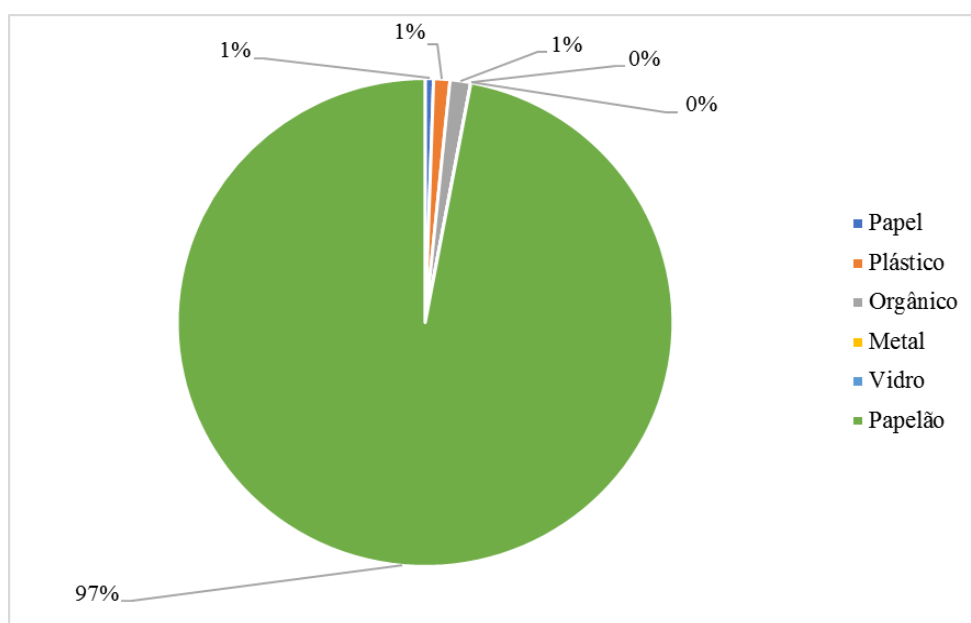
Fonte: Os autores (2019).

De um modo geral, de acordo com classificação baseada na NBR 10004/04, a maior parte dos resíduos ficou enquadrada como Classe II A, não inertes. Nos estudos realizados por Lins et al. (2016b) para a rua do lazer (próximo a UNICAP) foi concluído que os resíduos eram compostos em 66% de material orgânico, 23% de plástico, 6% de papel e, em menor quantidade, vidro e metal estando em 2,5% cada um, com valores diferentes sob o aspecto de composição quando comparados aos resíduos caracterizados ao museu da UNICAP. Todavia,

sob a ótica da tratabilidade, os resíduos de ambos os estudos se aproximam em termos percentuais em quase 95%.

De acordo com o relatório do New York City Department (2013), em museu de Manhattan, gerou-se cerca de 1,36 kg de lixo por semana e por funcionário, para um total de aproximadamente 50 kg (0,1 toneladas) por semana. Combinados os usos das instalações pelos funcionários e visitantes, foram gerados um total de aproximadamente 1,5 toneladas por semana de resíduos sólidos urbanos. Comparando-se com o Museu da Unicap, notou-se uma semelhança nos valores gerados semanalmente sem a visitação local.

Figura 2. Caracterização dos resíduos sólidos coletados e identificados.



Fonte: Os autores (2019).

4.2 O Plano de Gestão dos Resíduos

A coleta e o transporte interno deverão interagir com a rotina da operação do Museu, devendo estar direcionada no recolhimento e transporte dos resíduos dos pontos de geração pela equipe de limpeza até um armazenamento temporário que precisa ser definido. Em função da dinâmica de funcionamento do Museu, o método de coleta deve consistir no recolhimento dos resíduos diretamente dos pontos de geração, no transporte interno para a área destinada ao armazenamento temporário, que deverá abrigar os resíduos recicláveis e não recicláveis. Já os resíduos orgânicos deverão ser coletados e transportados para o Depósito de Lixo e, como previsto, a coleta externa deverá ser executada diariamente a fim de evitar presença de insetos e mau odor.

As atividades da Gestão de Resíduos deverão estar integradas com as de limpeza, manutenção, reparos e outras atividades na edificação. Recomenda-se que, além da equipe de limpeza, seja disponibilizado um efetivo de funcionários exclusivamente dedicados às atividades e respectivos procedimentos de coleta seletiva. Essa equipe deverá receber treinamento específico e, inicialmente, poderá ser constituída de 2 pessoas por turno, para executarem as atividades de coleta seletiva, transporte interno, triagem, segregação,

acondicionamento, preparação para o transporte e destinação final, além de executarem as tarefas e procedimentos para organização, limpeza e higienização dos contêineres e recipientes. Durante o funcionamento do museu, deverá haver um monitoramento constante dos recipientes e coletores para o melhor controle possível na geração. Sugere-se que o controle e monitoramento sejam realizados por um funcionário responsável que deverá comandar a equipe da Gestão de Resíduos, indicando a necessidade para as tarefas específicas e rotina de trabalho durante o funcionamento do Museu. Quanto ao roteiro de coleta dos resíduos deverão ocorrer em períodos diferentes aos horários de grande fluxo local como visitas, apresentações, eventos. Os locais dos pontos de coleta serão aqueles que permitem facilidade de acesso para a coleta e transporte internos, a movimentação, expedição e retirada pelos veículos de transporte. O cuidado no manuseio das operações de coleta, acondicionamento inicial e transporte interno com os contêineres são a base para evitar incômodos ao público nas áreas de livre acesso.

Quanto à destinação dos resíduos, sugere-se a parceria com a Associação de Catadores de Materiais Recicláveis, a Cooperativa Esperança Viva, para viabilizar a reciclagem dos resíduos inorgânicos ou uma parceria com alguma indústria que desejasse comprar estes resíduos conforme retratado por Almeida (2018). Já os resíduos orgânicos poderiam ser encaminhados para uma compostagem a ser implantada na universidade onde o húmus que seria gerado neste processo poderia ser utilizado na própria instituição conforme sugestões também apresentadas por Rodrigues (2015) em seus estudos para o Centro Integrado de Operação e Manutenção da CASAN.

5. CONCLUSÕES

Pode-se observar que a caracterização dos resíduos sólidos do local apresentou uma maior quantidade do material papelão (97%), exibindo uma classificação quanto a sua periculosidade como classe II A e tratabilidade do tipo reciclável.

Os resíduos gerados possuem um potencial muito grande para a reciclagem, pois contém em suas composições, materiais que possuem mercado comprador, tais como papel e papelão, plásticos e vidros.

A coleta seletiva e a reciclagem de resíduos sólidos são de fundamental importância para o museu, tendo em vista que os resíduos gerados no local tendem a crescer através das visitas. Portanto, a participação dos servidores e dos visitantes é imprescindível para a boa prática da gestão dos resíduos.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 13463, **Coleta de resíduos sólidos**, 1995.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 10004, **Resíduos sólidos: Classificação**, 2004.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2017.

ABUNGU, George HO. Museums: arenas for dialogue or confrontation. **ICOM News**, v. 54, p. 15-18, 2001.

ALMEIDA, J. A. (2018). Gestão de Resíduos Sólidos em Instituições de Ensino: Experiências Internacionais, Nacionais e no Município de Belo Jardim/Pe; **Revista Gest. Sust. Ambient.**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 467-485.

AMAZONAS, I. T. (2014). **Gestão Ambiental na Hotelaria: Tecnologias e Práticas Sustentáveis Aplicadas nos Hotéis de João Pessoa – PB**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, João Pessoa.

ANGELIS NETO, G.; **Gestão de Resíduos Sólidos nas Cidades Litorâneas do Estado do Paraná**, Relatório de Pós-Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, 2015.

ARIKAN, E.; ŞİMŞİT-KALENDER, Z. T.; VAYVAY, Ö. (2015). Solid waste disposal methodology selection using multi-criteria decision making methods and an application in Turkey, **Journal of Cleaner roduction**, v.45, p. 403-412.

BACHETTINI, A. L. **As reservas técnicas em museus: um estudo sobre os espaços de guarda dos acervos**, 513p., Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Memória Social e Patrimônio Cultural. Universidade Federal de Pelotas, 2017.

BRASIL. **Congresso Nacional. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 02 ago. 2010.

BRASIL. **Congresso Nacional. Decreto nº 5.940 de 25 de outubro de 2006**. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às cooperativas. 25 out. 2006.

BROLLO, M. J. et al. **Política e gestão ambiental em resíduos sólidos. Revisão e análise sobre a atual situação no Brasil**. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2001.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. Editora Humanitas, São Paulo, SP, pp. 134, 2003.

CAETANO, M. D. D. E.; DEPIZZOL, D. B.; REIS, A. DE O. P. DOS. (2017). Análise do Gerenciamento de resíduos sólidos e proposição de melhorias: estudo de caso em uma marcenaria de Cariacica, ES. **Gestão & Produção**, v.24, n.2, p. 382-394.

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. (2018). A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), v. 10, n.1, p. 199-212.

CUNHA, N. F.; **Um olhar sobre a coleta seletiva: estudo da implementação da Política nacional de Resíduos Sólidos no Município de Rio das Ostras/RJ**, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação, Universidade Federal do Rio de Janeiro – campus Macaé, 2016.

DE ANDRADE, A. T. S.; ALCÂNTARA, R. L. (2016). Resíduos Sólidos Urbanos e Impactos Socioambientais no Bairro “Lagoa do Ferreiro”, *Assu, RN*. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 16-31.

DE OLIVEIRA, T. B.; GALVÃO JÚNIOR, A. C. (2016). Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.21 n.1, p. 55-64.

FOLLADOR K. et al. Saneamento Básico: Meio Ambiente e Saúde. **Revista UNINGÁ Review**. Vol.23, n.1, pp.24-28 Jul – Set. 2015.

FROTA, A. J. A.; TASSIGNY, M. M.; BIZARRIA, F. P. A.; Oliveira, A. G.; **Revista de Gestão da Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 129 - 155, abr./set. 2015.

GASQUES, A. C. F. **Análise da Gestão e do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Campo Mourão - PR**, 123p., Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, 2015.

GODECKE, M. V.; NAIME, R. H.; FIGUEIREDO, J. A. S. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v. 8, n. 8, p. 1700-1712, 2019.

GONZALBO CORNIERI, M.; FRACALANZA, A. P.; Desafios do lixo em nossa sociedade. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 16, n. jul 2010, p. 57-64, 2010.

HESS, S. **Educação Ambiental: nós no mundo**, 2ª ed. Campo Grande: Ed. UFMS, 2002, 192 p.

LIMA, J.D. **Modelos de apoio a decisão para alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco, 2012. Recife – PE, 400 fls.

LINS, E. A. M. et al. Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados na Rua do Lazer - estudo de caso na UNICAP. In: Encontro Pernambucano, 5 e Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos, 3, 2016, Recife. **O desafio da gestão integrada dos resíduos sólidos face aos objetivos do desenvolvimento sustentável da ONU**. Recife: GAMPE, 2016b.

MADEIRA, D. J. S.; MARTINELLI, M. A. B. **Diagnóstico do Gerenciamento dos resíduos sólidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, Trabalho de Conclusão de Curso, Curso Superior Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, 2014.

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. P.; VALLE, T. F. (2018). Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 52, n.1, p. 24-51.

MELO, F. H. F. A. de. **Caracterização e Estudo do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos em um Consórcio Municipal do Estado de Pernambuco**. Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, 2015.

MMA. **Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR)**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília (DF), 2018.

NEW YORK CITY DEPARTMENT. **Study for the potential expansion of the Special West Chelsea District**, New York City Department of City Planning Manhattan Office, Nycplanning, June 28, 2013.

PHILIPPI JÚNIOR, A. ROMÉRO, M.A., BRUNA, G.C. **Curso de Gestão Ambiental. 2 ed.** Atualizada e ampliada. Barueri. Manole, São Paulo, 2014.

QUEIROZ, P.C.D., **O plano do gerenciamento do resíduo sólido urbano como ferramenta de implantação do programa Lixo Zero em Araguari – MG**. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal de Uberlândia, 2010. Uberlândia – MG, 356 fls.

RIBEIRO. L. M. M., **Avaliação quantitativa da segregação de resíduos sólidos recicláveis no município de Canoas – RS**. IM: 24º Congresso brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. CD ROM, Belo Horizonte, MG, 2007.

RODRIGUES, D. C. (2015). **Proposição de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para o Centro Integrado de Operação e Manutenção da CASAN (CIOM)**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SANTOS, J. P. O.; SILVA, E. V. L.; SOUZA, A. L.; EL-DEIR, S. G. Economia Circular como Via para Minimizar o Impacto Ambiental Gerado Pelos Resíduos Sólidos. In: Rodrigo Cândido Passos da Silva, João Paulo de Oliveira Santos, Daniel Pernambucano de Mello, Soraya Giovanetti El-Deir.. (Org.).

Resíduos sólidos: tecnologia e boas práticas de economia circular. 1ed.Recife: Edufrpe, 2018, v. 1, p. 8-17.

SANTOS, J. S.; BORTOLON, K. M.; CHIROLI, D. M. G.; OIKO, O. T. (2015). Logística verde: conceituação e direcionamentos para aplicação. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 19, n. 2, p. 314–331.

SANTOS, T. C. G. ; LIRA, E. B. S. ; ALMEIDA, C. C. S. ; EL-DEIR, S. G. . Apl como estratégia de gerenciamento dos resíduos sólidos de confecções do agreste pernambucano. In: João Paulo de Oliveira Santos; Rodrigo Cândido Passos da Silva; Daniel Pernambucano de Mello; Soraya Giovanetti El-Deir. (Org.). **Resíduos Sólidos: impactos socioeconômicos e ambientais.** 1ed.Recife: Edufrpe, 2018, v. 1, p. 163-173.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco.** Recife. 2012. 306p.

SILVA, M. J. F. (2013). **Impactos Socioambientais Causados pelo Destino Final dos Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Tacima-PB.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual da Paraíba, Departamento de Geografia, Campina Grande.

SILVA, R. C. P. da ; JUCA, J. F. T. ; EL-DEIR, S. G. Correlação da Renda e Geração de Resíduos Sólidos nos Setores de Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares da Cidade de Recife/PE, Brasil. **In:** Daniel Pernambucano de Mello; Soraya Giovanetti El-Deir; Rodrigo Cândido Passos da Silva, João Paulo de Oliveira Santos. (Org.). **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada.** 1ed.Recife: Edufrpe, 2018, v. 1, p. 331-343.

SOUTO, G.D.B.; POVINELLI, J. (2013). **Resíduos sólidos.** In: ASHBY, M.F. Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Rio de Janeiro: Elsevier. p.565-588.

TAVARES, C. P. D. V. B; MARI, C. L. (2017) Políticas e Educação Ambiental: o MST como agente potencializador da Educação do Cezar Perspec. Dial.: **Rev. Educ. e Soc.**, Naviraí, v. 4, n. 7, p. 80-96.

3.6 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DE VEÍCULOS AVARIADOS NUMA EMPRESA DE REMANUFATURA DE GOIÁS

COSTA, Hérika Aleixo da
Pontifícia Universidade Católica de Goiás
herikaaleixo@hotmail.com

OLIVEIRA, Adjane Damasceno de
Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco (GRS/UFPE)
adjanedeoliveira@gmail.com

MEDEIROS, Rafaella de Moura
GRS/UFPE
afaellamoura1@gmail.com

CARVALHO, Ricardo Valadão de
Universidade Federal de Goiás (UFG)
rvc.amb@gmail.com

RESUMO

A quantidade de veículos produzida desperta preocupação não só pelas perdas pós-produção como pelas perdas pós-consumo, uma vez que além dos impactos causados durante o processo produtivo, deve atentar-se em relação a destinação destes bens após atingirem o final de ciclo de vida. O gerenciamento adequado destes resíduos permite uma dinamização da cadeia produtiva. Diante disso este artigo analisou a rota tecnológica para logística reversa do resíduo de pós-consumo da indústria automobilística tendo como foco o gerenciamento dos resíduos provenientes de veículos avariados. Para tanto, desenvolveu-se um estudo de caso em uma empresa de remanufaturamento de peças por meio da ferramenta SWOT. Realizou-se visitas ao empreendimento com o objetivo de acompanhar e coletar dados que permitiram estudar a rota tecnológica dos resíduos identificando as entradas e saídas, os procedimentos de gerenciamento dos resíduos (armazenamento, segregação coleta e destinação final) e a aplicação da ferramenta proposta. Avaliando os resultados da análise SWOT observa-se que, no que se refere aos aspectos internos identificados na matriz, os pontos fracos podem servir de partida para melhorar a gestão do negócio. Desta forma, o estudo possibilitou conhecer com detalhes os processos que envolvem a logística reversa dos resíduos provenientes dos veículos avariados identificando os pontos críticos do empreendimento, apontado as estratégias de melhorias dos processos.

PALAVRAS-CHAVE: Logística Reversa, Matriz SWOT, Remanufaturamento de Veículos.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente e a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos vem ocupando lugar de destaque nos diversos setores da sociedade. Os impactos causados, nos diversos segmentos, pelos processos produtivos e pelo consumo de produtos e serviços estão cada vez mais visíveis, assim como a necessidade de implementar práticas sustentáveis, não apenas durante a produção, mas também nas etapas referentes a pós-produção e consumo. O setor industrial contribui com 1,3 trilhões para a economia e representa 22% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Para cada R\$ 1,00 produzido na indústria, são gerados R\$ 2,40 na economia como um todo, enquanto nos demais setores, o valor gerado é menor: R\$ 1,66 na agricultura e R\$ 1,49 no comércio e serviço (CNI, 2019).

A indústria automobilística é um setor que conta com uma vasta rede de fornecedores de insumos, matérias-primas e prestadores de serviços para que os bens produzidos cheguem até o consumidor final. A indústria automobilística tem efeitos sobre múltiplos setores da sociedade, sendo que mais 200 mil empresas no país têm suas atividades ligadas a ela (CNI, 2012). O veículo é um dos bens de consumo mais desejados. O relatório anual do Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (Sindipeças) demonstra que no ano de 2017 o Brasil registrou 43,4 milhões de unidades circulantes, entre automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus. A idade média da frota atingiu 9 anos e 7 meses e a relação entre a população residente e a frota de autoveículos foi de 4,8 habitantes por veículo (SINDIPEÇAS, 2018).

A quantidade de veículos produzida desperta preocupação pelas perdas pós-produção e pós-consumo, uma vez que além dos impactos causados durante o processo produtivo, deve atentar-se a destinação destes bens após atingirem o final de ciclo de vida. O gerenciamento destes bens pós-consumo permite tornar a cadeia produtiva mais dinâmica ao reintegrar os resíduos ao ciclo de vida do produto. Os veículos avariados caracterizam-se como perdas pós-consumo e representam um mercado consolidado de logística reversa de matérias-primas e insumos, seja por meio do retorno de peças ao mercado, seja pela promoção de retorno do resíduo ao processo produtivo, para que seja reciclado.

Este estudo se justifica por demonstrar a importância da reutilização e reciclagem pós-consumo e o funcionamento do canal logístico reverso. Desta forma, realizou-se um estudo de caso em uma empresa de remanufaturamento analisando a rota tecnológica do resíduo da indústria automobilística pós-consumo avaliando o gerenciamento dos resíduos provenientes de veículos avariados e propondo formas de aprimorar as estratégias de negócio do empreendimento utilizando a matriz SWOT.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Resíduos sólidos são aqueles no estado sólido e semissólido resultantes das atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrições (ABNT, 2004). Os bens industriais podem apresentar ciclos de vida útil de algumas semanas ou de muitos anos, após o que são descartados pela sociedade, de diferentes maneiras.

Constituem-se bens de pós-consumo os produtos em fim de vida útil ou usados como possibilidade de utilização e os resíduos industriais em geral. Os Veículos em Fim de Vida (VFV) são classificados genericamente como aqueles que não apresentam condições para a

circulação por mau estado de conservação ou que por outro motivo, constituindo um resíduo sólido (IMT, 2019).

Para se avaliar a relação do automóvel com o meio ambiente é preciso entender as características básicas deste, tais como: o volume significativo de resíduos que gera; a diversidade de materiais e os elementos químicos perigosos que o compõe; o impacto de sua cadeia global; o crescimento acelerado do mercado consumidor; os ciclos de vida cada vez menores e o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais que ele promove (MEDINA; GOMES, 2003).

O percentual de material que compõe um veículo varia muito em função da idade, modelo, tecnologia e do fabricante. Os primeiros automóveis utilizavam uma pequena ou quase nenhuma variedade de materiais na sua construção. Com o passar dos anos houve uma grande evolução dos materiais e sistemas tecnológicos que compõem os automóveis (GENERAL MOTORS, 1999).

O automóvel é constituído por um conjunto de produtos intermediários e finais montados a partir de dezenas de milhares de peças, compostas dos mais diversos materiais (SALLA; CADIOLI, 2015). A quantificação deste número de peças e materiais é muito complexa, variando de montadora para montadora e até mesmo entre os modelos de veículos (ZOBOLI; LEONE, 2000). Segundo Schmidt (2004) apud Marques (2005), um veículo é constituído de cerca de 30.000 peças podendo chegar até a 50.000 em determinados modelos sendo os materiais constituintes de maior representatividade o aço, o ferro fundido, os plásticos e as ligas não-metálicas. Esses materiais citados correspondem a mais de 90% da composição dos veículos.

Como ao longo dos anos os automóveis passaram pelo processo de modernização os materiais utilizados foram variando no sentido de reduzir o peso e aumentar a eficiência, assim como contemplar as possibilidades de reciclagem (ZOBOLI; LEONE, 2000) e incorporar em seu processo produtivo elementos menos agressivos ao ambiente (SALLA; CADIOLI, 2015). Notoriamente novos projetos devem incorporar atributos ambientais direcionados a reciclagem de materiais e remanufatura, além de peças e componentes que permitam a incorporação de materiais reciclados (SALLA; CADIOLI, 2015) e remanufaturados.

Tem aumentado o número de consumidores que buscam por produtos com menor impacto ambiental. Desta forma, em busca de atrair e satisfazer seu público alvo, as empresas conscientizam-se da necessidade de demonstrar uma postura ambientalmente correta por meio do reposicionamento de seus produtos na pós-venda e observa-se que a logística reversa contribui significativamente para a transição da logística tradicional em uma logística muito mais focada na visão estratégica e sustentável dos negócios das empresas (PIRES; SILVA, 2016), além de criar um novo nicho de mercado a ser explorado, promovendo economia circular, ao restituir os resíduos ao ciclo de vida do produto.

2.1. Legislação

Observa-se a evolução entre as primeiras diretivas ambientais e as que vigoram até os dias atuais, principalmente pela mudança da abordagem dada aos sistemas de produção. Antigamente o foco centrava-se apenas no final do processo produtivo, e atualmente abordam questões ambientais desde as primeiras fases na concepção do produto (MARQUES; MEIRELLES, 2007).

A Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), representa um marco histórico para o setor de resíduos sólidos no Brasil e incluiu os sistemas de logística reversa dentre os instrumentos a serem utilizados para implementação desta política pública que é de suma importância ambiental para o país. Apesar de não se enquadrar como

resíduo de logística reversa obrigatória, este é um leque que se abre no gerenciamento dos resíduos sólidos pós-consumo provenientes do setor automobilístico. Além disso, define ordem de prioridade na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada. A lei estabelece também uma diferenciação entre resíduo e rejeito em um claro estímulo a reutilização e reciclagem dos materiais, admitindo disposição final apenas dos rejeitos (BRASIL, 2010). Além disso, tem-se a Lei Federal nº 12.977/2014, popularmente conhecida como “lei do Desmanche”, que regula e disciplina a atividade de desmontagem de veículos automotores terrestres no Brasil com o objetivo de combater o comércio clandestino de peças, o que também deve diminuir os roubos e furtos, regularizando as atividades de ferros-velhos (BRASIL, 2014).

Naveiro e Medina (2008) citam que a reciclagem no setor automotivo e nos veículos em fim de vida vem se consolidando com boas perspectivas, crescimento que vem sendo impulsionado pela legislação ambiental e de responsabilidade social das empresas. A tendência do setor é aumentar a qualidade dos materiais reciclados para retornarem as funções iniciais. Os veículos também constituem fontes móveis de poluição atmosférica. Diante disso, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) instituiu o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) por meio da resolução Conama nº 18, fixando prazos, limites máximos de emissão e estabelecendo exigências tecnológicas para veículos automotores (BRASIL, 1986).

Este é um programa estratégico para o controle da poluição atmosférica, principalmente em relação às regiões metropolitanas com expressiva frota veicular. A implementação das diretrizes do programa trouxe uma aceleração na evolução tecnológica da indústria automobilística (MMA, 2016), o que impacta diretamente no mercado de pós-consumo do setor.

2.2. Logística reversa pós-consumo e a reciclagem

A importância da logística e os métodos que a envolvem estão recebendo cada vez mais atenção. Práticas como a logística reversa dão às empresas uma vantagem competitiva quando usadas de forma eficaz e também podem proteger a empresa, além de ser considerada ambientalmente adequada (GECHEVSKI et al., 2016). Leite (2003) define que a logística reversa é a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas do retorno dos bens ao ciclo de negócio ou ao ciclo produtivo por meio dos canais de distribuições reversas. Desta forma, engloba o fluxo contrário ao canal de distribuição convencional, com a intenção de promover a revalorização dos produtos, a fim de facilitar sua reinserção no mercado por meio da reutilização ou reciclagem ou seu descarte adequado (MOTA et al., 2015).

A legislação ambiental brasileira incorporou o conceito de logística reversa dentro das definições aplicáveis a área ao instituí-la como instrumento para viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010). A logística reversa envolve todas as operações relacionadas aos procedimentos logísticos, referentes ao fluxo de materiais, na busca de uma recuperação sustentável e trata-se também do fluxo de materiais que retornam por algum motivo – devoluções de clientes, retorno de embalagens, retorno de produtos e/ou materiais para atender à legislação etc. A logística reversa não trabalha apenas com o fluxo físico de produtos, mas também de todas as informações envolvidas nesse processo (SOUZA, 2010; ALMEIDA, 2016).

Couto e Lange (2017) destacam que motivações para a realização da logística reversa por parte das empresas estão, em geral, fundamentadas em três eixos: ambiental, financeiro e legal. Em estudo realizado por Bueno, Dias e Braga Júnior (2017) evidenciou-se que a aplicação da logística reversa pode resultar vantagens ambientais e econômicas. Dentre as vantagens ambientais tem-se a destinação ambientalmente adequada dos resíduos e a redução de impactos ambientais relacionados ao ciclo de vida do produto promovendo a economia circular, e como vantagens econômicas tem-se a valorização financeira do resíduo gerando uma receita. Assim, a logística reversa vem se destacando como uma ferramenta empresarial para que as organizações gerenciem todo o ciclo de vida de seus produtos, adotando práticas para que os produtos descartados sejam reintegrados ao ciclo produtivo (SILVA et al., 2015). Os produtos disponíveis no mercado estão com o ciclo de vida cada vez mais curto e o avanço tecnológico acelerado faz com que estes produtos tenham sua obsolescência programada, o que aumenta o volume de material descartado (MORAIS; BREJÃO; NETO, 2015).

A destinação final dos automóveis constitui um problema global e deve ser executada mediante infraestrutura específica, que garanta a eficiência neste processo, sem comprometer o ambiente uma vez que o processo deve ser criterioso, devido ao grande número de componentes e a existência de materiais amplamente maléficis ambientalmente (SALLLA, 2015). De acordo com Arruda (2003), existem basicamente dois fluxos reversos implantados: o fluxo reverso de pós-venda de autopeças com defeitos, que pode ser originado tanto na concessionária quanto na montadora, que retornam na cadeia de distribuição em direção aos fornecedores; e o fluxo reverso de pós-consumo de autopeças que apresentaram defeitos depois que os veículos foram vendidos. Este segundo fluxo tem origem nas concessionárias, quando o cliente faz a manutenção do veículo. Rogers e Tibben-Lembke (1999) apresentaram exemplos da importância da logística reversa, como as empresas varejistas, onde as mesmas obtiveram 25% de seus lucros derivados da melhor gestão da sua logística reversa.

A tomada de consciência ambiental, fez com que a reutilização e a reciclagem se apresentem como uma alternativa, na busca de uma solução importante para prolongar a vida dos recursos não renováveis (MEDINA, 2007). A reutilização refere-se ao processo de aproveitamento dos resíduos sem transformação física, química ou biológica, já na reciclagem estas transformações ocorrem permitindo que sejam produzidos insumos ou novos produtos (BRASIL, 2010). Para Guarnieri et al. (2006), a revalorização legal dos resíduos de pós-consumo é uma forma de obter competitividade, resolvendo o problema da destinação dos resíduos, garantido o seu retorno ao ciclo produtivo e de negócios. Na indústria automobilística, de acordo com a Toyota (2002), a reciclagem deve ser abordada como questão essencial durante o ciclo de vida útil de um automóvel, desde a sua concepção até a fase de fim de vida.

A indústria automobilística vem investindo em qualidade dos materiais mudando os processos produtivos para obter um maior aproveitamento do bem após sua obsolescência. Os veículos possuem vários fatores positivos que viabilizam sua reciclagem, dentre eles o valor agregado à sucata automotiva e a facilidade na segregação (CASTRO, 2012). Naveiro e Medina (2008) mostram que a atividade de reciclagem de veículos e autopeças é primordialmente transversal e que exercida tanto interna e externamente ao setor automotivo. Para tal é necessária a construção de uma cadeia logística reversa na qual montadores e fornecedores estejam inseridos.

A utilização de plataformas integradas ou consorciadas que se baseia em uma tendência de utilização de mesmas peças, sistemas e materiais por vários modelos facilita a desmontagem com ganhos de tempo e de escala de produção, que se constituem em entraves importantes à viabilização econômica da reciclagem (NAVEIRO; MEDINA, 2008). A gestão eficiente dos retornos é considerada por Lambert e Cooper (2000) uma grande oportunidade de negócios, podendo gerar projetos inovadores. Para que a distribuição reversa seja eficiente e eficaz precisa

ser coordenada por meio de toda a rede e não só por meio do fluxo individual de bens e por uma única empresa (BERNON et al., 2004). Miranda e Mendes (2016) destacam uma crescente preocupação com a conservação dos recursos ambientais e com a busca de certificações, fazendo com que haja uma mobilização por parte da iniciativa privada em procurar tecnologias que viabilizem a logística reversa. São encontrados diversos estudos e teorias que tratam produtividade, logística empresarial e qualidade na produção baseada em matérias-primas primárias ou virgens, mas ainda há pouca literatura que trate a respeito do processo produtivo de remanufatura (GOTO; KOGA; PEREIRA, 2006; DROHOMERETSKI et al., 2015).

3. METODOLOGIA

Para realização deste estudo efetuou-se uma abordagem qualitativa e descritiva por meio de estudo de caso, analisando o gerenciamento dos resíduos, provenientes de veículos avariados, realizado por uma empresa situada no município de Goiânia, Goiás. Para tal, realizaram-se visitas ao local objeto do estudo, durante o qual se pôde acompanhar e coletar dados que permitiram detalhamento da rota dos resíduos pós-consumo, especificamente de carros avariados provenientes oficinas e concessionárias, identificando as entradas e as saídas, os procedimentos de manejo dos resíduos como coleta, a segregação, o armazenamento e a destinação final.

O estudo permitiu também identificar os pontos críticos do empreendimento, apontando as estratégias de melhorias dos processos para adequada logística reversa e retorno do resíduo ao ciclo de vida do produto e conseqüentemente, a gestão da organização. Assim, este estudo de caso analisou a rota tecnológica do resíduo pós-consumo praticado pela empresa e utilizou a ferramenta SWOT para avaliar as melhorias de gestão do negócio. A análise da SWOT estuda a competitividade de uma organização segundo quatro variáveis: forças, fraqueza, oportunidades e ameaça (ALVAREZ et al., 2016). E por meio dessas variáveis é possível diagnosticar a empresa no cenário de sua atuação, oportunidades e gargalos (BEZERRA et al., 2016). É uma ferramenta usada para realização de análise de ambiente e serve de base para planejamentos estratégicos e de gestão de uma organização. A SWOT serve para posicionar ou verificar a situação e posição estratégica da empresa no ambiente em que atua (COMINO; FERRETI, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa estudada denomina-se Ribeirão Latas Comércio de Latas Automotivas Ltda e foi fundada em 24 de março de 2003, e atua no setor de remanufatura de peças automotivas. No que se refere à captação de materiais, tem-se no empreendimento uma entrada em torno de 7.900 (sete mil e novecentas) peças por mês, das quais 80% são reaproveitáveis, 15% não reaproveitáveis e 5% são rejeitos. Atualmente a capacidade de processamento da empresa é de um quarto da entrada mensal de captação dos lotes reaproveitáveis, isso significa que das 6.320 (seis mil trezentos e vinte) 1.600 peças vão para o processo de remanufatura. A empresa possui estrutura física para fazer a captação e armazenamento desse material não processado. Os resíduos automobilísticos são a fonte de matéria-prima para o processo produtivo da empresa, o que a insere, portanto, na rota tecnológica da logística reversa dos resíduos automotivos de pós-consumo.

A matéria-prima é a originada de sucatas de veículos provenientes de avarias. Esta matéria-prima é obtida por meio de parcerias com as concessionárias e oficinas, o que facilita o processo de recolhimento desse material, pois quando um produto que compõe o veículo ou parte dele chega ao final do ciclo de vida, este é encaminhado para oficinas para reparos, o que

inclui troca/reposição de peças e posteriormente procede-se com a coleta dessa sucata para remanufatura.

Em geral, reaproveita-se a maior parte da sucata, pois é constituída de materiais nobres, como metais, que mesmo quando não são adequados para remanufatura possuem valor econômico agregado e são direcionados para venda para indústria siderúrgica onde serão reciclados. Isso caracteriza um dos fatores de lucratividade no processo de logística reversa, pois os produtos que não serão reaproveitados no processo de remanufatura poderão ser vendidos, observa-se assim que existem diferentes rotas para retorno do resíduo ao ciclo de vida do produto. As etapas, para transformação do produto usado em produto remanufaturado são todas realizadas pela empresa e ocorre na seguinte sequência: coleta, triagem, classificação, processamento do produto remanufaturado, estocagem, venda dos produtos e transporte para o cliente na região, caso haja demanda de transporte (Figura 1). O processo da remanufatura inicia-se na captação dos resíduos que são vendidos como sucata, onde se buscam produtos que tenham chegado ao final do ciclo de vida, pois esse resíduo servirá de matéria-prima para o processo produtivo. Desta forma, identificar os potenciais fornecedores da matéria-prima é essencial para sustentabilidade financeira do negócio.

Figura 1. Fluxograma da rota tecnológica dos resíduos dos veículos avariados



Fonte: Autores (2019).

Os veículos avariados chegam às concessionárias e oficinas e, após a manutenção, o mecânico armazena o material para formação dos lotes das sucatas para posterior coleta. Com os lotes de sucata formados, os fornecedores solicitam a coleta desse material e o valor da sucata é negociado no ato do recolhimento. Após a coleta, as matérias passam por um processo de triagem visual. O processo de triagem é realizado em cinco etapas: classificação, separação dos lotes recuperáveis e não recuperáveis, armazenamento temporário, venda de sucata para terceiros e disposição dos rejeitos. A classificação dos materiais é necessária para agrupá-los nos devidos lotes. Para um processo de produção eficiente é necessário identificar o estado dos materiais que chegam à empresa, ou seja, o resíduo passa por uma triagem visual. Neste momento a matéria-prima é classificada como: reaproveitável e não reaproveitável. O preço pago ao fornecedor depende dessa classificação da matéria-prima. Em termos de estoque a empresa armazena apenas matérias-primas classificadas como reaproveitáveis.

Os materiais que foram separados como reaproveitáveis seguem em parte para a remanufatura e parte para o galpão de armazenamento temporário, pois a empresa não consegue absorver todas as entradas de uma vez e precisa de espaço para estocagem dos resíduos que serão encaminhados posteriormente para o processo de remanufatura. As peças e partes não reaproveitáveis são encaminhadas para terceiros, para que o material seja triturado, prensado e vendido para a indústria siderúrgica que fará a sua utilização como matéria-prima para novos bens. Os rejeitos são destinados para o aterro sanitário, exemplo desses materiais: vidros e isopor. O quantitativo desse material é muito baixo, e não ultrapassa 5% do volume da sucata que a empresa recolhe. As sucatas com pouco desgastes requerem aplicação de menos recursos de mão-de-obra e equipamentos, ocasionando redução no custo de remanufatura. Por esse motivo, a concorrência pelas sucatas de boa qualidade é elevada.

O processo de remanufatura é realizado dentro das instalações da própria empresa, as peças usadas, matérias-primas da remanufatura, retornam ao processo produtivo e passam por um criterioso processo de reconstituição. Em geral, as peças recondiçionadas passam por reaperto, soldagens para tirar folgas, substituição de pequenos componentes, pinturas e ajustes. Após a remanufatura as peças são estocadas na matriz, em prateleira, para serem vendidas como produto secundário. Um fator que direciona o processo produtivo é o controle de entradas e saídas para que haja reposição das peças que são vendidas, permitindo que a produção atenda a necessidade do mercado e consiga fazer a reposição do estoque de material disponível à pronta entrega para os potenciais clientes.

A empresa apresenta dificuldade para gerenciar seu estoque de matéria-prima (produto que aguarda processamento), visto que recebe mais materiais que a capacidade de manufatura, o que aumenta a necessidade de espaço e os custos com estoques. O treinamento da equipe proporciona bons controles de entradas, para que esses possam seguir o fluxo reverso correto, impedindo que materiais que não deveriam entrar no fluxo o façam. Os critérios para avaliar produtos aptos para remanufatura é uma etapa subjetiva vinculada à capacidade e tecnologia que o empreendimento possui para recuperar a peça e a capacidade técnica do profissional especialista na área de funilaria. As iniciativas relacionadas à logística reversa têm trazido consideráveis retornos financeiros para a empresa, com o reaproveitamento de materiais para a produção. Dessa forma, considera-se que os esforços em desenvolvimento em melhorias nesses processos apresentam potencial de obtenção de retornos interessantes, que justifiquem o investimento para aprimoramento do negócio: a empresa fatura em média 1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil) reais por ano e o custo operacional para manter esse segmento gera em torno de 70% do faturamento bruto.

Após definir a rota tecnológica dos resíduos provenientes de veículos automotivos avariados percebe-se a importância do reaproveitamento da maior parte dos componentes dos veículos. De acordo com Castro (2012), isto reduz a necessidade de se fabricar novos componentes, além de reduzir também a exigência energética na reciclagem de materiais. No entanto, o autor ressalta que a comercialização de itens reutilizados deve ser regulamentada para assegurar a confiabilidade destes componentes. Foi realizada a análise do empreendimento por meio da Matriz SWOT (Quadro 1) e para tal acompanhou-se o dia-a-dia das atividades do empreendimento, o que permitiu delimitar forças e fraquezas, no ambiente interno, e oportunidades e ameaças, no ambiente externo. Esta análise possibilita elaborar estratégias para obter vantagem competitiva e promoção de melhorias no desenvolvimento organizacional.

Quadro 1 – Diagrama da Matriz SWOT para a empresa de remanufaturamento de peças de veículos avariados

		FORÇAS	FRAQUEZAS
Fatores internos		Experiência no mercado	Custo operacional
		Parceria com fornecedores	Necessita de grandes áreas para armazenamento
		Localização	Processo fragmentado
		Baixo investimento em tecnologia	Ausência de controle de estoque de matéria-prima
		Mercado voltado para a logística reversa	
		Regularidade legal	
		Controle de estoque dos produtos remanufaturados	
		OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Fatores Externos		Mudança do cenário na área dos resíduos sólidos	Concorrência
		Duração do ciclo de vida do produto	Escassez de mão de obra especializada
		Baixo custo da matéria-prima	Variedade de modelos
			Qualidade das peças é variável no final do processo produtivo

Fonte: Autores (2019).

Os dois primeiros quadrantes formam o ambiente interno, expressando fatores positivos e negativos presentes na empresa. No primeiro quadrante foram inseridos os pontos fortes (forças – strengths), ou seja, os principais atributos (aspectos internos e bons) da empresa (BOVO, 2016). Dentre as forças destacam-se:

- Experiência no mercado: proporciona consolidação de fornecedores que é desenvolvida por meio de parcerias, confiabilidade por parte do cliente, experiência na gestão do empreendimento, estrutura consolidada do negócio.

- Parceria com fornecedores: facilita o processo de recolhimento da sucata, quando um produto que compõe o automóvel chega ao final da vida útil.

- Localização: a empresa está localizada em um ponto estratégico da região de Goiânia, onde há muito movimento de carros e fácil acesso. Outro fator importante é que está localizada na zona central da região do município otimizando as distâncias das entregas dos produtos para os clientes, quando solicitado, e está situada na capital do Estado onde devido ao maior adensamento populacional também há grande oferta de matéria-prima.

- Baixo investimento em tecnologia: são poucas as ferramentas necessárias para o processo produtivo do material remanufaturado (lixadeira, spolter, furadeira, máquina de solda, jogo de ferramentas).

- Oferta de produto com um valor competitivo: a formação de preço do produto no mercado varia de acordo com os custos básicos de produção: aquisição da matéria-prima, insumos, mão-de-obra, custo com infraestrutura e logística. A aquisição de matérias e o custo com a tecnologia para o processo é baixo, portanto, reflete positivamente na formação do preço de venda do produto.

- Mercado voltado para a logística reversa: o ponto interessante desse mercado é conciliar a lucratividade da logística reversa na produção de remanufaturados inserindo-os no mercado novamente como produto secundário e, portanto, prolongando a vida útil do produto, proporcionando a diminuição do volume de resíduos que irão para disposição final, além de aumentar a empregabilidade no mercado. Além disso, este é um mercado que tende a crescer com a consolidação das políticas públicas relacionadas ao setor.

- Regularidade legal: a empresa funciona com todos os alvarás, documentações necessárias, isso inclui prefeitura, vigilância sanitária e Detran. A empresa emite nota fiscal dos produtos que são vendidos. Tudo isso passa credibilidade para o cliente, pois o mesmo tem a segurança de efetuar a compra de uma mercadoria que tem origem lícita, uma vez que este é um mercado em que muitos trabalham na informalidade, fornecendo produtos de origem ilícita.

- Controle de estoque dos produtos remanufaturados: a empresa possui software para controle de entradas e saídas dos produtos remanufaturados, o que permite controle do fluxo de vendas e reposição de estoque conforme demanda de mercado.

No segundo quadrante foram apresentados pontos fracos da empresa (fraquezas – weaknesses) que expressam fatores que limitam a empresa, desfavorecendo-a no controle mercadológico, afetando-a caso não sejam controlados (BOVO, 2016). Quanto às fraquezas têm-se:

- Custo operacional: apesar do custo da matéria-prima ser baixo, há o custo elevado envolvido para o recolhimento e armazenagem temporária. O recolhimento acarreta custos relacionados à disponibilização de mão-de-obra, veículo, combustível e manutenção dos mesmos. Além disso, são necessárias grandes áreas de estocagem, pois parte do produto que é captado vai para o processo produtivo, e a outra parte é armazenada, e alguns destes locais de armazenamento são alugados, representando custo fixo mensal.

- Processo fragmentado: como a captação de peças é maior que a capacidade de processamento, existem galpões com diferentes localizações para armazenar o produto antes de ir para a produção, no entanto há baixo controle de estoque, o que deixa a operação fragmentada e com a logística comprometida. Na matriz é feito todo o processo de triagem, classificação, remanufatura, estocagem e venda dos produtos processados. As mercadorias que ainda não foram remanufaturadas ficam estocadas em depósitos separados do processo produtivo e que são mantidos fechados. Esses locais separados dificultam o processo de logística e aumentam a distância entre as coletas e os fluxos internos de processamento.

- Ausência de controle de estoque: o baixo controle de estoque é devido à falta de segurança nos galpões fechados e ausência de sistemas para o controle de entradas dos produtos nestes locais, que se situam em regiões periféricas e não há funcionários alocados nestas estruturas. As peças são transportadas e descarregadas nos galpões que ficam fechados até a chegada de nova remessa de material. Esse fato reflete problemas nas vendas e aumento do custo operacional, pois os funcionários dos estoques têm que ir periodicamente aos galpões de armazenagem para fazer triagem da matéria-prima, verificar quais peças serão necessárias para reposição de estoque e retirada de peças específicas previamente encomendadas por clientes, e ausentes à pronta entrega. Observa-se que não existem controles de entrada e saída o que dificulta a operacionalização do processo, a verificação de perdas de materiais e a existência de produtos conforme a demanda dos clientes.

Já no terceiro e quarto quadrante são compostos pelo ambiente externo, ou seja, fatores fora do controle direto da empresa. Estes fatores são identificados para alertar o gestor e não implica que devam ser diretamente tratados (BOVO, 2016). No terceiro quadrante encontram-se as oportunidades (opportunities) externas à empresa (mercadológica, política, econômica, dentre outras) e que podem ser úteis ao projeto (BOVO, 2016). Avaliando os fatores externos, para as oportunidades têm-se:

- Mudança no cenário na área dos resíduos sólidos: com a Política Nacional de Resíduos Sólidos os fabricantes têm responsabilidade com os resíduos gerados. As empresas voltadas para a reutilização/reciclagem desses resíduos são uma alternativa para destinação final ambientalmente adequada. A logística é um dos principais fatores que proporcionam o diferencial competitivo que as empresas necessitam para se manter no mercado globalizado, de forma a satisfazer o cliente, visando maximização do lucro, pois o produto no final do ciclo de vida, ao invés de ser descartado, possui valor agregado no mercado.

- Ciclo de vida do produto: como resultado do capitalismo as indústrias, inclusive automobilísticas, produzem produtos com ciclos de vida cada vez mais curtos, ou seja, a obsolescência é programada, o que resulta em alta demanda de manutenção nos carros, portanto aumenta o número de resíduos, favorecendo o processo voltado para a logística reversa. O segmento automobilístico está submetido a constantes mudanças, principalmente com a quantidade de veículos que são lançados anualmente. O avanço da tecnologia também é um fator relevante que acelera a obsolescência dos produtos.

- Custo baixo da matéria prima: o custo de aquisição da matéria-prima é baixo, pois o material atingiu o final do ciclo de vida, portanto o valor agregado a sucata é valor residual.

E por fim têm-se as ameaças (threats) que são entendidas como fatores externos que podem prejudicar o projeto (BOVO, 2016). Quanto às ameaças do empreendimento têm-se:

- Concorrência: devido à concorrência ser alta neste mercado na região de Goiânia, e grande quantidade de empresas não possuem documentação necessária para o funcionamento, estes conseguem vender produtos com um preço abaixo do valor de mercado. A situação de informalidade leva muitas empresas a operarem com custo fixo inferior, efetuando práticas ilegais, como sonegação de impostos, que possibilitam diminuir mais ainda os seus preços de venda, afetando negativamente o preço praticado pelas empresas que trabalham de forma correta.

- Escassez de mão de obra especializada: é um fator importante nesse processo, pois os colaboradores envolvidos nesse processo da rota tecnológica precisam ter conhecimento dos modelos dos carros, verificar se as peças são passíveis de recuperação para controlar o fluxo de entrada do produto. Isso determina a otimização de custo do processo e evita retrabalho.

- Variedade de modelos de veículos: existe uma grande diversidade de modelos de peças, e para um mesmo veículo as peças variam de acordo com o ano de fabricação. Existem ainda diversas marcas e modelos de carros. Essa grande variedade de peças dificulta o controle de estoque.

- Qualidade das peças é variável no final do processo produtivo: o produto vai depender do estado da sucata, quanto mais deteriorado estiver o material menor é o seu valor de mercado. Ressalta-se que as peças muito danificadas não são passíveis de reaproveitamento e são encaminhadas a indústria de siderurgia ou para disposição final.

A organização destas informações na matriz SWOT auxilia avaliar como utilizar os pontos fortes para minimizar as ameaças e aproveitar as oportunidades e permite também identificar os pontos fracos para estabelecer relevância e prioridades a serem tratadas (BOVO, 2016). Avaliando os resultados da análise SWOT observa-se que, nos aspectos internos, os

pontos fracos podem servir de partida para melhorar a gestão do negócio. Neste sentido, pode-se utilizar a parceria com fornecedores para reduzir o custo operacional com a coleta dos resíduos, passando a trabalhar com elaboração de rotas pré-definidas, aumentando assim, a rentabilidade do negócio. A sistematização do transporte deve ser desenvolvida para ligar, de forma eficiente, os pontos de geração em que os materiais usados devem ser coletados, até as instalações onde eles serão usados no futuro.

De acordo com Marques e Meirelles (2007), em uma atividade como a de remanufatura é de importante que seja garantido o fluxo de matéria-prima na entrada do processo, ou seja, que seja assegurada uma alimentação constante de peças a serem processadas. Em estudo realizado por Peixoto et al. (2010), no que se refere à adaptação de uma empresa automotiva para a implantação da logística reversa foi criado um fluxo logístico com os parceiros, os quais envolvem principalmente clientes e fornecedores, baseado em quantidades e frequências.

Mensalmente o empreendimento recebe mais material do que tem capacidade de processar e por isso necessita de grandes áreas para armazenamento, e devido a ausência de espaço possui um processo fragmentado. De acordo com o quadrante de forças, o investimento em tecnologia é baixo, portanto considera-se interessante a realização de um estudo para averiguar a viabilidade financeira e mercadológica de aumento da capacidade de processamento e ampliação do mercado de distribuição, diminuindo a quantidade de matéria-prima estocada, atacando estes pontos fracos da empresa. A regularidade ambiental pode contribuir neste quesito principalmente no que tange a parcerias para distribuição dos produtos remanufaturados.

Ainda no que se refere à fragmentação do processo, o ideal seria ter em apenas um local para os processos de armazenagem, produção e venda do produto acabado, para um melhor planejamento e controle de estoque. Quanto a ausência de controle de estoques, recomenda-se que a empresa utilize o software, que já possui, para controle de todas as entradas de produtos remanufaturados e saídas (vendas) também para controle de estoque, integrando assim os dados e processos de todos os âmbitos da empresa em um único ambiente. Isso permitirá que os gestores possam ter acesso a todas as informações de forma atualizada, melhorando o controle e permitindo maior planejamento das estratégias do negócio. O processo logístico reverso requer uma infraestrutura adequada para lidar com os fluxos de entradas de materiais usados e fluxo de saída de materiais remanufaturados.

De acordo com Castro (2012), a reutilização de peças sobressalentes melhora a oferta de peças no mercado, especialmente para os veículos que não são mais fabricados, portanto, este é um negócio que tende a crescer, além de trazer uma série de benefícios para a sociedade, como a economia de recursos naturais renováveis e não renováveis, a criação de novos empregos, além de possibilitar o fechamento do ciclo de vida dos veículos. Em estudo realizado por Bovo (2016), identificaram-se benefícios advindos da utilização da análise SWOT e que também foram identificados neste estudo: metodologia de fácil aplicação e visualização, agilidade na estruturação e organização das informações relevantes, facilidade visual de relacionar os quadrantes e ambiente interno e externo e facilidade de visualizar soluções para a empresa.

5. CONCLUSÕES

A necessidade de desenvolvimento econômico deve ser associada ao desenvolvimento sustentável. A avaliação e a promoção de melhoria contínua na rota tecnológica da reutilização e reciclagem são medidas que possibilitam mitigar os danos ambientais e agregar valor ao resíduo. Ao consumir sucata no seu processo produtivo, a empresa cumpre um papel fundamental na melhoria da qualidade de vida da comunidade e na limpeza da cidade, ao reduzir o volume de resíduos enviados para a área de disposição final do município, que não foi licenciada para receber resíduos advindos desta fonte de geração. A atividade de coleta e de

processamento de sucata é geradora de empregos por meio de uma cadeia de empreendedores que se dedicam a essa atividade.

O estudo possibilitou conhecer com detalhes os processos que envolvem a logística reversa dos resíduos provenientes dos veículos avariados, avaliar e mapear os pontos fortes e fracos, as oportunidades e ameaças no fluxo da atividade. Essa pesquisa também se faz importante para a empresa, pois permite que esta estabeleça as conexões entre a prática e a teoria, passando a se familiarizar com o termo remanufatura, além de visualizar seu papel no desenvolvimento da economia reversa. A utilização das informações contidas nesse estudo também pode auxiliá-la a buscar fundos de investimentos para promoção de melhorias no processo e na estrutura.

A gestão integrada é a gestão de todos os departamentos da empresa, desde a coleta dos resíduos a venda dos materiais remanufaturados e conclui-se que a integração destes processos em um fluxo de informação único permitirá maior planejamento das estratégias do negócio. Assim, além de propor a utilização dos fatores internos identificados na matriz SWOT como potencializadores da atividade, as informações geradas permitem que a empresa faça uma gestão integrada, refletindo na diminuição dos seus custos com a logística, um controle eficiente do estoque que irá refletir na venda do produto e na lucratividade do processo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. S. Logística Reversa na Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: EL DEIR, S. G.; PINHEIRO, S. M. G.; AGUIAR, W. J. (Orgs.). **Resíduos sólidos: Práticas para uma gestão sustentável**. [livro eletrônico]. 1 ed. Recife: EDUFRPE, 2016.

ALVAREZ, S.; CARBALLO-PENELA, A.; MATEO-MANTECÓN, I.; RUBIO, A. Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats analysis of carbon footprint indicator and derived recommendations. **Journal of Cleaner Production**, v.121, p.238-247, mai. 2016. Disponível em:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616001736>>. Acesso em: 01 maio 2019.

ARRUDA, D. **Logística reversa na Fiat Automóveis**. Monografia de especialização, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BERNON, C., COSSENTINO, M., GLEIZES, M. P., TURCI, P., & ZAMBONELLI, F. A Study of Some Multi-agent Meta-models. In: Odell J., Giorgini P., Müller J.P. (eds). **Agent-Oriented Software Engineering V. AOSE**. Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlin, Heidelberg, vol 3382, 2004.

BEZERRA, A. P. X. G.; MAIA, F. B.; FERREIRA, G. L.; PONTES, M. A. A análise SWOT aplicada à gestão ambiental. In: EL DEIR, S. G.; MELO, A. M.; SOUTO, T. J. M. P. (Orgs.). **Resíduos sólidos: O desafio da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos face aos Objetivos de Desenvolvimento sustentável**. [livro eletrônico]. 1 ed. Recife: EDUFRPE, 2016.

BOVO, C. K. Aplicação da análise ambiental (SWOT) no planejamento de um projeto de construção civil: um estudo de caso. **Revista Humanidades e Inovação** v.3, n. 3, 2016.

BRASIL. Lei nº 12.977, de 20 de maio de 2014. Regula e disciplina a atividade de desmontagem de veículos automotores terrestres; altera o art. 126 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 - Código de Trânsito Brasileiro; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília, DF, 21 dez. 2014. Seção 1, p.1.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial União**. Brasília, DF, 03 ago. 2010.

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 18, de 1986. Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por veículos Automotores – PROCONVE. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 17 jun. 1986. Seção 1, p. 8792-8795.

BUONO, P. H. O.; DIAS, K. T. S.; JUNIOR, S. S. B. A gestão de resíduos de uma oficina de manutenção de veículos pesados: um estudo da logística reversa para as sobras de aço. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 12, n. 3, jul-set/2017, p. 179-196.

CASTRO, D. E. **Reciclagem e sustentabilidade na indústria automobilística**. 1 ed. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<https://www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/news/2013/c8h0vm00005kn48g-att/c8h0vm00005kn4bu.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2019.

COMINO, E.; FERRETTI, V. Indicators-based spatial SWOT analysis: Supporting the strategic planning and management of complex territorial systems. **Ecological Indicators**, Elsevier, V. 60, Jan. 2016, p. 1104–1117. Disponível em:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X15004872>> Acesso em: 03 maio 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **A indústria automobilística e sustentabilidade**. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos automotores. – Brasília : CNI, 2012. Disponível em: <http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2013/09/23/4970/20131002175420378115i.pdf>. Acesso em: 05 maio 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **A importância da indústria no Brasil**. CNI, 2019. Disponível em: <https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/3a/8f/3a8f44bd-f1ac-45da-ba21-f0204bed30b0/flyer_a_importancia_da_industria_no_brasil_marco_19.pdf>. Acesso em: 05 maio 2019.

COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 22, n. 5, p. 889-898, Out. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v22n5/1809-4457-esa-22-05-00889.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2019.

DROHOMERETSKI, E.; GOUVEA DA COSTA, S E.; PINHEIRO DE LIMA, E.; NEVES, T. R. O. The Application of Sustainable Practices and Performance Measures in the Automotive Industry: A Systematic Literature Review. **Engineering Management Journal**, v. 27, p. 32-44, 2015.

GENERAL MOTORS. **Performance Statistics-1999**. General Motors EV1 w/NiMH. United States Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, USA. 1999.

GECHEVSKI D.; KOCHOV, A.; POPOVSKA–VASILEVSKA, S.; POLENAKOVIK, R.; DONEV, V. Reverse logistics and green logistics way to improving the environmental sustainability. **Acta Technica Corviniensis - Bulletin of Engineering**. Tome IX, v. 1, 2016. Disponível em: <<http://acta.fih.upt.ro/pdf/2016-1/ACTA-2016-1-10.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2019.

GOTO, A. K.; KOGA, E. K.; PEREIRA, R. S. **Logística reversa: um estudo de caso em indústria automobilística**. In: Simpósio de Administração da Produção Logística e Operações Internacionais. Anais... São Paulo: FGV:EAESP, 2006.

GUARNIERI, P., CHRUSCIACK, D., de OLIVEIRA, I. L., HATAKEYAMA, K., & SCANDELARI, L. WMS–Warehouse Management System: adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa. **Produção**, v. 16, n. 1, p. 126-139, 2006.

INSTITUTO DE MOBILIDADE TERRESTRE - IMT. **Veículos em fim de Vida – FVF**. 2019. Disponível em: <<http://www.imt->

ip.pt/sites/IMTT/Portugues/Veiculos/CancelamentoMatricula/FimVida/Paginas/VFV.aspx>. Acesso em: 13 maio 2019.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. Issues in Supply Chain Management. **Industrial Marketing Management**, vol.29, n. 1, pp65-83, 2000.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

MARQUES, F. O. **Tendências da reciclagem de materiais na indústria automobilística**. Dissertação submetida ao corpo docente da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Ciências em Engenharia de Produção. UFRJ, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em:<<http://www.producao.ufrj.br/index.php/br/teses-e-dissertacoes/teses-e-dissertacoes/mestrado/2005/605--538/file>>. Acesso em: 13 maio 2019.

MARQUES; F. O.; MEIRELLES, L. A. **Tendência da Reciclagem de Materiais na Indústria Automobilística**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007.

MEDINA, H. V.; GOMES, D. E. B. **Reciclagem de Automóveis: Estratégias, Prática e Perspectivas**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2003.

MEDINA, H. V. **Eco-concepção para a qualidade da reciclagem do aço e do alumínio automotivos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007.

MIRANDA, P. A. V.; MENDES, L. B. Legislação brasileira acerca da logística reversa de resíduos sólidos pós-consumo: pontos positivos e negativos da Lei n. 12.305/10. In: EL DEIR, S. G.; PINHEIRO, S. M. G; AGUIAR, W. J (Orgs.). **Resíduos sólidos: Práticas para uma gestão sustentável**. [livro eletrônico].1 ed. Recife: EDUFRPE, 2016.

MORAIS, M. O.; BREJÃO, A. S.; NETO, P. L. O. C. A logística reversa aplicada na fundição de alumínio auxiliando na redução do consumo de energia e de bauxita. **Exatas & Engenharia**, s.l, v. 5, n. 12, out. 2015. Disponível em: <http://seer.perspectivasonline.com.br/index.php/exatas_e_engenharia/article/view/654/529>. Acesso em: 15 maio 2019.

MOTA, A. E. A. S.; PINHEIRO, R. F.; SANTOS, T. M.; MELO, A. C. S.; NUNES, D. R. L. Desafios e oportunidades da Logística Reversa no contexto do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 10, n. 4, p. 55-67, out-dez. 201.

NAVEIRO, R. M.; MEDINA, H. V. **Estudo sobre tendências tecnológicas da reciclagem de veículos em fim de vida: um setor em formação**. Prospectiva e projeção, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Unidade de Prospectiva do Trabalho (UNITRAB), 2009.

PEIXOTO, M. G. M.; GONÇALVES, E. J. V.; CASTRO, C. C.; ÁZARA, L. N.; CANDIAN, N. F. Logística Reversa no Setor Automobilístico: Um Estudo em Empresas Multinacionais do Sul de Minas Gerais. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 30, p. 1-14, 2010.

PIRES, J. M. A.; SILVA, J. L. G. S. Logística reversa: uma ferramenta estratégica para o desenvolvimento sustentável. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. v. 12, n. 5 (número especial), p. 143-181, 2016.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices**. Pittsburgh, PA: 1999.

SALLA, L. D.; CADIOLI, L. P. Reciclagem de automóveis: um novo conceito na produtividade ambientalmente correta. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 77-86, 2015.

SILVA, A. R. P.; SANTOS, G. R.; RIBEIRO FILHO, V. R.; PIMENTEL, L. R. Logística reversa de resíduos eletroeletrônicos em Frutal-MG. **Caminhos da Geografia**. Uberlândia, v. 16 n. 56. Dez/2015, p.

147-159. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/28289>>. Acesso em: 14 maio 2019.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES (Sindipeças). **Relatório da Frota Circulante 2018**. Disponível em: < https://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2018/R_Frota_Circulante_2018.pdf >. Acesso em: 01 maio 2019.

SOUZA, K. R. **Desafios ambientais na indústria automobilística: uma análise do processo de reciclagem e reutilização de materiais**. Monografia apresentada ao Departamento de Economia da Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas. 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/121432/souza_kr_tcc_arafcl.pdf?sequence=1>. Acesso em: 08 ago. 2017.

ZOBOLI, R., LEONE, F. **Regulation and innovation in the area of end of life vehicles**. Institute for Prospective Technological Studies – IPTS. Milão. 2000. Disponível em: < <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/133e0487-d1ee-493c-91c3-a21e6dd12aa4/language-en>>. Acesso: em 10 abr. 2019.

3.7 INSTITUIÇÃO RELIGIOSA COMO PARTICIPE DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO NORDESTE DO BRASIL

SANTANA, Rhaldney Felipe de

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Grupo de Gestão Ambiental de Pernambuco da
Universidade Federal Rural de Pernambuco (Gampe/UFRPE)
rhaldneyfelipe.santana@gmail.com

GUEDES, Flávio Leôncio

UFPE, Gampe/UFRPE
f_l_guedes@hotmail.com

EL-DEIR, Soraya Giovanetti

Gampe/UFRPE
sorayageldeir@gmail.com

COSTA, Valéria Sandra de Oliveira

RESUMO

O atual sistema econômico mundial gera uma vasta quantidade de resíduos sólidos, habitualmente gerenciados de maneira errônea, ameaçando a integridade ambiental e a saúde humana. Para a reversão deste cenário, faz-se necessário um esforço conjunto dos diversos setores da sociedade, incluindo as instituições religiosas. O objetivo do trabalho foi analisar quantitativamente os dados de arrecadação, separação e venda de materiais recicláveis por parte de uma instituição religiosa, discutindo a importância da participação desse tipo de entidade na gestão integrada de resíduos sólidos no Brasil. O delineamento da pesquisa se deu através da análise quantitativa dos dados de arrecadação, separação e venda de resíduos sólidos recicláveis pela Paróquia de Nossa Senhora da Conceição Aparecida, Jaboatão dos Guararapes – PE, Nordeste brasileiro. A venda dos recicláveis se mostrou de grande relevância para o contexto social em que a instituição se encontra, e vem cumprindo efetivamente com o seu principal objetivo de arrecadar recursos financeiros para a construção da Matriz da referida instituição. Somado a isso, a ação traz consigo o benefício da destinação final adequada de uma considerável quantidade de resíduos sólidos (13.380,34 T). No Brasil, ações como essa atendem a Política Nacional de Resíduos Sólidos e favorecem a promoção da sustentabilidade socioambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental, Entidade religiosa, Reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

O atual sistema econômico mundial, majoritariamente pautado nos preceitos capitalistas, é causador de grandes impactos socioambientais, como destruição de vegetações nativas, mortandade de animais, poluição do ar, do solo e dos recursos hídricos e expulsão de famílias humanas de suas moradias originais, como mencionado por Flores e Vieira (2012) e Rocha, Rocha e Lustosa (2017). Como principal resultado da grande produção de bens de consumo, própria do capitalismo, tem-se a geração de resíduos sólidos e líquidos dos mais variados tipos, que potencializam tais impactos (GODECKE; NAIME; FIGUEIREDO, 2012; MUCELIN; BELLINI, 2008).

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017), no Brasil foram geradas aproximadamente 78,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos. Desse total, cerca de 60% foram encaminhados a aterros sanitários, estruturas totalmente reconhecidas pela Lei n°. 12.305/2010, a qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), enquanto cerca de 40% dos resíduos foram direcionados a aterros em não conformidade (vazadouros a céu aberto e aterros controlados), sistemas cujo fechamento já foi determinado pela PNRS.

Mesmo com o suporte legal de determinadas tecnologias de tratamento de chorume e gases encontradas nos aterros sanitários, a destinação de resíduos sólidos a estes dispositivos se configura em um considerável impacto ambiental, devido, dentre outros fatores, à necessidade de degradação de grandes áreas para a sua instalação (WALDMAN, 2013). Ponderações sobre os impactos negativos dos aterros sanitários são ainda mais relevantes quando considerado o seu pequeno tempo de vida útil, que em alguns casos pode chegar a apenas 10 anos, conforme comentado por Silva e Andreoli (2010), e a inutilização obrigatória de sua área de instalação pós-vida útil e ainda a sujeição a acidentes operacionais (PORTELLA; RIBEIRO, 2014; WALDMAN, 2013). Devido às suas próprias características, os aterros sanitários estão inseridos no quinto nível preferencial, de um total de seis, na Hierarquia de Gerenciamento de Resíduos (HGR) (RANDELL; PICKIN; GRANT, 2014; WOLSINK, 2010).

A reciclagem, por sua vez, é um processo alternativo que retira, dentre outros materiais, plásticos, papéis, metais e vidros do envio aos aterros sanitários ou a formas de destinação irregulares (HISATUGO; MARÇAL JÚNIOR, 2007; REMEDIO; MANCINI; ZANIN, 2002; RIBEIRO et al., 2014). Na HGR, a reciclagem está posicionada no terceiro nível preferencial, ou seja, frente aos aterros sanitários, tal processo deve ser tratado como prioridade. Além disso, a reciclagem ainda contribui positivamente para a economia, visto que reduz os custos de aquisição de matéria-prima para muitas indústrias, e ainda pode ser uma fonte de renda para famílias e associações (CAMPOS, 2012; CAMPOS et al., 2009). Em 2012, o mercado de reciclagem no Brasil gerou um faturamento de aproximadamente R\$ 10 bilhões (CEMPRE, 2013). Porém, estima-se que o país perca cerca de R\$ 8 bilhões por ano, por enterrar seus resíduos recicláveis, ao invés de reciclá-los (IPEA, 2010).

Dessa forma, na contemporaneidade, quando não se for possível evitar a geração de determinados resíduos, nível mais preferencial, de acordo com a HGR, a sociedade deve voltar a sua atenção para práticas como a reutilização e a reciclagem, que dão uma destinação mais sustentável a esses materiais. Aliado a isso, para que se trace um caminho cada vez mais

baseado nos princípios da sustentabilidade, faz-se necessário que haja ações conjuntas na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, de forma a integrar os mais diversos setores da sociedade, isto é, indivíduo, administração pública, organizações privadas e instituições sociais (BESCOROVAINE et al., 2016; GARCIA et al., 2015).

Assim como empresas, escolas e Organizações Não Governamentais, as instituições e organizações religiosas, enquanto equipamentos sociais, podem ser importantes instrumentos para a promoção do desenvolvimento sustentável, a partir da sua grande capacidade de conscientização e sensibilização das pessoas. O Brasil é um país cuja população é predominantemente religiosa: de acordo com o último Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019a), apenas 8% dos brasileiros assumiram não possuir religião. No referido ano, o país possuía mais de 190 milhões de habitantes (IBGE, 2019b), assim, segundo o Censo, pelo menos 174 milhões de brasileiros diziam possuir alguma religião ou crença. Dessa forma, fica evidenciada a considerável influência que as igrejas possuem no Brasil e o seu potencial para tratar, com as suas respectivas comunidades de seguidores, determinadas questões, como as socioambientais, por exemplo.

A presente pesquisa objetivou analisar quantitativamente os dados de arrecadação, separação e venda de resíduos sólidos recicláveis por parte de uma instituição religiosa, discutindo a importância da participação desse tipo de entidade na gestão integrada de resíduos sólidos no Brasil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Agenda 21, formulada em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), mais conhecida como Rio92, que aconteceu no Rio de Janeiro, Brasil, é um plano de ação global que foi instituído para que os diversos setores sociais dos países signatários convergissem para o chamado desenvolvimento sustentável, isto é, para que houvesse nessas nações a conciliação da proteção ambiental com a justiça social e a eficiência econômica, através de ações tanto a nível nacional, como regional e local (KVETON et al., 2014; MALHEIROS; PHILIPPI JÚNIOR; COUTINHO, 2008; MMA, 2019a).

No tocante ao cenário brasileiro, a Agenda 21 deu início a diversas discussões e ações, quando se pôde notar especialmente o envolvimento dos municípios: em 2002, aproximadamente 1.700 municípios afirmaram ter dado início ao processo da Agenda 21, como abordado por Malheiros, Phillipi Júnior e Coutinho (2008) e Martins et al. (2015). No entanto, os autores chamam a atenção para o fato de que esse tema necessita(va) de forças conjuntas de instituições governamentais e não governamentais por ter se tratado, pelo menos à época, de uma discussão relativamente nova para a sociedade brasileira e, como tal, exigia maiores esforços propulsores. Devido à emergência dos fatos, um dos assuntos amplamente tratados pela Agenda 21 foi a problemática dos resíduos sólidos, como observado por Castro e Araújo (2004) e Siqueira e Moraes (2009).

Resultantes das mais diversas atividades antrópicas, os resíduos sólidos, quando mal gerenciados, podem acarretar sérios danos aos compartimentos ambientais e à saúde do próprio Homem (BELARMINO et al., 2014; OLIVEIRA; SANTOS; VIANA, 2016; SOUZA et al., 2017). Atualmente, muitos cursos d'água brasileiros são afetados por uma alta carga de resíduos sólidos, que acaba por prejudicar a vida de várias espécies aquáticas, habitantes tanto das águas continentais como dos oceanos (GARDIMAN JUNIOR, 2015). Araújo e Silva-Cavalcanti

(2016) chamam a atenção para o fato de tartarugas, aves e mamíferos marinhos estarem morrendo devido à ingestão acidental de resíduos de plástico. Ademais, o plástico fragmentado em pequenas partículas, o chamado microplástico, tem sido muito prejudicial aos ecossistemas marinhos, pois se acumula nos organismos mais basais das cadeias alimentares, como discutido por Olivatto et al. (2018). Os autores destacam também que já foi identificada contaminação por microplástico em organismos que servem de alimento ao ser humano, bem como no sal de cozinha, o que se constitui em uma grande ameaça à saúde pública.

As igrejas são instituições que podem oferecer uma grande contribuição para o enfrentamento dessa problemática, além de diversas outras, devido ao grande poder de influência que a fé e a crença possuem (SETTON; VALENTE, 2016; SHARIFF, 2015). Desde 1961, a Igreja Católica, por exemplo, desenvolve uma ação pastoral anual, intitulada Campanha da Fraternidade, que busca, no período da Quaresma, a conscientização e a sensibilização da sua comunidade para um tema de grande relevância (CNBB, 2019). Nos últimos anos, a Campanha da Fraternidade tem assumido um caráter ecumênico, isto é, além da Igreja Católica, a ação tem envolvido também outras denominações cristãs, como a Aliança de Batistas do Brasil, a Igreja Episcopal Anglicana do Brasil, a Igreja Evangélica de Confissão Luterana no Brasil, a Igreja Presbiteriana Unida e a Igreja Sirian Ortodoxa de Antioquia (CONIC, 2019). Desde o seu início, a Campanha da Fraternidade se preocupou em discutir temáticas intrínsecas às questões sociais. No entanto, nos anos 80 começou a voltar sua atenção também para temas que envolvam, direta ou indiretamente, o cuidado com o ambiente, como nos anos: 1986 (Fraternidade e terra), 2004 (Fraternidade e água), 2007 (Fraternidade e Amazônia), 2011 (Fraternidade e a vida no planeta), 2015 (Fraternidade: Igreja e sociedade), 2016 (Casa comum, nossa responsabilidade), 2017 (Fraternidade: biomas brasileiros e defesa da vida) e 2019 (Fraternidade e políticas públicas) (CNBB, 2019).

Bastos e Bastos (2016) ao fazerem uma revisão bibliográfica, sobre a contribuição das Campanhas da Fraternidade para a construção de um pensamento ecológico integral, destacam o potencial que essa ação tem para ressignificar, sem o uso do proselitismo e/ou da doutrinação, mas dos ensinamentos da ética universal do ser humano, o pensamento do cidadão brasileiro, muitas vezes ainda muito antropocêntrico. Os autores dizem que, assim, as pessoas podem ampliar a sua percepção ambiental e passar a se comprometer com as causas ambientais. Carvalho et al. (2018) e Silva e Nascimento (2019) fizeram análises em Pau dos Ferros – RN e Paulista – PE, respectivamente, que refletiram os impactos negativo e positivo que o grau de percepção ambiental das pessoas pode trazer à gestão ambiental de determinada localidade.

Em 2015, o representante da Igreja Católica, papa Francisco, lançou a Carta Encíclica *Laudato si'*¹ (PAPA FRANCISCO, 2015), que trata sobre o cuidado da casa comum – o planeta Terra. Nesta comunicação, é citada a problemática dos resíduos sólidos em 12 dos 246 tópicos presentes no documento, discutindo-se a poluição ambiental e os riscos à saúde relacionados ao gerenciamento inadequado desses materiais; além de versar sobre a importância da redução do consumo e da reutilização e da reciclagem de resíduos sólidos. Para Sachs (2017), a Carta Encíclica supõe uma era pós-capitalista, pautada numa mudança cultural, com vista a se atingir a chamada Eco Solidariedade.

¹ Comunicação de âmbito universal do papa Francisco, onde o pontífice faz críticas ao consumismo e suplica pela unificação das nações para o combate à degradação ambiental e às [mudanças do clima](#).

3. METODOLOGIA

A Paróquia Nossa Senhora da Conceição Aparecida, pertencente à Arquidiocese de Olinda e Recife, está sediada no bairro residencial de Vila Rica, município de Jaboatão do Guararapes (08°06'43"S 35°00'55"O), estado de Pernambuco, Brasil.

Desde meados de 2015, a paróquia promove a arrecadação, separação e venda de resíduos sólidos recicláveis junto à sua comunidade, com vista à obtenção de recursos financeiros que ajudem no custeio da construção da sua Igreja Matriz. Assim, para este estudo, foram solicitados à Secretaria Paroquial os dados quantitativos referentes a essa venda, do período de janeiro de 2018 a abril de 2019, cuja análise se deu a partir de estatística básica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo de gerenciamento de resíduos sólidos recicláveis desempenhado pela Paróquia de Nossa Senhora da Conceição Aparecida, as pessoas guardam seus materiais nas suas moradias, e quando já possuem uma boa quantidade, os encaminham à capela mais próxima (depósito intermediário) ou à Casa Paroquial (Figura 1) – residência do padre administrador da paróquia. Esta última atua como depósito final, pois recebe também os resíduos deixados nas capelas, antes deles serem transportados de caminhão (Figura 2) à cooperativa onde serão processados.

Figura 1. Depósito nos fundos da Casa Paroquial, onde os resíduos sólidos recicláveis são deixados pela comunidade.



Fonte: Santana (2019).

Figura 2. Resíduos sólidos recicláveis acomodados no caminhão para o transporte à cooperativa e posterior processamento.



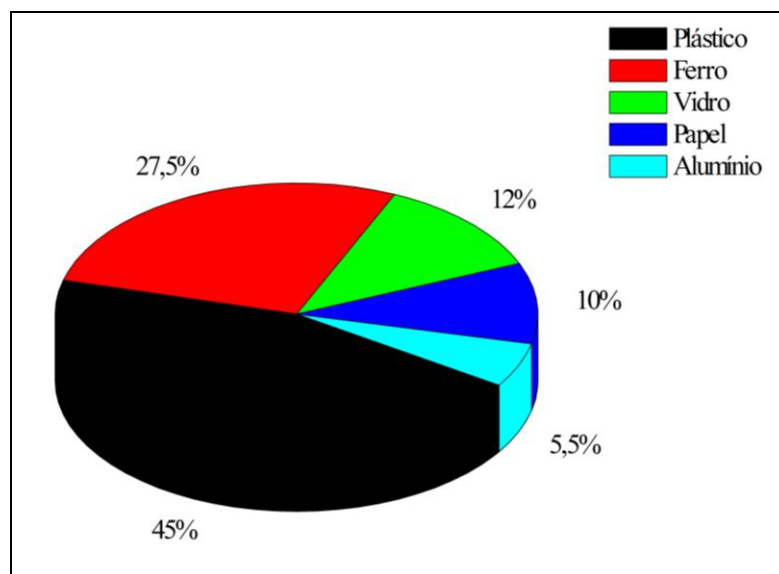
Fonte: Santana (2019).

É também na Casa Paroquial que acontece a triagem dos materiais, realizada por alguns membros da paróquia, pois pode acontecer de alguns resíduos recicláveis estarem misturados com resíduos não recicláveis, como guardanapo, papel higiênico e fralda descartável. Esse fato reforça a necessidade da separação dos materiais na fonte, ou seja, nas próprias residências em que eles são gerados. Marchi (2011) atenta para o fato de que a não separação dos resíduos orgânicos e inorgânicos na fonte pode levar a dificuldades no processamento dos materiais recicláveis, podendo inviabilizar a sua reciclagem.

A administração da paróquia não possui dados sobre a quantidade de habitantes de Vila Rica que se consideram católicos ou que colaboram com a coleta de materiais recicláveis, mas afirma, a partir de observações casuais, que toda a comunidade de fiéis da paróquia participa desse gerenciamento. Inclusive, a ação pode ter atingido também pessoas que não estão envolvidas com a paróquia, uma vez que há a comunicação vizinho-vizinho, no sentido de haver uma colaboração conjunta para o descarte correto dos resíduos. Isto é, uma pessoa que participa efetivamente da Igreja pode recolher os resíduos de um familiar ou vizinho que não participa. Segundo a instituição religiosa, a campanha tem surtido bons efeitos, no que se refere ao envolvimento da comunidade ativa da paróquia, à quantidade de material coletado e ao valor arrecadado que, mesmo não sendo de grandes proporções, contribui para a construção da Matriz.

A coleta e a venda realizadas pela paróquia abarcam cinco tipos de materiais recicláveis: plástico, ferro, vidro, papel e alumínio, cujas proporções podem ser verificadas na Figura 3. No que tange o plástico, responsável por quase metade da totalidade de resíduos gerenciados, este pode ser do tipo poli (tereftalato de etileno), mais conhecido como PET, e ainda de outras categorias não determinadas pela paróquia.

Figura 3. Percentual dos resíduos sólidos recicláveis gerenciados pela Paróquia de Nossa Senhora da Conceição Aparecida, nos anos de 2018 e 2019.



Fonte: Dados da pesquisa.

A Paróquia Nossa Senhora da Conceição Aparecida arrecadou e separou mais de 13 T de resíduos sólidos recicláveis, cujas vendas geraram uma receita de mais de R\$ 7.000,00 (Tabela 1). A quantidade mensal de resíduos arrecadada variou de 442,86 Kg (R\$ 233,60), em abril de 2018, a 1.772,58 Kg (R\$ 935,00), em outubro de 2018. Nos meses de março e outubro de 2018 e abril de 2019, houve dois eventos de venda, devido ao fato de que a quantidade de materiais recebidos superou a capacidade de suporte do depósito final, na Casa Paroquial.

Tabela 1. Quantidades e valores mensais de resíduos sólidos recicláveis vendidos pela Paróquia de Nossa Senhora da Conceição Aparecida, nos anos de 2018 e 2019.

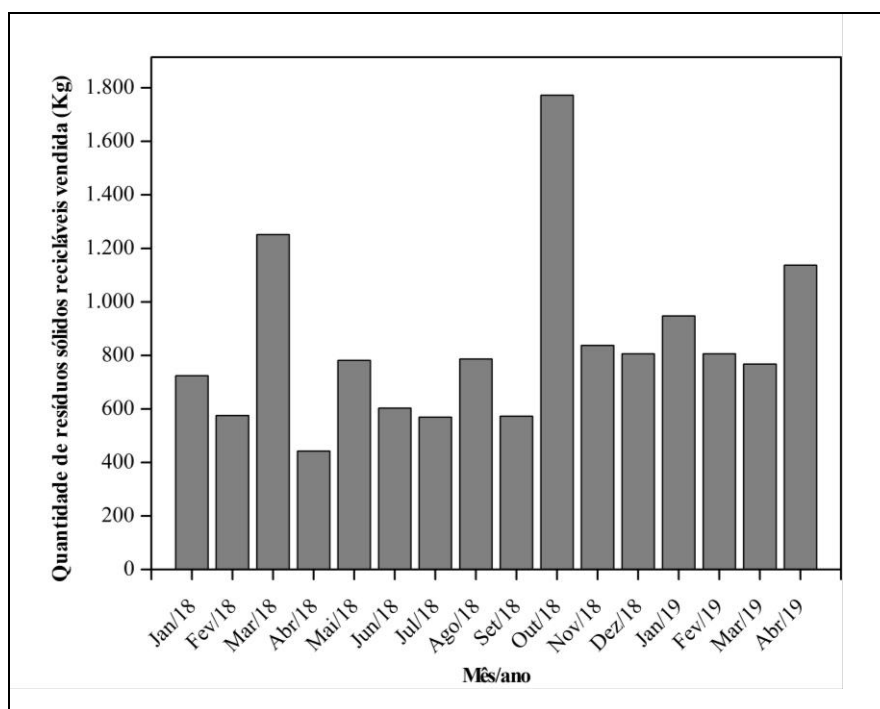
Quantidade (Kg)	Valor (R\$)	Mês	Ano
724,39	382,10	Jan	2018
575,66	303,65	Fev	
583,91	308,00	Mar	
667,33	352,00		
442,86	233,60	Abr	
781,07	412,00	Maio	
602,87	318,00	Jun	
568,74	300,00	Jul	

	786,76	415,00	Ago	
	572,53	302,00	Set	
	947,90	500,00	Out	
	824,68	435,00		
	837,00	441,50	Nov	
	805,72	425,00	Dez	
	947,90	500,00	Jan	2019
	805,72	425,00	Fev	
	767,80	405,00	Mar	
	758,32	400,00	Abr	
	379,16	200,00		
Total	13.380,34	7.057,85		
Média mensal	836,27	441,11		
Mínimo mensal	442,86	233,60		
Máximo mensal	1.772,58	935,00		

Essa variação ao longo do tempo pode ser melhor visualizada na Figura 4. Nela, é possível verificar que ao longo dos 16 meses analisados não houve nenhuma tendência, tanto de acréscimo quanto de decréscimo, da quantidade de material reciclável vendido pela paróquia – obviamente, esse mesmo comportamento se estende aos valores mensais da venda dos resíduos. Em geral, pode-se assumir que, na maioria dos meses, os valores de pesagem e venda variaram em torno dos cerca de 800 Kg e R\$ 400,00 da média mensal, respectivamente. Ou seja, os meses responsáveis pelos altos índices de arrecadação (março e outubro de 2018 e abril de 2019) foram um fato considerado eventual. De acordo com a administração paroquial, esses casos acontecem devido ao aumento da quantidade de metais no montante de resíduos, materiais que, por possuírem uma massa muito maior que a do plástico, vidro e papel, provocam uma variação positiva na massa total. Embora não tenha sido informado, supõe-se que esses metais se tratem de resíduos de ferro, uma vez que, no conjunto de materiais coletados, este possui uma proporção muito maior que a do alumínio, conforme consta na Figura 3, além da própria divergência de massa entre os dois materiais. Além disso, o alumínio é o resíduo mais reciclado no Brasil, pois o índice de reciclagem do material no país é superior à média mundial (ABAL, 2019; REIS, 2013). Para tanto, esta reciclagem é sustentada por catadores e não catadores, especialmente em função do consumo de bebidas comercializadas em latinhas, o que pode explicar a baixa representatividade desse tipo de material nas arrecadações da paróquia, já que muitas pessoas costumam destiná-lo à reciclagem por conta própria. Ademais, as latinhas de

alumínio, ou o seu lacre, podem ainda ser reutilizados para a confecção de roupas, fantasias, bijuterias e decoração de ambientes, dentre outros, como citado por Batista, Kraisig e Martins (2018).

Figura 4. Variação ao longo do tempo da quantidade de resíduos sólidos recicláveis vendida pela Paróquia de Nossa Senhora da Conceição Aparecida, no período de janeiro de 2018 a abril de 2019.



Fonte: Dados da pesquisa.

No Projeto de Requalificação dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos no Município de Jaboatão dos Guararapes (JABOATÃO DOS GUARARAPES, 2015, p. 6), consta uma declaração de que, no referido ano, embora o município atendesse a PNRS, encaminhando seus resíduos sólidos a um aterro sanitário desde 2009, ele não possuía um programa de reaproveitamento desses materiais, que envolvesse técnicas como a reciclagem, por exemplo. Atualmente, observa-se que houve certa mudança quanto a essa questão no município, que passou a implementar a coleta seletiva em várias regiões do seu território, o que é um ponto positivo. A ideia da Paróquia de Nossa Senhora da Conceição Aparecida de desenvolver um projeto de encaminhamento de resíduos sólidos à reciclagem traduz uma proatividade por parte da entidade, assumindo um caráter predominantemente social e comunitário. Sabe-se que a soma de esforços políticos, privados e populares, quando feita de forma efetiva, tem forte potencial para transformar realidades, além de facilitar tomadas de decisão de maiores abrangências por parte da esfera governamental (ALBERTIN et al., 2010; PEREIRA; FERREIRA, 2013). Ademais, a Campanha da Fraternidade promovida pela Conferência Nacional dos Bispos do Brasil é um excelente exemplo dessa concentração de esforços.

Oliveira et al. (2017) entrevistaram 248 pessoas seguidoras do catolicismo, protestantismo, espiritismo e práticas religiosas mencionadas como “outras”. A análise dos dados mostrou que a crença é um dos valores que mais influenciam o comportamento e a conduta humana, juntamente com os valores ensinamento e acreditar. A exemplo, segundo

Guerra et al. (2012), a religião desempenha influência direta sobre a aprendizagem de estudantes, devendo ser considerada uma forte aliada no processo educacional, especialmente em comunidades carentes. Em um estudo realizado na Itália, Fiorillo (2013) descobriu que o ato de frequentar alguma igreja está significativamente relacionado com o comportamento perante a reciclagem doméstica. As religiões influenciam, inclusive, no comportamento das pessoas perante o consumo (MATHRAS et al., 2016), um dos maiores responsáveis pela grande e atual geração de resíduos sólidos em todo o mundo (CUNHA; CARDOSO; ALVES, 2019).

Martins e Gomes (2018) chamam a atenção para trabalhos desenvolvidos por organizações da Igreja Católica, em meados dos anos 1990, que deram início ao processo de luta por direitos dos catadores de materiais recicláveis nas cidades de Belo Horizonte, Porto Alegre e São Paulo. Já no município do Crato, estado do Ceará, a Universidade Regional do Cariri desenvolve juntamente com a Igreja Batista, um projeto de extensão que visa ressocializar pessoas em situação de risco nas ruas, e uma das ações desenvolvidas pelo projeto é a confecção de vassouras, fabricadas pelos próprios acolhidos, a partir do reaproveitamento de garrafas PET (REBOUÇAS FILHO; SOUSA; ALVES, 2017), fazendo alusão ao que foi falado por Sachs (2017), a respeito da Eco Solidarietà.

Também no estado do Ceará, em Quixadá, deu-se início ao projeto intitulado *Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Seminário*, que visa implantar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do município. Um ensaio do referido projeto está sendo realizado em um seminário, através de uma parceria da universidade Unicatólica de Quixadá e da Igreja Católica (HOLANDA; COELHO, 2017). Souza e Silva (2019) ao obterem dados da Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura de Maringá, Paraná, observaram que cinco paróquias do município atuavam como pontos de coleta de vidro para reciclagem. Importante ressaltar que, assim como os governos federal e estaduais, os governos municipais também são responsáveis pelos planos de gestão de resíduos sólidos, que devem abarcar a coleta seletiva, reciclagem, inclusão social e, tão ou mais importante que esses fatores, o estímulo à participação da sociedade civil (MMA, 2019b).

Destaca-se que, dentre os objetivos iniciais da participação da Paróquia de Nossa Senhora da Conceição Aparecida na arrecadação, separação e venda de resíduos sólidos recicláveis, houve o intuito de chamar a comunidade local à participação no respectivo projeto e que, com o passar do tempo, essas pessoas passaram a colaborar espontaneamente. Esse projeto está voltado à ideia da construção da Igreja Matriz com os recursos da venda dos resíduos, o que pode ter levado a uma grande sensibilização da comunidade. Assim, a prática é resultante da aglutinação de interesses da referida população, que convergiram para um bem em comum, unindo benefícios socioeconômicos e compromisso ambiental.

5. CONCLUSÕES

As ações de arrecadação, separação e venda de resíduos sólidos recicláveis realizadas pela Paróquia de Nossa Senhora da Conceição Aparecida mostraram-se como um projeto de grande relevância para a localidade onde a instituição se encontra, por conscientizar e sensibilizar as pessoas quanto à importância do cuidado com o ambiente, além de cooperar para um objetivo em comum de centenas de pessoas: a construção da própria igreja.

Mesmo a primeira etapa do gerenciamento dos resíduos sólidos se iniciando com a participação de pessoas católicas, é importante frisar que a arrecadação de resíduos recicláveis

não se restringe apenas a essa comunidade. Holisticamente, as ações de Educação Ambiental devem ser pauta de toda a sociedade, pois a responsabilidade ambiental é planetária.—Embora a paróquia tenha exercido a ação da coleta, é relevante destacar que faz-se necessário o envolvimento de órgãos e entidades de outras esferas sociais, não só neste, mas também em outros projetos, pois une esforços e eleva a área e o grau de influência da campanha, sob o ponto de vista ambiental, além de favorecer ainda mais o atendimento à PNRS.

É indiscutível o potencial de ganhos socioeconômicos a partir da venda de materiais recicláveis por parte do projeto da paróquia, mas vale salientar que os ganhos ambientais são superiores, considerando a quantidade de resíduos sólidos que é desviada dos aterros sanitários, fazendo jus à Carta *Laudato si'* do Papa Francisco, ou seja, zelando pela casa comum. Cabe discutir que quando se fala em conscientização e sensibilização das pessoas pelas instituições religiosas, não se está tratando da manipulação das pessoas através das suas crenças ou da fé, mas sim da participação dessas instituições na construção de uma sociedade integrativa, onde se estimula que todos os seus setores participem dos seus planos de ação, neste caso, da gestão integrada de resíduos sólidos.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas aos autores.

REFERÊNCIAS

ALBERTIN, R. M.; MORAES, E.; DE ANGELIS NETO, G.; DE ANGELIS, B. L. D.; CORVELONI, E.; SILVA, F. F. Diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Flórida Paraná. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 4, n. 2, p. 118-125, 2010.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2017.

ABAL. Associação Brasileira do Alumínio. **Reciclagem no Brasil**. Disponível em: <http://abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/reciclagem-no-brasil/>. Acesso em: 30 abr. 2019.

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S. Dieta indigesta: milhares de animais marinhos estão consumindo plásticos. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 10, n. 5, p. 74-81, 2016.

BASTOS, A. C. A. C.; BASTOS, L. A. G. As Campanhas da Fraternidade da Igreja Católica: um contributo para a formação de um pensamento ecológico integral no Brasil. **Gaia Scientia**, v. 10, n. 4, p. 482-496, 2016.

BATISTA, N. L.; KRAISIG, A. R.; MARTINS, L. G. L. Educação Ambiental, sustentabilidade e reciclagem: relato de uma experiência pedagógica realizada com alunos do Ensino Fundamental. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2018.

BELARMINO, P. H. P.; SILVA, S. M.; RUFENER, M.-C.; ARAÚJO, M. C. B. Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil): relação com a localização e usos. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 14, n. 3, p. 447-457, 2014.

BESCOROVAINE, W. F.; SILVA, G. A.; SILVA, J. R.; MILANI, L. H. P.; MILANI, R. G. Comportamento pró-ambiental e descarte de resíduos sólidos por estudantes de Arquitetura: apontamentos para a Educação Ambiental. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 10, n. 2, p. 105-115, 2016.

Brasil. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em: 12 nov. 2018.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração *per capita* de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 171-180, 2012.

CAMPOS, L. M. S.; GUIMARÃES, R. D.; VIEIRA, R.; REIS, D. M. A reciclagem como empreendedorismo: fonte de transformação socioeconômica e ambiental. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 2, n. 3, p. 3-15, 2009.

CARVALHO, M. R.; CARMO, S. K. S.; PINTO FILHO, J. L. O.; ALMEIDA, A. C. Diagnóstico da geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos das lanchonetes do município de Pau dos Ferros – RN. In: SANTOS, J. P. O.; SILVA, R. C. P.; MELLO, D. P.; EL-DEIR, S. G. (org.). **Resíduos sólidos: impactos socioeconômicos e ambientais**. Recife: Edufrpe, 2018. p. 253-265.

CASTRO, B. A.; ARAÚJO, M. A. D. Gestão dos resíduos sólidos sob a ótica da Agenda 21: um estudo de caso em uma cidade nordestina. **Revista de Administração Pública**, v. 38, n. 4, p. 561-587, 2004.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. **CEMPRE Review 2013**. Disponível em: file:///C:/Users/PC/Desktop/FACULDADE/Diversos/Trabalhos%20-%20eventos/CBRS%20-%202019/o_195a6bo8q14sdk6l1n6o1su1q0la.pdf. Acesso em: 03 maio 2019.

CNBB. Conferência Nacional dos Bispos do Brasil. **Experiência piloto que deu origem à Campanha da Fraternidade teve início em 1961**. Disponível em: <http://www.cnbb.org.br/experiencia-piloto-que-deu-origem-a-campanha-da-fraternidade-teve-inicio-em-1961-em-natal-rn/>. Acesso em: 15 abr. 2019.

CONIC. Conselho Nacional de Igrejas Cristãs no Brasil. **Igrejas Membro**. Disponível em: <https://www.conic.org.br/portal/igrejas-membro>. Acesso em: 16 abr. 2019.

CUNHA, A. G. M.; CARDOSO, P. H. S.; ALVES, J. L. Consumo e produção responsáveis na ótica do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (org.). **Resíduos sólidos: os desafios da gestão**. Recife: Edufrpe, 2019. p. 326-341.

FIORILLO, D. Household waste recycling: national survey evidence from Italy. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 56, n. 8, p. 1125-1151, 2013.

FLORES, G. N.; VIEIRA, R. S. Expectativas da governança socioambiental na política nacional de resíduos sólidos: reflexões sobre a sustentabilidade e as consequências da globalização na geração de resíduos. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 2, n. 1, p. 148-174, 2012.

GARCIA, M. B. S.; LANZELLOTTI NETO, J.; MENDES, J. G.; XERFAN, F. M. F.; VASCONCELLOS, C. A. B.; FRIEDE, R. R. Resíduos sólidos: responsabilidade compartilhada. **Semioses**, v. 9, n. 2, p. 77-91, 2015.

GARDIMAN JUNIOR, B. S. Caracterização do processo de poluição das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu, estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 235-242, 2015.

GODECKE, M. V.; NAIME, R. H.; FIGUEIREDO, J. A. S. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1700-1712, 2012.

GUERRA, L. R.; BACKES, D. S.; ZANATTA, F.; COSTENARO, R. S.; RANGEL, R.; BERTOLDO, J. V.; KRUEL, C. S.; MATTOS, K. M. A influência da religião no desempenho de escolares provenientes

de uma comunidade vulnerável de Santa Maria, RS. **Disciplinarum Scientia**, v. 13, n. 2, p. 153-161, 2012.

HISATUGO, E.; MARÇAL JÚNIOR, O. Coleta seletiva e reciclagem como instrumentos para conservação ambiental: um estudo de caso em Uberlândia, MG. **Sociedade & Natureza**, v. 19, n. 2, p. 205-216, 2007.

HOLANDA, D. C. L.; COELHO, K. G. S. Gestão de resíduos sólidos: a Igreja e a universidade como protagonistas da Educação Ambiental e da justiça social. **Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica**, v. 4, n. 1, p. 1-4, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010: número de católicos cai e aumenta o de evangélicos, espíritas e sem religião**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=3&idnoticia=2170&t=censo-2010-numero-catolicos-cai-aumenta-evangelicos-espíritas-sem-religiao&view=noticia>. Acesso em: 14 abr. 2019a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010: população do Brasil é de 190.732.694 pessoas**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=3&idnoticia=1766&t=censo-2010-populacao-brasil-190-732-694-pessoas&view=noticia>. Acesso em: 14 abr. 2019b.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Brasil perde R\$ 8 bilhões anualmente por não reciclar**. 2010. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&id=1170. Acesso em: 03 maio 2019.

JABOATÃO DOS GUARARAPES. **Registro de Procedimentos Preliminares da Etapa de Planejamento do Anexo I da Resolução n.º 11/2013, do Tribunal de Contas de Pernambuco – “Projeto de requalificação dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos no Município de Jaboatão dos Guararapes”**. 2015. Disponível em: <https://portaldatransparencia.jaboatao.pe.gov.br/storage/2015/12/PPP-DOS-SERVI%C3%87OS-DE-LIMPEZA-URBANA-PDF-1.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2019. p. 6.

KVETON, V.; LOUDA, J.; SLAVIK, J.; PELUCHA, M. Contribution of Local Agenda 21 to practical implementation of sustainable development: the case of the Czech Republic. **European Planning Studies**, v. 22, n. 3, p. 515-536, 2014.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JÚNIOR, A.; COUTINHO, S. M. V. Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro. **Saúde e Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 7-20, 2008.

MARCHI, C. M. D. F. Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 1, n. 2, p. 118-135, 2011.

MARTINS, C. H. B.; CARVALHO, P. G. M.; BARCELLOS, F. C.; MOREIRA, G. G. Da Rio-92 à Rio+20: avanços e retrocessos da Agenda 21 no Brasil. **Indicadores Econômicos**, v. 42, n. 3, p. 97-108, 2015.

MATHRAS, D.; COHEN, A. B.; MANDEL, N.; MICK, D. G. The effects of religion on consumer behavior: a conceptual framework and research agenda. **Journal of Consumer Psychology**, v. 26, n. 2, p. 298-311, 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>. Acesso em: 09 abr. 2019a.

- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/9338-gest%C3%A3o-integrada-dos-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos.html>. Acesso em: 20 abr. 2019b.
- MARTINS, F. C.; GOMES, J. V. L. A participação e a conscientização a respeito da coleta seletiva de resíduos sólidos e sua reciclagem na cidade de Cláudio. **Ciências Gerenciais em Foco**, v. 9, n. 6, p. 212-230, 2018.
- MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, p. 111-124, 2008.
- OLIVATTO, G. P.; CARREIRA, R.; TORNISIELO, V. L.; MONTAGNER, C. C. Microplásticos: contaminantes de preocupação global no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, 2018.
- OLIVEIRA, E. D.; GIULIANI, A. C.; TIBURCIO, V. C.; BELLI, H. C.; OLIVEIRA, E. J. Marketing aplicado ao segmento religioso: o drive-thru da (fé)delicização e sua influência nos valores humanos. **Revista Eletrônica Científica do CRA – PR**, v. 4, n. 1, p. 98-116, 2017.
- OLIVEIRA, K. C.; SANTOS, R. M. S.; VIANA, A. L. Geração de resíduos sólidos: a percepção da população em um bairro da cidade de Manaus, Amazonas. **InterfaceHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 11, n. 1, p. 45-52, 2016.
- PAPA FRANCISCO. **Carta Encíclica ‘Laudato si’ do Santo Padre Francisco – sobre o cuidado da casa comum**. 2015. Disponível em: <https://www.puc-campinas.edu.br/wp-content/uploads/2016/03/NFC-Carta-Enciclica-laudato-si.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.
- PEREIRA, A. Q.; FERREIRA, R. L. Educação Ambiental e a importância da utilização dos resíduos urbanos no município de Jaboatão dos Guararapes/PE. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, p. 66-80, 2013.
- PORTELLA, M. O.; RIBEIRO, J. C. J. Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 1, p. 115-134, 2014.
- RANDELL, P.; PICKIN, J.; GRANT, B. Waste generation and resource recovery in Australia: reporting period 2010/11. 2014. **Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities**. Disponível em: <http://www.environment.gov.au/system/files/resources/4b666638-1103-490e-bdef-480581a38d93/files/wgrra.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2018.
- REBOUÇAS FILHO, P. J.; SOUSA, J. J. B.; ALVES, D. F. Reciclagem e sustentabilidade: a experiência do Projeto PREVIL. **Revista Ciência em Extensão**, v. 13, n. 2, p. 20-33, 2017.
- REIS, J. M. O desenvolvimento sustentável e a reciclagem de alumínio. 2013. Monografia (Especialização em Gestão de Negócios) – Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2013
- REMEDIO, M. V. P.; MANCINI, S. D.; ZANIN, M. Potencial de reciclagem de resíduos em um sistema com coleta de lixo comum. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 58-69, 2002.
- RIBEIRO, L. C. S.; FREITAS, L. F. S.; CARVALHO, J. T. A.; OLIVEIRA FILHO, J. D. Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. **Nova Economia Belo Horizonte**, v. 24, n. 1, p. 191-214, 2014.
- ROCHA, S. M.; ROCHA, R. R. C.; LUSTOSA, K. B. Política Brasileira de Resíduos Sólidos: reflexões sobre a geração de resíduos e sua gestão no município de Palmas – TO. **Revista ESMAT**, v. 9, n. 13, p. 29-42, 2017.

SACHS, W. The Sustainable Development Goals and *Laudato si'*: varieties of post-development? **Third World Quarterly**, v. 38, n. 12, p. 2573-2587, 2017.

SETTON, M. G. J.; VALENTE, G. Religião e educação no Brasil: uma leitura em periódicos (2003-2013). **Cadernos de Pesquisa**, v. 46, n. 160, p. 410-440, 2016.

SHARIFF, A. F. Does religion increase moral behavior? **Current Opinion in Psychology**, v. 6, p. 108-113, 2015.

SIQUEIRA, M. M.; MORAES, M. S. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência & Saúde Pública**, v. 14, n. 6, p. 2115-2122, 2009.

SILVA, C. A.; ANDREOLI, C. V. Compostagem como alternativa à disposição final dos resíduos sólidos gerados na CEASA Curitiba/PR. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 7, n. 2, 27-40, 2010.

SILVA, I. L.; NASCIMENTO, I. C. B. Avaliação da percepção ambiental sobre descarte do lixo eletrônico para moradores da cidade de Paulista – PE. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (org.). **Resíduos sólidos: os desafios da gestão**. Recife: Edufrpe, 2019. p. 80-90.

SOUZA, E. A.; ESPÍRITO SANTO, J. G. V.; CASTRO, J. M.; PEREIRA, G. C. A.; ALVES, R. N.; PATROCÍNI, E. G. Implicações dos resíduos sólidos à saúde humana: explorando publicações de enfermagem. **Uniciências**, v. 21, n. 1, p. 45-49, 2017.

SOUZA, W. J.; SILVA, S. S. Economia Solidária: o caso das cooperativas de reciclagem de Maringá – PR. **Brazilian Applied Science Review**, v. 3, n. 1, p. 417-438, 2019.

WALDMAN, M. Lixo domiciliar brasileiro: modelos de gestão e impactos ambientais. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 33, n. 2, p. 169-184, 2013.

WOLSINK, M. Contested environmental policy infrastructure: socio-political acceptance of renewable energy, water, and waste facilities. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 30, p. 302-311, 2010.

CAPÍTULO 4. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

4.1 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS; ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO EM PAULISTA – PE

LINS, Eduardo Antonio Maia

Universidade Católica de Pernambuco (Unicap)
eduardo.maia@unicap.br

SANTOS, Vanessa Araújo de Azevedo

Universidade Católica de Pernambuco (Unicap)
vaanessa.azevedo@gmail.com

RESUMO

O Gerenciamento de Resíduos Sólidos tem papel fundamental na redução e no controle dos impactos negativos produzidos pela destinação e disposição inadequados dos resíduos e rejeitos, respectivamente. Dado a esta importância, buscou-se elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos num condomínio no município de Paulista – PE e, junto a este, um Plano de Contingenciamento como medida mitigadora de eventuais situações emergenciais. Foi realizado um estudo e análise no condomínio através do qual verificou-se não haver segregação de resíduos ou coleta seletiva, o que evidenciou ainda mais a necessidade de um Plano de Gerenciamento. Foram realizados levantamentos documental e bibliográfico a partir de leis, normas e artigos científicos, a fim de obter-se embasamento necessário para a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos. Com a aplicação do Plano proposto, o condomínio poderá entrar em conformidade com a legislação e contribuir com a redução dos impactos socioambientais hoje gerados.

PALAVRAS-CHAVE: Coleta seletiva, Lixo, Reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos vem crescendo de maneira exorbitante nas últimas décadas. O sistema capitalista atual se baseia em produção e consumo, o que impulsiona a sociedade à cultura do consumismo. O consumismo, além de contribuir com a geração de impactos ambientais negativos, através da extração de matérias primas para a produção de bens e serviços, gera outros grandes impactos através da quantidade de resíduos gerado pelo consumo, tratamento inadequado e disposição final inadequada dos rejeitos (RAMOS et al, 2018). A problemática dos resíduos impõe por uma gestão e um gerenciamento eficaz, que envolvem políticas de educação e conscientização ambiental da população, coleta, transporte e destinação ambientalmente adequada dos resíduos e disposição ambientalmente adequada dos rejeitos, que vise a maximização do reaproveitamento dos resíduos e drástica redução de extração de matéria-prima, como está previsto na Lei 12.305/10 (BRASIL, 2010).

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - Abrelpe (2017), projeta-se que 3.923 municípios brasileiros têm iniciativas de coleta seletiva nas regiões, porém nem todos esses municípios tem a totalidade de suas áreas urbanas abrangida por tais iniciativas. De acordo com esses dados, 50,3% dos municípios do Nordeste têm iniciativas de coleta seletiva, ou seja, 902 municípios do Nordeste possuem tais iniciativas. Comparando com os dados de 2016 observa-se que houve um aumento de apenas 13 municípios do ano de 2016 para o ano de 2017.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo estudar metodologias e propor um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para um condomínio localizado no município de Paulista, de modo a possibilitar a otimização do reaproveitamento dos resíduos gerados por seus moradores através da conscientização e participação dos moradores do edifício do condomínio na segregação prévia dos resíduos para posterior destinação ambientalmente adequada, com a inclusão do catador de materiais recicláveis, o que contribuirá para a efetividade do processo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com a NBR 10004:2004, os resíduos sólidos são definidos como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (NBR 10004/2004, p. 1).

Conforme D`Almeida (2000), os resíduos sólidos urbanos podem ser classificados, de acordo com as fontes geradoras, em (i) Domiciliares: aqueles resíduos gerados nas residências, podendo ser constituídos de materiais orgânicos como restos de alimentos, materiais potencialmente recicláveis, como metal, plástico, vidro, papéis em geral, e também de lixo sanitário e materiais considerados perigosos e/ou tóxicos por serem prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública; (ii) Comerciais: aqueles resíduos oriundos das atividades comerciais

e de serviços como supermercados, bancos, lojas, bares e restaurantes e (iii) Público: aqueles resíduos provenientes de serviços de limpeza pública urbana como os serviços de varrição de ruas, praias, galerias, córregos e restos de podas de árvores e animais, além de áreas de feiras livres.

A NBR 10004:2004 também classifica os resíduos quanto à periculosidade em resíduos classe I – são considerados perigosos por conter características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade; classe II – são não perigosos e subdividem-se em classe II A (não inertes, podendo apresentar biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água) e classe II B (inertes) (NBR 10004/2004). A problemática dos resíduos, principalmente no que diz respeito à disposição inadequada destes, há tempos vem trazendo consequências negativas ao meio ambiente e à saúde das populações. Devido ao crescimento populacional, à ausência de conscientização da população e a ausência de gestão nas cidades a situação tem se agravado e com isso, foram sendo criadas leis para tentar minimizar e/ou solucionar os problemas relacionados aos resíduos (VIEIRA; BELTRAME, 2017).

A Constituição Federal do Brasil (BRASIL, 1988) no Art. 225 determina que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações”. Bezerra (2007), afirma que por abordar vários temas ligados à preservação ambiental em todo seu escrito e por conter um capítulo próprio destinado ao meio ambiente, a Constituição Federal de 1988 é chamada por alguns de “Constituição Verde”.

Em 2010 foi sancionada a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é uma Lei ainda recente que visa resolver questões relacionadas aos problemas socioeconômicos e ambientais ligados aos resíduos sólidos (SILVA et al., 2017). A PNRS tem como alguns dos objetivos a “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”, o “estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços” e o incentivo à indústria da reciclagem. Outros fatores presentes na PNRS são seus instrumentos tais como a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Muitas das questões tratadas e determinadas pela PNRS convergem ao encontro de uma economia circular que, segundo Azevedo (2015), é um modelo de economia no qual todos os materiais são produzidos de modo que possibilite a reintrodução destes na cadeia produtiva sem que haja perdas em suas qualidades, e com isso, mantendo-se uma circulação de materiais na cadeia de forma eficiente, saindo do modelo insustentável de extrair, produzir, descartar.

De acordo com Maiello et al. (2018), a PNRS agrega importância ao protagonismo do catador de materiais recicláveis nos planos de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, com papel fundamental na coleta seletiva e reciclagem destacando, ainda, a importância e necessidade do empoderamento do catador, com a melhoria das condições de vida e de trabalho. A Lei nº 12.305 de 2010 vem ainda a definir Gerenciamento de Resíduos Sólidos como sendo um

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos” exigidos na forma da lei (BRASIL, 2010, Art. 3º).

Para todo Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos é necessário que seja elaborado um Plano de Contingência e Emergência (PCE), o qual determina o que deverá ser feito em situações emergenciais (quando algo acontecer em inconformidade com o Plano de Gerenciamento) que venham a ocorrer em todas as áreas do estabelecimento a que se refere o PCE, para que a emergência seja atendida de modo rápido e eficaz (LEANDRO et al., 2018).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A área de estudo foi um condomínio localizado no bairro do Janga, no Município de Paulista (Figura 1), composto por 24 apartamentos, garagem, jardins, portaria, um banheiro na área comum do edifício, um banheiro na portaria para os funcionários e hall. No momento do estudo, o condomínio possuía 82 moradores e 4 funcionários.

Figura 1. Área do Condomínio



Fonte: Google Maps com adaptações dos Autores (2019).

3.2 Passos metodológicos

Foi realizado um levantamento documental através da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) e da Constituição Federal (BRASIL, 1988) para que o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do condomínio estivesse embasado e em conformidade com a legislação. Realizou-se levantamento bibliográfico através de estudos de caso de

Gerenciamento de Resíduos Sólidos, como embasamento teórico, para a elaboração deste plano no condomínio.

A determinação da composição gravimétrica baseou-se no método de quarteamento da amostra, segundo a NBR 10.007/2004, onde a amostra foi previamente pesada e depois fez-se uma mistura homogênea das duas amostras, que posteriormente foi dividida em quatro partes. Depois foram escolhidos dois quadrantes localizados em lados opostos entre si, constituindo uma nova amostra, e descartaram-se as restantes. Essa nova amostra foi despejada sobre uma lona plástica, na qual se iniciou o processo de separação dos resíduos por tipo e que são armazenados em sacos plásticos de 100 L. Na amostragem foram separados materiais como: papel, papelão, metais, resíduos orgânicos, vidro, plásticos e rejeitos. Os materiais separados foram pesados individualmente. A classificação dos resíduos foi baseada na NBR 10.004/2004.

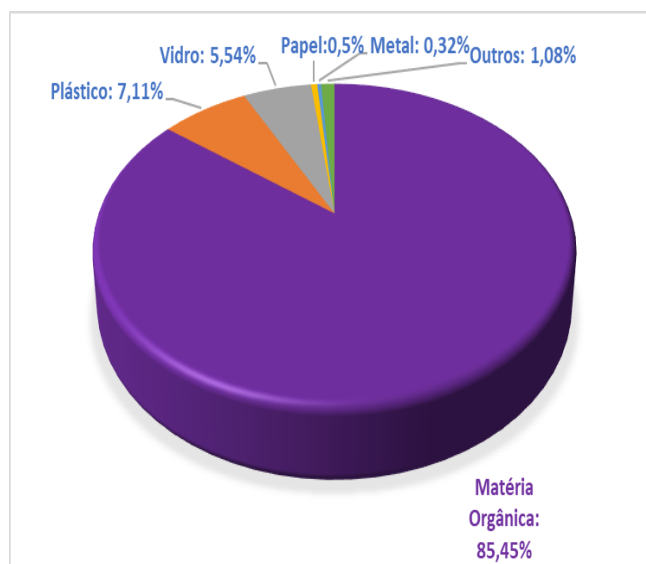
A partir desta estimativa e das metodologias dos artigos analisados, foi elaborado o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para o condomínio. Para melhor visualização dos resíduos que normalmente podem ser gerados em um condomínio e para auxiliar na visualização do plano foi montado um fluxograma com os tipos de resíduos gerados em cada área do condomínio, o acondicionamento e coleta que são realizados para cada um destes e as opções de destinação que pode ser dada a resíduos e rejeito. Também se tomou o cuidado de esclarecer o papel de cada morador e de cada funcionário nas etapas do gerenciamento dos resíduos. Para a implantação do gerenciamento integrado, analisaram-se possíveis acordos com Associação de Catadores de Materiais Recicláveis, assim como um possível acordo com a Companhia Energética de Pernambuco (Celpe) para venda de parte dos materiais recicláveis com o objetivo de obter um retorno financeiro para o condomínio e assim, aumentar o incentivo aos moradores, agregando maior eficácia ao Plano.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização dos resíduos sólidos

Os resíduos analisados obtiveram uma massa de resíduos orgânico e inorgânicos equivalente a 165 kg de resíduos por dia, obtendo-se uma geração per capita local de 2 kg.hab/dia, igual à média nacional (ABRELPE, 2015). O percentual de matéria orgânica apresentado equivaler a 85,45% do total de resíduos gerados, o plástico 7,11%, o vidro 5,54%, o papel 0,5%, o metal 0,32% e 1,08% foi representado por outros tipos de resíduos (Figura 2). É importante levar em consideração a possibilidade de geração de outros tipos de resíduos como pilhas e baterias e outros resíduos perigosos, que exigem tratamento diferenciado.

Figura 2. Composição Gravimétrica.



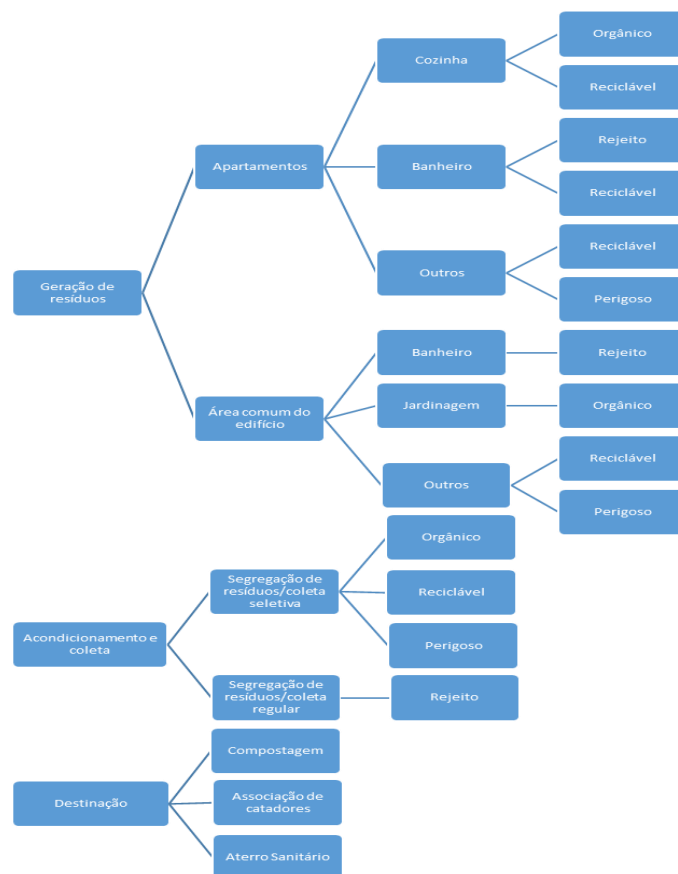
Fonte: Os autores (2019).

4.2 Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Os resíduos gerados pelos moradores do condomínio são coletados porta a porta pelo zelador no período da manhã e tarde, diariamente. O primeiro acondicionamento dos resíduos, realizado pelos geradores, ocorre em sacos plásticos; o segundo acondicionamento, realizado pelo zelador, também ocorre em sacos plásticos. Posteriormente, o zelador destina os resíduos coletados para local específico externo ao edifício do condomínio onde é realizada a coleta regular urbana. Todos os resíduos coletados vão diretamente para a CTR de Pernambuco, situada no município de Igarassu - PE. Neste condomínio não há a segregação prévia dos resíduos sólidos nem há coleta seletiva.

O ponto inicial do Plano de Gerenciamento de Resíduos deve ser a educação ambiental, importante para a efetividade do mesmo. É importante que haja conscientização e sensibilização dos moradores do condomínio, pois estes são fatores importantes e necessários para que haja uma boa gestão dos resíduos tornando possível que os condôminos contribuam da melhor forma (LEANDRO et al., 2018). Segundo Vieira e Beltrame (2017) a educação ambiental é um instrumento utilizado na gestão de resíduos sólidos capaz de conscientizar e sensibilizar as pessoas a respeito da problemática dos resíduos e levá-las a uma mudança de hábitos, com pequenos atos no dia-a-dia em prol do coletivo, gerando grandes benefícios para as gerações presentes e futuras. Tratando-se da fase de diagnóstico, no condomínio são gerados resíduos recicláveis, orgânicos, rejeito (sanitários) e resíduos que demandam acondicionamento e coleta especial, como pilhas, lâmpadas fluorescentes, remédios, equipamentos eletroeletrônicos. Assim, pode-se classificar os resíduos gerados pelo condomínio como resíduos domiciliares e domiciliares especiais (Figura 3).

Figura 3. Fluxograma dos resíduos no condomínio.



Fonte: Os Autores (2019).

O acondicionamento e a destinação adequada dos resíduos orgânicos são importantes para que não haja contaminação e/ou atração de vetores transmissores de doenças como ratos e baratas, devendo-se ter em vista, além da proteção ao meio ambiente, proteção à saúde dos moradores/funcionários do edifício. Sendo assim, na fase de prognóstico, para a efetivação de um novo plano, observou-se que os resíduos molhados (orgânicos) deverão ser encaminhados à compostagem, que poderá ser realizada através de parceria com empresa especializada ou optar-se para construir um espaço específico para realização de compostagem na área do condomínio com a possibilidade de retorno financeiro através da venda do composto (produto da compostagem) ou da utilização do composto pelos próprios moradores/funcionários. Há também o resíduo proveniente do uso do óleo de cozinha que deve ser acondicionado em garrafas PET e destinado corretamente, pois o óleo descartado em locais inadequadamente não há o tratamento, causam a contaminação das águas resultando na diminuição do oxigênio dissolvido, o que leva à morte da fauna aquática, sendo imprescindível o acondicionamento e destinação correta deste. Assim, deve-se firmar parceria com empresa especializada, como a ASA Indústria e Comércio que tem um programa de coleta seletiva para este tipo de resíduo, implantando um ponto de coleta no condomínio.

Em relação aos resíduos recicláveis, para o gerenciamento sustentável destes, o condomínio deverá firmar parceria com Associação de Catadores de Materiais Recicláveis ou com Catadores Autônomos de Materiais Recicláveis, visto a importância da inclusão destes agentes no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos enaltecida pela legislação (BRASIL, 2010). Esta posição é ratificada por Conke e Nascimento (2018) quando afirmam que ainda há muito desperdício de materiais passíveis de transformação reinsertão na cadeia produtiva, no Brasil. Estes autores teorizam que a coleta seletiva tem papel importante na geração de emprego e renda, além de ser importante para a preservação ambiental, mostrando mais motivos para que haja incentivo à coleta seletiva no Brasil. Para aumentar o incentivo à segregação prévia no condomínio, poderá ser realizada uma parceria com a Companhia Energética de Pernambuco (Celpe) para a venda de latas de alumínio com retorno financeiro para o condomínio.

Já na fase de prognóstico, para a operacionalização do plano e um repensar do fluxograma, devem ser realizadas reuniões com os condôminos e com os funcionários para explicar a importância local e global do manejo adequado dos resíduos, bem como da segregação prévia e o impacto gerado, na tentativa de conscientizá-los e incentivá-los a seguir adequadamente as orientações do plano. Também deve ser explicada a importância da não geração, da redução, da reutilização e da reciclagem de resíduos (BRASIL, 2010). Explicar e descrever a importância de cada indivíduo no plano e realizar treinamentos com os funcionários que irão manusear, segregar e/ou coletar os resíduos. Devem ser identificadas as pessoas responsáveis pela segregação de resíduos em cada apartamento e com estas serem realizados treinamentos com o objetivo de ensiná-las a segregar adequadamente os resíduos em secos e molhados. Como nos andares do edifício do condomínio não há espaço para alocação de lixeiras específicas para os resíduos secos, os resíduos molhados e rejeitos, estas deverão ser instaladas na parte térrea do edifício próxima à garagem e à saída mais próxima ao local de acondicionamento específico externo ao edifício do condomínio.

Também se faz mister realizar treinamento com o zelador do prédio (e o substituto) ensinando-o a coletar e acondicionar corretamente os resíduos nas lixeiras específicas e a destinar somente os rejeitos para o local externo do edifício onde será feita a coleta regular, que fará a disposição final ambientalmente adequada do rejeito, como determina a PNRS (BRASIL, 2010). O treinamento dará ao zelador a confiança e empoderamento para realizar esta parte do trabalho com eficiência, estando ciente da importância do seu papel no gerenciamento dos resíduos.

Em relação aos resíduos domiciliares especiais deve ser explicado aos condôminos e aos funcionários o perigo e o potencial contaminante que eles possuem e a necessidade de uma destinação específica para cada um deles. Por serem gerados em quantidade reduzida, os próprios geradores devem assumir a responsabilidade de segregar estes resíduos e acondicioná-los adequadamente e dar a devida destinação. Para isto, deve-se informá-los sobre o modo de acondicionamento e destinação correta e, preferencialmente, entregar uma cartilha para cada apartamento do edifício do condomínio com todas as informações e instruções necessárias para facilitar o encontro de pontos de coleta destes resíduos.

Para controle e monitoramento do Plano de Gerenciamento de Resíduos do condomínio deve haver o preenchimento de planilhas identificando quais apartamentos estão segregando os resíduos corretamente, a quantidade de material que está sendo coletado de cada apartamento e a quantidade de resíduos e de rejeito que está sendo destinada a cada parte. Isto possibilitará

uma maior efetividade do plano de gerenciamento, pois os moradores e os responsáveis pela segregação e acondicionamento de cada apartamento, cientes deste controle/monitoramento, se empenharão mais para realizar suas funções da forma correta. O controle/monitoramento também será peça chave na prevenção de possíveis situações de risco.

4.3 Plano de Contingenciamento

O Plano de Contingenciamento deve ser elaborado para que em situações emergenciais, por falhas operacionais no Plano de Gerenciamento de Resíduos, haja soluções e atitudes a serem tomadas que minimizem as possíveis consequências ao meio ambiente, à saúde dos moradores/funcionários e às áreas vizinhas (LEANDRO et al., 2018). Assim, o Plano de Contingenciamento analisa os riscos e prevê tais situações que demandam urgência na tomada de decisões, pensando em ações mitigadoras para cada uma delas. Colocando em análise os tipos de resíduos gerados no condomínio observa-se que a maior fonte de perigo e contaminação está nos resíduos domiciliares especiais (lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias, equipamentos eletroeletrônicos), seguido dos resíduos orgânicos que, como já dito, são ótimos atrativos de vetores. Todavia, como a quantidade de resíduos especiais gerada é baixa e a rotatividade da coleta e transporte internos e externos é alta, os possíveis riscos e o manejo não são emergenciais (Quadro 1).

Quadro 1. Possíveis riscos no gerenciamento de resíduos sólidos.

Tipos de resíduo	Etapa de gerenciamento	Possíveis riscos
Resíduo orgânico (sanitário)	Do acondicionamento à disposição final	Contaminação por patógenos
Resíduo orgânico	Acondicionamento e destinação	Atração de vetores transmissores de doenças
Vidro	Acondicionamento e coleta	Ocorrência de cortes no manejo
Equipamentos eletroeletrônicos/ pilhas e baterias	Do acondicionamento à disposição final	Vazamento e contaminação por metais pesados
Lâmpadas fluorescentes	Do acondicionamento à disposição final	Vazamento e contaminação por mercúrio

Fonte: os Autores (2019)

a) Medidas mitigadoras

Das possíveis situações de risco encontradas a que pode ocasionar consequências mais graves e que demandam maior urgência é a relacionada ao descarte do vidro, pois o acondicionamento incorreto pode resultar em cortes a quem o manuseia e transporta. Para mitigação deste risco deve haver uma conscientização dos moradores para que condicionem o vidro da maneira correta e treinamento com os funcionários conscientizando-os da importância do uso de EPI e exigindo sua utilização. Em relação aos resíduos orgânicos é necessário que sejam bem acondicionados e que o tempo de permanência no edifício seja mínimo, a fim de reduzir o risco de haver contaminação e/ou atração de vetores, devendo ser destinados e encaminhados para disposição final adequada. Os resíduos especiais devem ser segregados e acondicionados nos respectivos pontos de coleta para devida destinação ambientalmente

adequada, e para que isto, seja realmente realizado deve haver a conscientização dos moradores destacando-se a importância da prevenção de contaminação por estes resíduos.

Como forma de prevenção, se os resíduos forem segregados ou acondicionados de forma incorreta o funcionário deverá relatar tal erro ao síndico do prédio que por sua vez deverá conversar com a pessoa responsável pelo erro a fim de reforçar a conscientização e chamar atenção para as possíveis consequências. O ponto de acondicionamento no interior do edifício deve se localizar em área seca e coberta, contendo as devidas sinalizações para cada tipo de resíduo segregado, facilitando a destinação adequada. O ponto de acondicionamento no exterior do edifício, correspondente aos rejeitos que serão objetos de coleta regular para disposição no aterro sanitário, também deverá se encontrar em local seco e coberto, com devida sinalização.

b) Estrutura e organização

No caso de alguma dessas situações de risco chegar a acontecer o edifício deve ter apostos alguns instrumentos e protocolo que possibilite tomada de ações imediatas. Além do treinamento com os funcionários relacionado às possíveis ocorrências, o edifício deve dispor em local de fácil acesso kit de primeiros socorros, uma lista com todos os telefones de emergência e deve ser explicitado o que fazer e quem contatar em cada situação prevista. Se houver alguma inconformidade no acondicionamento os funcionários devem estar preparados a devolver o resíduo ao responsável do descarte (no caso dos resíduos especiais que devem ter destinação adequada, sendo esta de responsabilidade do gerador). Devem estar disponíveis sacos plásticos, para auxiliar no manejo com resíduos orgânicos, caso venha a danificar o material, logo os funcionários possam remediar a situação. Se, por ventura, houver vazamento de resíduos orgânicos no momento do transporte interno (que é realizado através das escadas do edifício), o funcionário responsável deve imediatamente realizar a limpeza e higienização do local.

Em decorrência de haver atraso na coleta dos resíduos, o edifício deve dispor de área suficiente para comportá-los por período pré-determinado (que dependerá da quantidade média de resíduos gerados) até o momento da coleta. Os responsáveis pela coleta e transporte externo para destinação adequada dos resíduos deverão ser acionados e questionados imediatamente para que não haja eventuais situações de riscos a partir do acúmulo de resíduos no edifício.

5. CONCLUSÕES

Através do levantamento documental e análise da área de estudo foi observado que o condomínio não está em conformidade com a legislação, principalmente no que diz respeito à Política Nacional de Resíduos Sólidos. Isto foi evidenciado pela não segregação de resíduos sólidos na fonte de geração e pela não existência de coleta seletiva no condomínio, tendo-se o aterro sanitário como destinação de resíduos recicláveis. Já o levantamento bibliográfico e da elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos observou-se que há possibilidade do condomínio entrar em conformidade com a legislação e, desde que seja implantado e seguido corretamente, o condomínio deverá diminuir o impacto negativo que hoje gera ao meio ambiente e ainda ter um retorno financeiro que diminuirá os custos condominiais.

Com a destinação dos resíduos recicláveis haverá otimização no reaproveitamento destes materiais, fator que: reduzirá os impactos ambientais provenientes da extração de matéria prima; reduzirá a quantidade de material destinado ao aterro sanitário, aumentando seu tempo de vida; reduzirá a quantidade de resíduos que são despejados inadequadamente no meio ambiente; e

estará contribuindo para uma mudança de uma linha econômica linear para a economia circular. Além do impacto ambiental, o Plano de Gerenciamento de Resíduos permitirá a inclusão dos catadores de materiais recicláveis, auxiliando na melhoria de qualidade de vida destes atores, empoderando-os, e contribuindo para uma pequena, porém significativa, redução da desigualdade social.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 10004, **Resíduos sólidos: Classificação**, 2004.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2015.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2017.

AZEVEDO, J. L. de. **A economia circular aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa**. In: XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, RJ, 2015.

BERTICELLI, R.; PANDOLFO, A.; KORF, E. P. (2017). Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos: Perspectivas e Desafios. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p.711-744.

BEZERRA, F. C. P. O Meio Ambiente na Constituição Federal de 1988: um olhar sobre os Princípios Constitucionais Ambientais. **Revista Digital Constituição e Garantias de Direitos**, ed. UFRN, v.1, n.2, 2013.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010.

BRASIL. Presidência da República. **Constituição Federal, de 5 de outubro de 1988**. Departamento da Casa Civil. Brasília, 1988.

CAETANO, M. D. D. E.; DEPIZZOL, D. B.; REIS, A. DE O. P. DOS. (2017). Análise do Gerenciamento de resíduos sólidos e proposição de melhorias: estudo de caso em uma marcenaria de Cariacica, ES. **Gestão & Produção**, v.24, n.2, p. 382-394.

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. do. (2018). A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, v.10, n.1, p. 199-212.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, p. 370, 2000.

DE ANDRADE, A. T. S.; ALCÂNTARA, R. L. (2016). Resíduos Sólidos Urbanos e Impactos Socioambientais no Bairro “Lagoa do Ferreiro”, Assu, RN. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 16-31.

LEANDRO, M. E. D. de A.; FARIA, T. T. de F.; ALMEIDA, I. M. S. de; SILVA, K. A. da; Gerenciamento de Resíduos Sólidos em condomínio vertical: estudo de caso em Jaboatão dos Guararapes – PE. Recife: Edufrpe, 2018.

LINS, E. A. M. et al. Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados na Rua do Lazer - estudo de caso na UNICAP. **In:** Encontro Pernambucano, 5 e Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos, 3, 2016, Recife. **O desafio da gestão integrada dos resíduos sólidos face aos objetivos do desenvolvimento sustentável da ONU.** Recife: GAMPE, 2016b.

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. de P.; T. F. VALLE (2018). Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública**, p.24-51.

MEDEIROS, J. H. D. Diagnóstico do uso do pó de pedra em argamassas: caso do município de Caicó – RN. **In:** AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas.** 1. ed. Recife: Edufrpe, 2019. P.397- 407.

MESQUITA, R. M.; CORDEIRO, L. F. A.; SOUZA, V. A. Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil no TJPE. **In:** AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas.** 1. ed. Recife: Edufrpe, 2019. P.367-373.

OLIVEIRA, M. C.; BERTO NETO, J.; LOPES, A. A. S.; FONSECA, A. M.; COSTA, E. A. S.; XAVIER, A. R. (2017). Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de Caso no Município de Barreira, Ceará, Brasil. **Revista Educação Ambiental em Ação**, Número 60, Ano XVI.

RAMOS, P. V. T. de A.; GUARIDO, C. E. M.; PIRES, G. D.; SILVEIRA, C. R. D. A. (2018). A gestão ambiental: melhoria do processo produtivo no tratamento de resíduos sólidos urbanos com recuperação energética. **Brazilian Journal of Development.** Curitiba, v.4, n.5, Edição Especial, p. 2081-2096.

SANTOS, J. P. O. ; SILVA, E. V. L. ; SOUZA, A. L. ; EL-DEIR, S. G. . Economia Circular como Via para Minimizar o Impacto Ambiental Gerado Pelos Resíduos Sólidos. **In:** Rodrigo Cândido Passos da Silva, João Paulo de Oliveira Santos, Daniel Pernambucano de Mello, Soraya Giovanetti El-Deir.. (Org.). **Resíduos sólidos: tecnologia e boas práticas de economia circular.** 1ed.Recife: Edufrpe, 2018, v. 1, p. 8-17.

SANTOS, J. S.; BORTOLON, K. M.; CHIROLI, D. M. G.; OIKO, O. T. (2015). Logística verde: conceituação e direcionamentos para aplicação. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 19, n. 2, p. 314–331.

SANTOS, T. C. G. ; LIRA, E. B. S. ; ALMEIDA, C. C. S. ; EL-DEIR, S. G. . Apl como estratégia de gerenciamento dos resíduos sólidos de confecções do agreste pernambucano. **In:** João Paulo de Oliveira Santos; Rodrigo Cândido Passos da Silva; Daniel Pernambucano de Mello; Soraya Giovanetti El-Deir. (Org.). **Resíduos Sólidos: impactos socioeconômicos e ambientais.** 1ed.Recife: Edufrpe, 2018, v. 1, p. 163-173.

SILVA, M. J. F. **Impactos Socioambientais Causados pelo Destino Final dos Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Tacima-PB.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual da Paraíba, Departamento de Geografia, Campina Grande, 2013.

SILVA, L. M. S. da.; PARAÍSO, L. A.; PINTO JUNIOR, I. M. **Análise crítica Política Nacional de Resíduos Sólidos: principais pontos e aplicabilidade.** Cadernos de Graduação: Ciência e Tecnologia, v.4, n.2, p.37-48, 2017.

SILVA, R. C. P. da ; JUCA, J. F. T. ; EL-DEIR, S. G. Correlação da Renda e Geração de Resíduos Sólidos nos Setores de Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares da Cidade de Recife/PE, Brasil. **In:** Daniel Pernambucano de Mello; Soraya Giovanetti El-Deir; Rodrigo Cândido Passos da Silva, João Paulo de Oliveira Santos. (Org.). **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada**. 1ed. Recife: Edufrpe, 2018, v. 1, p. 331-343.

VIEIRA, P. L.; BELTRAME, L. T. C. **Educação Ambiental: a resposta para o problema de resíduos sólidos urbanos**. In: 8º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, Curitiba, PR, 2017.

4.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ESTUDO DE CASO DOS ECOPONTOS EM SÃO LUÍS - MA

ROCHA, Ronald Pereira
Universidade CEUMA
ronald32040@gmail.com

CARVALHO, Cristiane Caldas
UniCeuma
cristiane.caldas@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo fundamental a identificação de execução de políticas públicas ambientais sobre Resíduos Sólidos Urbanos, em especial sobre os ECOPONTOS em São Luís/MA. Analisou-se como tais políticas encaixam-se nas metas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº12.305/2010. Após tratar da base conceitual sobre o tema, realizou-se o estudo de caso sobre os Ecopontos no município de São Luís/Ma. Evidenciou-se que o incômodo ambiental e social gerado pelo expressivo volume de resíduos sólidos urbanos, além da determinação da PNRS para o desenvolvimento de políticas ambientais sobre tema, motivou a criação dos Ecopontos. Assim, a capital maranhense passa a ser uma das primeiras capitais nordestinas a cumprir uma parcela da PNRS. O objetivo primordial dos Ecopontos é destinar corretamente os materiais recicláveis descartados, não recolhidos pela coleta convencional de resíduos, entregues de forma voluntária pela população. Dessa forma, observou-se que o referido projeto estimula a conscientização da população para descarte correto dos resíduos recicláveis, em ação de promoção da sustentabilidade com envolvimento direto das comunidades, notadamente nos locais de instalação dos atuais Ecopontos. Constatou-se a diminuição do volume de resíduos destinados para o aterro sanitário que atende o município, contribuindo para a vida útil do mesmo, bem como para as questões ambientais e sanitárias da cidade. O reaproveitamento e a reciclagem são as principais engrenagens do projeto Ecopontos, pois transformam materiais usados e descartados em matérias-primas, reduzindo a necessidade de consumo de recursos naturais do meio ambiente. Constatou-se, portanto, que o projeto ambiental ECOPONTOS contribui para a gestão municipal sustentável e integrada de resíduos sólidos, de modo a cumprir requisitos legais estabelecidos pela PNRS, contribuindo, dessa forma, para a garantia constitucional do direito ao meio ambiente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida, para as presentes e futuras gerações.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Resíduos Sólidos Urbanos. Ecopontos

1. INTRODUÇÃO

O aumento populacional, a urbanização, o consumismo desenfreado, dentre outros fatores, contribuem para o aumento da produção de resíduos sólidos, particularmente nos centros urbanos. Para tentar solucionar o problema, surge a lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Baseado nas premissas estabelecidas na PNRS, o projeto ECOPONTOS surge com papel fundamental na gestão integrada de resíduos sólidos em São Luís - MA. O foco do projeto é a diminuição de locais irregulares para descarte de resíduos, o que contribui para o desenvolvimento de uma cidade mais limpa e com saúde. O objetivo é que os materiais descartáveis não recolhidos pela coleta convencional de lixo sejam entregues de forma voluntária pela população, estimulando a conscientização desta para o descarte correto dos resíduos. Através do estudo de caso e de revisões bibliográficas, o presente artigo visa discutir como o projeto ECOPONTOS faz uso dos instrumentos elencados pela PNRS, de modo a alcançar as metas desta.

2. RESÍDUOS SÓLIDOS

2.1 Sociedade, Produção e consumo

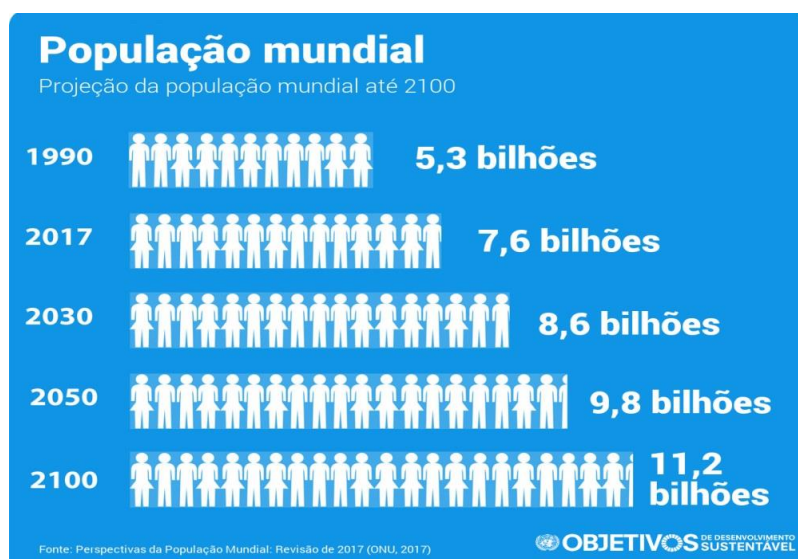
Há uma estreita relação entre a sociedade e o consumo, que é intensificada por diversos fatores. A sociedade consome o que produz, e o que sobra ou é descartado dessa relação são os resíduos, constantemente confundidos com o lixo. O fato é que existem diferenças entre os termos supracitados, que serão esclarecidas mais adiante.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/ 2010), capítulo II, Artigo 3º, alínea XVI, define resíduos sólidos como:

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL).

Diversos são os fatores que têm relação direta com o aumento dos resíduos sólidos descartados no meio ambiente. De acordo com estimativas da ONU, em 1950, a população mundial era estimada em cerca de 2,6 bilhões de pessoas. Essa quantidade praticamente dobrou em meados de 1987, e atingiu a marca de 6 bilhões nos anos 2000. Agora, em outubro de 2017, a população global chegou a 7,6 bilhões (Figura 1).

Figura 2. População Mundial



Fonte: (ONUBR , 2017)

Devido a esse crescimento populacional, que ocorreu de forma surpreendente e desordenada, há um aumento na produção e no consumo, que por consequência gera uma maior quantidade de resíduos.

Aliado ao fator do crescimento populacional e do consumismo desenfreado há o aumento no processo de urbanização, fator que foi intensificado com o advento da revolução industrial. E na medida em que o processo de urbanização se intensifica, mais pessoas se deslocam do campo para as cidades, ocasionando maior concentração de pessoas nos centros urbanos, que, por consequência, aumenta a geração de resíduos sólidos em tais espaços.

2.2. Resíduos Sólidos Urbanos

Segundo a lei da PNRS, os resíduos sólidos urbanos são classificados como resíduos domiciliares e os de limpeza urbana. Esses resíduos são constantemente confundidos com o lixo, popularmente conhecido como o “resto” ou “sobra”, basicamente materiais taxados como inúteis, provenientes de atividades humanas. Mas “com todas as técnicas de reutilização e reciclagem existentes atualmente, é muito difícil que determinado produto ou material seja considerado lixo”. (Mancini, Ferraz, & Bizzo, 2012, p. 347). Ainda assim, por ignorância ou indiferença do gerador, alguns resíduos que poderiam ser reutilizados ou reciclados são considerados como rejeito (estado do resíduo sólido depois de esgotadas todas as possibilidades de seu reaproveitamento), sendo descartados.

2.3. Direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado

No Brasil, a Constituição Federal de 1988 não define o que é meio ambiente, mas garante o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL).

É um direito considerado de terceira geração, difuso ou transindividual, isto é, pertencente a várias pessoas, mas não a alguém isoladamente. É um direito que tem como premissas a solidariedade e a fraternidade:

Têm-se consciência, no moderno constitucionalismo, de que, assim como o ideal de liberdade não pôde ser adequadamente cumprido sem a implementação efetiva e material dos direitos de igualdade - daí o surgimento do Estado do bem-estar social - também não se poderá implantar uma sociedade igualitária sem que se promova a efetivação do terceiro sonho dos revolucionários franceses: o sonho da fraternidade. Nasce, assim, neste limiar de um novo século, os chamados direitos de "terceira geração", inspirados nos valores da solidariedade (Zavascky, 1998, pp. 226-232).

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela lei nº 6938/81, apresenta, em seu art. 3º inc. I, o conceito legal de meio ambiente como “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL). Já doutrinariamente, o meio ambiente é visto como um conjunto de elementos essenciais, sendo que a natureza e o homem são partes dele. Para Antunes (2017), o meio ambiente não abrange somente a natureza, mas também a sua relação com o ser humano e a modificação sobre o meio físico produzida por ele.

2.4 Multidimensões da Sustentabilidade

Na década de 1980, a ONU retoma o debate acerca das questões ambientais e em 1983 realiza a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), também conhecida como Comissão de Brundtland. O documento final dessa comissão foi chamado de “Nosso Futuro Comum” ou “Relatório Brundtland”. Apresentado em 1987, apresentou o conceito de Desenvolvimento Sustentável, que é “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”. Posto isso, Juarez Freitas argumenta que a sustentabilidade em si possui diversas dimensões:

A pluridimensionalidade, criticamente reelaborada, conduz à releitura ampliada da sustentabilidade (para além do consagrado tripé social, ambiental e econômico). (Freitas, 2012, p. 56).

Dessa maneira, o autor elucida que a multidimensionalidade da sustentabilidade vai além do tripé social, ambiental e econômico, tendo o acréscimo de pelo menos mais duas dimensões, quais sejam: a ética e a jurídico-política. A ampliação do leque das dimensões da sustentabilidade é perfeitamente justificável, tendo em vista que a “sustentabilidade é multidimensional, porque o bem-estar é dimensional” (Freitas, 2012, p. 57).

Além disso, após o advento do “Relatório Brundtland”, surgiu uma nova perspectiva sobre a relação entre o meio ambiente e o desenvolvimento econômico:

Com a proposta do DS não se trata de tornar o crescimento econômico o mais compatível possível com a conservação ambiental. Os processos que conduzem aos dois objetivos (crescimento e conservação) constituem uma unidade indivisível e, ao mesmo tempo, uma alternativa viável na atual etapa de desenvolvimento da humanidade (Dias, 2015, p. 29).

Interessante mencionar que para que isso seja possível, é necessário que haja o desenvolvimento de tecnologias limpas, aliadas ao uso de energias renováveis, confiáveis e sustentáveis. Por fim, o manejo de resíduos sólidos está intimamente ligado à preservação do meio ambiente, e este ao desenvolvimento sustentável. Ora, os resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos e bens resultantes de atividades humanas em sociedade e tais atividades são realizadas em prol do desenvolvimento ou devido a ele. Logo, para que o desenvolvimento seja sustentável, a produção, reciclagem e destinação final dos resíduos também devem ser.

3. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, é regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010, e é parte integrante da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Devido à incessante produção de resíduos sólidos, à ausência de uma regulamentação específica em relação a estes e após quase duas décadas de tramitação no congresso nacional, a Política Nacional de Resíduos Sólidos surge para definir os princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações que devem ser adotadas pelo poder público, pela sociedade e pelo setor produtivo visando garantir a obrigatoriedade da gestão integrada e do gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos no país.

3.1. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

A PNRS define a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, em seu Art. 3º, inc XI, como o

Conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL).

Ou seja, busca de soluções com abordagem multidisciplinar focadas no desenvolvimento sustentável, com participação da sociedade na elaboração das soluções e disponibilização de informações sobre as mesmas (Figura 2). Além disso “Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL). Portanto, observa-se que o estabelecimento da ordem de ações voltadas à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos possibilita aos setores envolvidos a promoção da sustentabilidade nas atividades humanas.

Figura 3. Ordem de prioridade na Gestão e no Gerenciamento



Fonte: (Machado, 2013)

3.3. Consumo e Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos

Dentre os diversos temas abordados pela lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, um dos mais relevantes é a Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos. O art. 3º, caput, XVII, da lei a define da seguinte forma

Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei (BRASIL).

De maneira geral, são diversas as responsabilidades dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, tais como colocar no mercado produtos: que gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível; que sejam aptos, após o uso pelo consumidor, à reutilização, à reciclagem ou a outra forma de destinação ambientalmente adequada. Além disso, devem divulgar informações sobre como evitar, reciclar e eliminar os resíduos associados a seus produtos.

3.4. Coleta Seletiva

A coleta seletiva consiste no processo de coleta dos resíduos sólidos previamente segregados segundo a sua constituição ou composição. Ou seja, os resíduos são separados na própria fonte geradora (que pode ser um cidadão, uma empresa ou outra instituição), pois “é importante realizar a separação na fonte para evitar a contaminação dos materiais reaproveitáveis, aumentando o valor agregado destes e diminuindo os custos de reciclagem”. (Barbosa & Ibrahim, 2014, p. 112). É extremamente importante que os resíduos sólidos sejam previamente separados, pois cada resíduo tem um processo próprio de reciclagem e a mistura deles tornaria esta mais cara ou mesmo inviável pela dificuldade de separá-los. Logo, se o processo de separação dos resíduos for possível, porém economicamente inviável ou sequer seja possível devido à falta de processos tecnológicos adequados, os resíduos terão outra destinação ambientalmente adequada, que não a reciclagem.

De acordo com Barbosa e Ibrahim (2014), a coleta seletiva, além de possibilitar a economia de matérias-primas, contribuir para o desenvolvimento sustentável, ainda é capaz de ser fonte de renda para muitas pessoas, sendo assim, um instrumento extremamente importante da PNRS.

4. Estudo de Caso: ECOPONTOS em São Luís - MA.

O Ecoponto é um projeto ambiental criado e disponibilizado à população para entrega voluntária de materiais previamente segregados e não recolhidos pela coleta convencional de lixo, combatendo, assim, o descarte irregular de resíduos na capital maranhense. A entrega voluntária dos materiais é feita pelos munícipes ou por pequenos transportadores, diretamente contratados pelos geradores. O projeto teve início em maio de 2016, com a implantação do primeiro Ecoponto, localizado na Avenida dos Africanos. No Município de São Luís existem, atualmente, unidades de ECOPONTOS em 10 bairros da capital maranhense: Bairro de Fátima, Bequimão, Turu, Jardim América, Angelim, Jardim Renascença, Residencial Esperança, Cidade Operária e São Francisco. De acordo com o Comitê Gestor de Limpeza Urbana, em média são recebidos nos Ecopontos cerca de 50 toneladas mensais de materiais recicláveis e resíduos não coletados pelo serviço convencional de coleta de lixo (CGLU, 2017).

4.1. Ato de criação e regulamentação

De acordo com informações disponibilizadas pelo Comitê Gestor de Limpeza Urbana (CGLU), a fim de melhorar as condições do sistema de limpeza urbana, além de atender aos preceitos e objetivos elencados pela PNRS, em 2012 foi firmado um contrato de Parceria Público Privado, entre a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP) e a São Luís Engenharia Ambiental S.A (SLEA), cujo objeto é a execução de serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos. Com o objetivo de aumentar a reciclagem e a reutilização de resíduos sólidos no Município e a disposição de apenas rejeitos em aterro sanitário, está previsto no contrato a implantação de Ecopontos. O funcionamento dos Ecopontos está devidamente regulamentado pelo Decreto nº 48.911, de 14 de março de 2017 que estabelece, dentre outros, conceitos, estrutura das instalações, tipos de resíduos que podem ser recebidos e a sua destinação final ambientalmente adequada.

Outro ponto importante foi a identificação da destinação dos resíduos recebidos pelos Ecopontos (Quadro 1). O projeto Ecopontos, além de estimular a conscientização da população, envolvendo-a em ações de sustentabilidade através da Coleta Seletiva, fomenta a geração de trabalho e renda, auxiliando as cooperativas de catadores. O material reciclável coletado nos Ecopontos é doado às cooperativas de reciclagem e estas, por sua vez, realizam a triagem e prensagem dos materiais. Após esse processo, as cooperativas vendem os materiais para empresas recicladoras, que os transformam em matéria-prima para outro produto. Dessa forma, há geração de renda para todos os envolvidos no processo, além da valorização do trabalho realizado pelos catadores.

Quadro 1. Destinação dos Resíduos

Resíduos sólidos	Destinação
Recicláveis e eletrônicos	Cooperativas de catadores
Resíduos de construção civil	Conformação do aterro da ribeira (desativado em 2015)
Volumosos (madeira e poda)	Povoado cinturão verde

Pneus	Iniciativa reciclanip
Óleo de cozinha	Ascamar

Fonte: CGLU (2017)

4.2. Infraestrutura

Quanto à infraestrutura, os Ecopontos dispõem de área administrativa, dotada de sala de escritório e sanitário, áreas de recebimento e acondicionamento temporário dos materiais e área de manobra de equipamentos e veículos. Além disso, os Ecopontos possuem desnível (rampa com plataforma) para a transferência direta de resíduos de poda, volumosos e de construção civil em caixas estacionárias. (Possui 4 baias de alvenaria, devidamente cobertas e sinalizadas. Constatou-se na visita de campo o atendimento à Resolução Conama nº 275/2001, a qual estabelece os critérios de cor para os locais destinados à coleta seletiva).

5. CONCLUSÃO

O projeto ambiental ECOPONTOS contribui para a gestão municipal sustentável e integrada de resíduos sólidos, de modo a promover a destinação ambientalmente adequada de 50 toneladas mensais de resíduos recicláveis e resíduos não recolhidos pela coleta convencional de lixo, com o intuito de que se destine ao aterro sanitário somente os rejeitos, conforme disposto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal 12.305 de 2010. Além disso, o Projeto ECOPONTOS é capaz de estimular a conscientização da população para o descarte regular de resíduos, promovendo o exercício da cidadania, pois o referido projeto só pode ser exercido em sua plenitude se houver a efetiva participação da população, de todos aqueles capazes de constituir direitos e obrigações, de cidadãos.

A educação é capaz de motivar e sensibilizar o exercício da cidadania através da formação de cidadãos cada vez mais empenhados com os seus deveres. No processo de implantação dos Ecopontos, o Comitê Gestor de Limpeza Urbana (CGLU) promove educação ambiental recebendo escolas em visitas guiadas aos Ecopontos. Dessa maneira o governo faz a parte que lhe foi designada, restando ao cidadão, na qualidade de tal, fazer a sua. Dessa e de outras formas, o Projeto ECOPONTOS cumpre os requisitos legais estabelecidos pela PNRS, contribuindo, dessa maneira, para a garantia constitucional do direito ao meio ambiente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida, para as presentes e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano – 1972. Disponível em: <https://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/DesenvolvimentoSustentavel/1972_Declaracao_Estocolmo.pdf>. Acesso em: 6 de Dezembro de 2017.

Apesar de baixa fertilidade, mundo terá 9,8 bilhões de pessoas em 2050. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/apesar-de-baixa-fertilidade-mundo-tera-98-bilhoes-de-pessoas-em-2050/>>. Acesso em: 6 de Setembro de 2017.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 19º Ed. São Paulo: Atlas, 2017.

BARBOSA, Gisele Silva. O Desafio do Desenvolvimento Sustentável. **Revista Visões**. v.1, 4º Edição, p.1-11, 2008.

BARBOSA, Rildo Pereira; IBRAHIN, Francini Imene Dias. **Resíduos Sólidos, Impactos, Manejo e Gestão Ambiental**. 1º Ed. São Paulo: Érica Ltda, 2014.

BESEN, Gina Rizpah. **Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. 1º Ed. São Paulo: Manole, 2012.

BRASIL. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de Agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos.

BRASIL. Lei Nº 6.938, DE 31 De Agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. Decreto nº 48911 de 14 de Março de 2017. Regulamenta o funcionamento dos Ecopontos.

DIAS, Reinaldo. Sustentabilidade, origem e fundamentos, educação e governança global, modelo de desenvolvimento. São Paulo: Atlas S.A, 2015.

FREITAS, Juarez. Sustentabilidade – Direito ao Futuro.

INFORMAÇÕES SOBRE OS ECOPONTOS EM SÃO LUÍS/MA. COMITÊ GESTOR DE LIMPEZA URBANA. 2017.

JACOBI, Pedro. EDUCAÇÃO AMBIENTAL, CIDADANIA E SUSTENTABILIDADE. Cadernos de Pesquisa, 189-205, 2003

JURAS, I. M.; ARAUJO, S. G. A Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida do Produto. In: JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; FILHO, J. V. M. Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. São Paulo: Manole, p.70, 2012.

LEITE, José Rubens Morato. **Manual de Direito Ambiental**. 1º Ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

MACHADO, Gleysson B. Ordem de prioridade na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos. Disponível em: < <http://portalresiduossolidos.com/ordem-de-prioridade-na-gestao-e-no-gerenciamento-de-residuos-solidos/>>. Acesso em 20/01/2018.

MANCINI, Sandro Donnini ; FERRAZ, José Lázaro; BIZZO, Waldir Antônio. Resíduos Sólidos. In: ROSA, André Henrique; FRACETO, Leonardo F.; MOSCHINI-CARLOS, Viviane. Meio Ambiente e Sustentabilidade. São Paulo: Bookman, 2012.

MILARÉ, Édis. Direito do Ambiente. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014.

PAULO, Sirlene Rodrigues. REFLEXÕES SOBRE O MODO DE PRODUÇÃO CAPITALISTA E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. Revista Mato-Grossense de Geografia, p. 124-144, 2013.

PRAC- PROGRAMA DE RESPONSABILIDADE AMBIENTAL COMPARTILHADA- Disponível em: <<http://www.prac.com.br/site/pt-BR/literaturas-3/educacao-ambiental/coleta-seletiva.html>> Acesso em 02 de setembro de 2017.

REIS, Lineu Belico dos; FADIGAS, Eliane A. F. Amaral; CARVALHO, Cláudio Elias. **Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável**. 1º Ed. São Paulo: Manole, 2005.

Zavasky, Teori Albino. Direitos Fundamentais de Terceira Geração. **Revista da Faculdade de Direito da UFRGS**, v. 15, P. 226-232, 1998.

4.3 CONSÓRCIO PARA DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE PEQUENOS MUNICÍPIOS

MEDEIROS, Éder Silva de
Grupo de Inovação e Sustentabilidade da Universidade CEUMA (UNICEUMA)
edershow01@hotmail.com

MELO, Rodrigo da Silva
UNICEUMA
rodrigo145889@hotmail.com

GONZAGA, Lorraine Freitas
UNICEUMA
lorrainefreitas.amb@gmail.com

MACHADO, Alessandro Resende
UNICEUMA
alessandorm@gmail.com

RESUMO

Destinar os resíduos sólidos urbanos inadequadamente causa impactos ambientais e na saúde da população. Visando solucionar esse problema foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que além de outros fatores trata sobre a destinação final de resíduos em aterro sanitário. Este estudo tem por objetivo apresentar uma proposta preliminar de uma futura área para um aterro sanitário em consorcio para os municípios Lago do Junco e Lago dos Rodrigues no estado do Maranhão. Para escolha da área efetuou-se mapeamento através da ferramenta Google Earth Pro, onde foram verificadas as principais características relacionadas a distâncias mínimas de corpos hídricos e núcleos habitacionais. Foi realizada uma simulação de cálculos por meio de equações matemáticas para dimensionar o aterro sanitário por meio do método de trincheiras e a análise da evolução do alcance do projeto em relação à área escolhida. O projeto visa uma capacidade de vida útil para o aterro sanitário de 20 anos, em que os resíduos serão depositados em quatro trincheiras, com capacidade útil de 42.983 m³ cada uma, distribuídos em uma área 51.480 m². Diminuindo assim os impactos ambientais e fortalecendo as políticas de gerenciamento de resíduos nos dois municípios.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro Sanitário; Impacto ambiental; Dimensionamento.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade tem produzido uma grande quantidade de resíduos que quando mal gerenciados se tornam fontes indiscutíveis de deterioração ambiental. O crescimento da renda *per capita* e da população de forma desordenada, associados à inadequação produtiva e de consumo, constituem os fatores globais que explicam o crescente descarte dos resíduos sólidos no meio ambiente (RIKILS, 2015). Afirma Souza, et al. (2017) que a preocupação ambiental é um tema que vem crescendo, devido a utilização de forma não sustentável que afeta diretamente a qualidade de vida e com o crescimento populacional desordenado, a relação entre homem e meio ambiente se tornou contínua.

Segundo Querino et al. (2016) o crescimento populacional nas cidades brasileiras tem potencializado a geração, em larga escala, dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e seu manejo inadequado no meio ambiente pode gerar graves consequências em decorrência ao elevado poder contaminante da decomposição, dessa forma, é necessário que os resíduos tenham uma disposição final menos danosa ao meio ambiente evitando a transmissão de doenças, contaminação dos lençóis freáticos, da água dos rios, do ar, e do solo. Ferri et al. (2015) diz que a destinação inadequada dos resíduos sólidos causam grandes impactos, como por exemplo a poluição do ar e proliferação de doenças patogênicas, nesse sentido a destinação adequada, reduz significativamente tais impactos causados por imprudências humanas.

Ações para a gestão adequada dos RSU estão sendo estruturadas a nível federal, a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – lei nº 12.305/10, que tem por objetivo eliminar os “lixões”, reduzindo, reutilizando, reciclando e tratando os resíduos, tendo uma disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010; THODE FILHO, 2015). A obrigatoriedade dada pela PNRS de implantar aterro sanitário nos municípios ou obter uma expansão de acordo com os estudos feitos por Couto Junior et al. (2017) tem sido um grande desafio, para tanto, a formação de consórcio público intermunicipais é um instrumento fundamental no atendimento dessa política nacional. Afirma Kranz (2015) que tal formação é uma técnica de geração de benefícios na gestão e na execução das políticas e despesas públicas.

Com o crescimento populacional e observando a necessidade de adequação às diretrizes dadas pela PNRS, esta pesquisa tem o objetivo de propor um aterro sanitário em consórcio intermunicipal de resíduos sólidos, tomando como estudo de caso os municípios de Lago dos Rodrigues e Lago do Junco - Maranhão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Fonseca et al. (2019) afirma que os impactos ambientais provenientes de resíduos sólidos são gerados em grande escala pela construção civil, a extração de matérias - primas e obras da terra, que com o avanço de tecnologias há um aumento desses materiais onde não se tem uma destinação final adequada. A questão dos resíduos sólidos é um problema mundial que se renova anualmente, influenciado por fatores como a globalização e a inovação tecnológica, que motivam um aumento no consumo, principalmente de materiais obsoletos, que como consequência levam a um aumento exponencial de resíduos, os impactos disso é a contaminação de recursos naturais, isto é, o ar, o solo e a água (GIACCOM-RIBEIRO et al. 2018; SILVEIRA, 2016).

No Brasil, visando uma solução para este problema, foi criada a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), Lei nº 11.445/07, e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/10, objetivando uma gestão de resíduos sólidos de forma integrada e responsável. Com a entrada em vigor da PNSB e da PNRS, foi possível estabelecer diretrizes básicas para as temáticas dos resíduos sólidos. É importante salientar que, a PNSB possui quatro componentes inter-relacionados entre si: Sistemas de Drenagem, Sistema de Coleta e Tratamento de Esgoto, Sistema de Abastecimento e Tratamento de Água e Gestão de Resíduos. Quanto a PNRS, a lei aborda os princípios, objetivos e instrumentos necessários para a efetiva gestão integrada dos resíduos sólidos, e também responsabiliza os geradores e o poder públicos para aplicação dos instrumentos econômicos necessários, incentivando a gestão compartilhada desta problemática (BRASIL, 2007; BRASIL, 2010; GIACCOM-RIBEIRO et al. 2018).

A gestão dos resíduos sólidos em escala municipal, além da geração dos resíduos, depende principalmente do arranjo estrutural da cidade, e como estão avançando em relação a aplicação da PNRS (SILVEIRA, 2016). De acordo com O Perfil dos Municípios Brasileiros de 2013 (IBGE, 2014 apud SILVEIRA, 2016) apenas 33,5% dos 5.570 municípios brasileiros, cerca de 1.866 cidades, possuem um Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS), o principal instrumento de gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Outro ponto interessante na pesquisa do IBGE (2005) apud Silveira, (2016) é que, cerca de 1.094 cidades brasileiras, participavam de Consórcio Intermunicipal na área de meio ambiente, onde cerca 1.102 municípios se localizavam nas regiões Sudeste e Sul do país.

Os consórcios públicos regulamentados pela Lei nº 11.107/2005 (BRASIL, 2005) são uma estratégia para a promoção de políticas públicas, podendo ser aplicado também à gestão de RSU, pois se apresentam como uma alternativa mais barata onde se é possível obter uma maior racionalização de recursos tecnológicos, otimização na contratação de serviços, maior agilidade nas operações bem como um maior desenvolvimento de políticas públicas regionalizadas (SIMÃO et al. 2017).

Segundo com Silveira (2016), a principal dificuldade em promover a prestação de serviços em consórcio municipais em que, o gestor municipal se ver atuando em um território mais amplo daquele que está sob sua jurisdição, é o fato da cultura brasileira está sempre exigindo ações imediatas e das características heterogêneas de cada municípios, bem como as disputas partidárias, já para os autores GIACCOM-RIBEIRO et al. (2018), os problemas relacionados a construção de consórcios públicos vão além da complexidade das relações partidárias, abrangendo também o fato de que boa parte dos gestores municipais, principalmente de cidades pequenas, não possuem conhecimentos técnicos e estes municípios não dispõe de recursos financeiros necessário para a implantação de uma PMRS.

Entretanto, nos últimos anos, os municípios começaram a realizarem esforços consideráveis para a implantação de uma PMRS, principalmente nos aspectos de manejo de resíduos, isto é, coleta, transporte, tratamento e disposição final de RSU, porém, boa parte dos gestores públicos ainda não tem uma perspectiva do sistema em longo prazo (REICHERT, 2013, apud GIACCOM-RIBEIRO et al. 2018; SIMÃO et al. 2017).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido de modo analisar a implantação de um aterro sanitário em consórcio com os municípios de Lado dos Rodrigues e Lago do Junco. O trabalho se justifica devido as cidades terem uma proximidade de apenas 7,1 Km e uma população que somada é de cerca de 19,7 mil habitantes segundo a projeção de 2018 realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Nesse sentido, poderá haver um custo menor para os municípios envolvidos, além de prioridade ao acesso a recursos da união assegurado pela Lei 12.305 de 2010 (BRASIL, 2010).

A pesquisa contou com verificação *in loco* do atual cenário da destinação final dos resíduos nos municípios através de registros fotográficos. A escolha para implantação do aterro sanitário realizou-se por meio da ferramenta *Google Earth Pro*, que consistiu em desenvolver mapeamento geográfico identificando as distâncias mínimas em relação ao perímetro urbano, rios e acessos estipulados pela NBR 15849 (ABNT, 2010).

As valas do aterro sanitário foram dimensionadas em seção transversal trapezoidal, sendo possível a partir de dados como população dos municípios dentro do período estipulado para funcionamento do aterro e a quantidade de resíduos gerados por habitantes. Através desses dados iniciais as valas foram dimensionadas utilizando a metodologia de Camilo e Silva (2011), e estudos feitos nos trabalhos de Santos et al. (2016).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS

3.1.1 Lago dos Rodrigues

O município de Lago dos Rodrigues – MA localizado no médio Mearim, é situado em uma Latitude: 04° 36' 09" Sul e Longitude: 44° 59' 02" Oeste. Possui 8.889 habitantes, segundo estimativa do IBGE para o ano de 2018, distribuídos em uma área de 180,4 km². A disposição dos RSU em Lago dos Rodrigues é feita no lixão e periodicamente são enviados maquinários para fazer o aterramento do resíduo, ou movê-lo para a parte mais baixa, já que o local do lixão se encontra a nível mais alto. O lixão de Lago dos Rodrigues e o acesso irrestrito aos catadores no local.

Devido à disposição inadequada dos resíduos no lixão de Lago Rodrigues - MA, ocorre à geração de maus odores, poluição do solo possibilitando a infiltração do chorume e contaminação das águas subterrâneas e proliferação de vetores transmissores de doenças. Silva et.al. (2017) diz que a falta de controle de acesso a locais de estado crítico (Figura 1), por sua vez, faz com que os catadores vão até o local e entrem em contato com os resíduos, buscando materiais para venda e alimento, gerando um grave problema de saúde pública.

Figura 1. Lixão do município de Lago dos Rodrigues – MA e catadores em contato com os resíduos do lixão.



Fonte: Autor (2018).

3.1.2 Lago do Junco

Localizado na região do médio Mearim, o município de Lago do Junco – MA, está a 316 km da capital do estado, São Luís- MA, a uma latitude 04° 24' 00" sul e longitude 44° 55' 00" oeste. Tem população estimada de 10.808 habitantes para o ano de 2018, segundo IBGE. Limita-se com os municípios de Lago da Pedra, Lago dos Rodrigues, Igarapé Grande e São Luís Gonzaga do Maranhão. Assim como ocorre em Lago Rodrigues, os resíduos sólidos do Lago do Junco são direcionados ao lixão. Nesse sentido, a destinação final do RSU no município é inadequada, pois possibilita a contaminação do solo e águas subterrâneas, trazendo danos ao meio ambiente e a saúde pública. A localização do município e do lixão da cidade, que está a 509 metros de um núcleo populacional. A área está identificada como aterro sanitário em uma placa, no entanto, nota-se que o local não segue os critérios para esta classificação, como mostra a (Figura 2).

Figura 2. Lixão do município de Lago do Junco.



Fonte: Autor (2018).

No local, portanto, o solo não está protegido, propiciando sua contaminação por chorume, não há captação e tratamento dos gases e o local não tem controle de entrada e saída de pessoas como ocorre nos aterros sanitários.

3.2 PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO

A população estimada do município de Lago dos Rodrigues e Lago do Junco em 2018, segundo IBGE foi de 8.889 habitantes e 10.808 habitantes, respectivamente. Considerando que a vida útil do aterro sanitário será de 20 anos (2020 a 2040), decidiu-se dimensionar considerando o crescimento populacional dos municípios para o período. O crescimento da população ao longo dos anos, assim como a geração de resíduos per capita estão diretamente ligados com o volume de resíduos sólidos a ser disposto no aterro sanitário. Sperling (2007) apresenta equações, com base em fórmulas matemáticas, para estimar o crescimento populacional. O autor recomenda métodos como da projeção geométrica, dado pelas equações 1 e 2, as quais foram aplicadas no estudo de caso.

$$P_t = P_o \times e^{k_g(t-t_o)} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$k_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_o}{t_2 - t_o} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde,

P_t = população estimada no ano t;

P_o, P_2 = população nos anos t_o, t_2 ;

k_g = taxa de crescimento populacional do município;

t = tempo final

t_o = tempo inicial

3.3 DETERMINAÇÃO DO VOLUME DEPOSITADO NO ATERRO SANITÁRIO

Para realizar o dimensionamento do aterro sanitário proposto foi necessário a determinação do volume a ser recebido ao longo da vida útil. Para isso foi necessário realizar o cálculo da massa gerada a cada ano de funcionamento por meio da geração per capita de resíduos sólidos dos municípios analisados aplicando a equação 3.

$$M = \frac{P \times Gpc \times 365}{1000} \quad (\text{Eq. 3})$$

Sendo,

M = massa (t);

P = população;

Gpc = geração per capita (kg/hab.dia)

Em seguida, realizou-se o cálculo do volume utilizando o resultado da massa encontrado na equação 3 e dividindo pela massa específica dos resíduos. O cálculo foi aplicado para cada ano de funcionamento do aterro sanitário por meio da equação 4.

$$V = \frac{M}{\rho} \quad (\text{Eq. 4})$$

Sendo,

V = volume (m³)

ρ = massa específica (t/m³)

O volume obtido pela (equação 4) foi então aplicado para a população de cada ano da vida útil do aterro sanitário e em seguida realizado o somatório. Este valor representou todo o volume de resíduo a ser obtido ao longo dos 20 anos de funcionamento. Em seguida foi adicionado ao volume, o solo utilizado para a cobertura diária e final. Para isso adotou-se 20% do resíduo sólido acumulado, valor dentro da faixa recomendada por recomendada por Chernicharo et al. (2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 QUANTITATIVO DA POPULAÇÃO E GERAÇÃO DE RSU EM LAGO DOS RODRIGUES - MA

A taxa de crescimento em Lago dos Rodrigues – MA foi analisado de acordo com o censo do IBGE do ano de 2010 que apresentou uma população de 7.794 habitantes e 8.889 habitantes nas projeções para 2018. Calculou-se a taxa de crescimento populacional pela equação 2 sugerida por Sperling (2007), conforme mostrado abaixo:

$$k_g = \frac{\ln 8889 - \ln 7794}{2018 - 2010} \rightarrow k_g = 0,01643$$

Após calcular a taxa de crescimento populacional foi possível fazer uma estimativa da população para o início do projeto, ano 2020 utilizando a equação 1.

$$P_{2020} = 7794 \times e^{(0,01643 \times 10)} \rightarrow P_{2020} = 9186 \text{ hab}$$

A população estimada para o final do projeto é determinada por:

$$P_{2040} = 7794 \times e^{(0,01643 \times 30)} \rightarrow P_{2040} = 12761 \text{ hab}$$

Para encontrar a massa de resíduo gerada por dia foi necessário conhecer a população ao longo da vida útil do município, além da contribuição *per capita* de resíduo. Para o estudo foi utilizado uma contribuição *per capita* 0,6 kg/hab.dia, o valor é atribuído por IBAM (2010) para municípios de até 200 mil habitantes. A (Tabela 1) mostra os anos ao longo da vida útil do aterro sanitário, associados à população por meio da projeção populacional equação 1 e 2, massa equação 3 e volume equação 4.

Tabela 1. Projeção do volume de resíduos do município de Lago dos Rodrigues a serem dispostos no aterro sanitário.

Ano	População Anual (hab.)	Massa (ton/ano)	Volume (m³/ano)	Volume Acumulado (m³)
2020	9.186	2.012	2.874	2.874
2021	9.338	2.045	2.922	5.795
2022	9.493	2.079	2.970	8.765
2023	9.650	2.113	3.019	11.785
2024	9.810	2.148	3.069	14.854
2025	9.973	2.184	3.120	17.974
2026	10.138	2.220	3.172	21.145
2027	10.306	2.257	3.224	24.370
2028	10.477	2.294	3.278	27.647
2029	10.650	2.332	3.332	30.979
2030	10.827	2.371	3.387	34.367
2031	11.006	2.410	3.443	37.810
2032	11.189	2.450	3.500	41.310
2033	11.374	2.491	3.558	44.869
2034	11.562	2.532	3.617	48.486
2035	11.754	2.574	3.677	52.164
2036	11.949	2.617	3.738	55.902
2037	12.147	2.660	3.800	59.702
2038	12.348	2.704	3.863	63.565
2039	12.553	2.749	3.927	67.492
2040	12.761	2.795	3.992	71.485

O volume total dos RSU do município de Lago dos Rodrigues com destinação ao aterro sanitário é obtido através do somatório dos volumes anuais totalizando 71.485 m³, somado aos volumes de terra aplicados para a cobertura, considerando 20% do valor do resíduo acumulado.

$$V_{final} = V_{acum} * (1 + 20\%) \quad (\text{Eq. 6})$$

$$V_{final} = 71.485 * (1 + 0,20)$$

$$V_{final} = 85.782m^3$$

4.2 QUANTITATIVO DA POPULAÇÃO E GERAÇÃO DE RSU EM LAGO DO JUNCO – MA

O município de Lago do Junco – MA segundo censo do IBGE no ano de 2010 a população era 10.729 habitantes e projeção para 2018 de 10.808 habitantes. Desta forma, a taxa de crescimento populacional é calculada pela equação 2:

$$k_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0} \rightarrow k_g = \frac{\ln 10808 - \ln 10729}{2018 - 2010} \rightarrow k_g = 0,00091$$

Após calcular a taxa de crescimento populacional é possível fazer uma estimativa da população para o início do projeto, ano 2020 através da equação 1:

$$P_t = P_o \times e^{k_g(t-t_o)} \rightarrow P_{2020} = 10729 \times e^{(0,00091 \times 10)} \rightarrow P_{2020} = 10.827 \text{ hab}$$

Com a população obtida para o ano de 2020 é possível conhecer a população estimada ao final do projeto.

$$P_{2040} = 10729 \times e^{(0,00091 \times 30)} \rightarrow P_{2040} = 11.027 \text{ hab}$$

A Tabela 2 mostra os anos ao longo da vida útil do aterro sanitário, associados à população por meio da projeção populacional geométrica equação 1 e 2, massa equação 3 e volume equação 4. Para o estudo foi utilizado uma contribuição *per capita* 0,6 kg/hab.dia, o valor é atribuído por IBAM (2010) para municípios de até 200 mil habitantes.

Tabela 2. Projeção do volume de resíduos do município de Lago do Junco a serem dispostos no aterro sanitário

Ano	População Anual (hab.)	Massa (ton/ano)	Volume (m³/ano)	Volume Acumulado (m³)
2020	10.827	2.371	3.387	3.387
2021	10.837	2.373	3.390	6.778
2022	10.847	2.375	3.394	10.171
2023	10.857	2.378	3.397	13.568
2024	10.867	2.380	3.400	16.968
2025	10.877	2.382	3.403	20.371
2026	10.887	2.384	3.406	23.776
2027	10.897	2.386	3.409	27.186
2028	10.907	2.389	3.412	30.598
2029	10.917	2.391	3.415	34.013
2030	10.927	2.393	3.419	37.432
2031	10.937	2.395	3.422	40.853
2032	10.947	2.397	3.425	44.278
2033	10.957	2.400	3.428	47.706
2034	10.967	2.402	3.431	51.137
2035	10.977	2.404	3.434	54.571
2036	10.987	2.406	3.437	58.009
2037	10.997	2.408	3.441	61.449
2038	11.007	2.411	3.444	64.893
2039	11.017	2.413	3.447	68.340
2040	11.027	2.415	3.450	71.790

O volume total dos RSU do município de Lago do Junco com destinação ao aterro sanitário é obtido através do somatório dos volumes anuais acumulados totalizando 71.790 m³, somado aos volumes de terra aplicado para a cobertura, considerando 20% de coberta.

$$V_{final} = V_{acum} * (1 + 20\%)$$

$$V_{final} = 71.790 * (1 + 0,20)$$

$$V_{final} = 86.148 \text{ m}^3$$

Logo, o volume final de resíduos sólidos urbanos gerados pelos municípios é determinado pela somatória dos volumes finais dos municípios de Lago dos Rodrigues e Lago do Junco.

$$V_{total} = V_{final} \text{ Lago dos Rodrigues} + V_{final} \text{ Lago do Junco}$$

$$V_{total} = 85.782 \text{ m}^3 + 86.148 \text{ m}^3$$

$$V_{total} = 171.930 \text{ m}^3$$

4.3 DIMENSÕES NECESSÁRIAS PARA O ATERRO

Adotando a solução em aterro do tipo trincheira, com altura útil de 5 metros e taludes laterais de 1:3, fixando a largura da base do aterro em 30 m, a largura útil da superfície será de 90 m desta forma para conhecer a seção transversal utiliza-se a área do trapézio:

$$S_t = \left[\left(\frac{L_{maior} + L_{menor}}{2} \right) * h \right]$$

$$S_t = \left[\left(\frac{90 + 30}{2} \right) * 5 \right]$$

$$S_t = 300 \text{ m}^2$$

Para este projeto optou-se por utilizar 4 valas e o volume máximo que cada vala poderá acondicionar será dado por:

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{V_{total}}{quant. \text{ valas}} \rightarrow V_{m\acute{a}x} = \frac{171930 \text{ m}^3}{4} \rightarrow V_{m\acute{a}x} = 42983 \text{ m}^3$$

Portanto o comprimento de cada vala será:

$$C = \frac{V_{m\acute{a}x}}{S_t} \rightarrow C = \frac{42983 \text{ m}^3}{300 \text{ m}^2} \rightarrow C = 143 \text{ m}$$

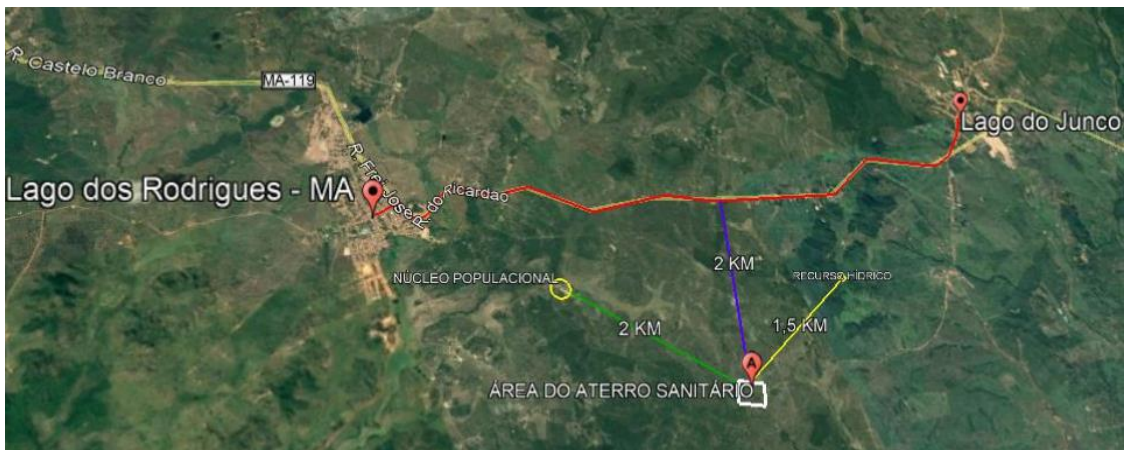
As dimensões das valas para o dimensionamento do aterro sanitário em questão foram constituídas L_{maior} (1:3) com 90, L_{menor} com 30. 5m de altura e 143m de comprimento. Cada vala atenderá durante 5 anos com um volume máximo de 42.983 m³. A área que cada célula irá utilizar é dada pelo comprimento e a base maior da vala, deste modo a área total utilizada pelas 4 valas do projeto será 51.480 m². Na execução de um aterro sanitário além das áreas das valas são necessárias edificações auxiliares e de apoio, e estas devem estar em consonância com as atividades locais. Para a construção dessas edificações é acrescentada uma área correspondente a 20% da área das 4 valas.

$$A_f = \frac{A_t * 1,2}{10.000}$$
$$A_f = \frac{51.480 \text{ m}^2 * 1,2}{10.000}$$
$$A_f = 6,17 \text{ hectare}$$

4.4 LOCALIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO

O local proposto para implantação do aterro sanitário consorciado atende aos requisitos técnicos estabelecidos pela NBR 15.849 (ABNT, 2010). O mesmo está fora de área de preservação ambiental e a 1,5 km de recursos hídricos, sendo que a norma estabelece distância mínima de 200 m. Há facilidade de acesso a área do aterro sanitário consorciado, o mesmo se encontra a 2 km da MA-119. A (Figura 3) apresenta a localização da área proposta para o aterro sanitário consorciado.

Figura 3. Localização da área para o aterro consorciado dos municípios de Lago do Junco e Lago dos Rodrigues.



Fonte: Google Earth (2018).

Baseando-se nos trabalhos de Sperling (2007) e Chernicharo et al. (2008), é recomendado que o percurso dos veículos de coleta do local do aterro aos municípios, seja o menor possível, visando reduzir os custos com o transporte dos resíduos sólidos. É importante frisar a importância da determinação da vida útil do aterro, uma vez que há dificuldade para encontrar novos locais para implanta-los, assim como possibilita a geração de outros impactos ambientais.

5. CONCLUSÕES

Os municípios são responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos sólidos em seus territórios. A PNRS – lei nº 12.305/10 faz algumas determinações para eliminar os lixões, no entanto, o descarte final inadequado dos RSU continua sendo uma realidade no país. As cidades de menor porte são as que possuem uma dificuldade maior em atender aos requisitos. Portanto os consórcios são uma das alternativas encontradas para ajudar esses municípios a se enquadrarem nos termos do PNRS.

A área de implantação do pré-projeto do aterro sanitário, baseada em critérios técnicos estabelecidos na ABNT NBR 15.849, resultou em um local distante 6 km dos municípios de Lago do Junco e Lago dos Rodrigues, e está a 2 km das margens da rodovia MA-119. A área disponível para implantação do aterro sanitário, incluindo locais como prédio de administração, galpão de manutenção, guarita, balança rodoviária e oficina coberta é de 3,63 hectares. Um consórcio entre os municípios de Lago dos Rodrigues e Lago do Junco proporcionaria ganhos na questão ambiental, social e econômico dos municípios. É possível notar que a área proposta para implantação do aterro será suficiente para atender as demandas de resíduos sólidos dos dois municípios pelo período de 20 anos, a contar do início do projeto.

Sugere-se para trabalho futuro o estudo do reaproveitamento de biogás gerado nos aterros sanitários como fonte de energia. Além de ampliar esta pesquisa definindo as propriedades biológicas e mecânicas dos resíduos sólidos urbanos, assim como dimensionar o sistema de drenagem gases, de águas pluviais, proteção superficial do aterro sanitário e a profundidade das águas subterrâneas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro. 2004.

____. **NBR 15849**: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro. 2010.

____. **NBR 13896**: Aterro de Resíduos Não-Perigosos: Critérios para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro. 1997.

____. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro. 1992.

____. Lei nº 11.107/05. **Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências**. 2005.

____. Lei nº 11.445/07. **Dispõe sobre a Política Nacional de Saneamento Básico – PNSB**. 2007.

____. Lei nº 12.305/10. **Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS**. 2010.

____. Fundação Nacional de Saúde. **Orientações técnicas para apresentação de projetos de resíduos sólidos urbanos**. 1º reimpressão – Brasília: Funasa, 2006.

CGC. Aterro sanitário. Disponível em: <<http://cgconcessoes.com.br/o-que-e-aterro-sanitario/>> Acesso em 09 de out. 2018.

CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS VILA VELHA. **Projeto de aterro sanitário**. Vol.2. Cachoeiro de Itapemirim: CTRVV, 2007.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo: CEMPRE, 1995.

CHERNICHARO, CA de L. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: reatores anaeróbios. **Editora UFMG, Belo Horizonte**, 2007.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de operação de aterro sanitário em valas**. São Paulo: CETESB, 2010.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de operação de aterro sanitário em valas**. São Paulo: CETESB, 2010.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 404**. 2008.

CONDER, Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia. Disponível em: <http://www.conder.ba.gov.br/manual_aterro.pdf>. Acesso em 09 de out. 2018.

FERRI, Giovane Lopes; CHAVES, Gisele de Lorena Diniz; RIBEIRO, Glaydston Mattos. Análise e localização de centros de armazenamento e triagem de resíduos sólidos urbanos para a rede de logística reversa: um estudo de caso no município de São Mateus, **ES. Production**, v. 25, n. 1, p. 27-42, 2015.

FONSECA, Andréa Catarina Nascimento da; FORTUNATO, Carla Fernanda; FONSECA, Agnes Camila Nascimento da, HOLANDA, Romildo Morant. Resíduos da Construção Civil; Aspectos da Legislação Ambiental e Destinação Final. **Resíduos Sólidos: Os Desafios da Gestão**, 1. ed, Recife – PE, Brasil, p. 31-40, 2019.

GIACCOM-RIBEIRO, Bárbara Maria; MENDES, Carlos André Bulhões. Avaliação de parâmetros na estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, vol. 7, n. 3, Curitiba, Edição Especial Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, p. 422-443, ago. 2018.

GOOGLE EARTH. **Localização da área para o aterro consorciado dos municípios de Lago do Junco e Lago dos Rodrigues**. Acesso em 17 de out. 2018.

GOOGLE EARTH. **Localização do município Lago do Junco – MA**. Acesso em 17 de out. 2018.

GOOGLE EARTH. **Localização do lixão do município de Lago dos Rodrigues – MA.** Acesso em 17 de out. 2018.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** (Base de dados). Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em 22 out. 2014.

Instituto Ambiental do Paraná – IAP. **Manual para implantação de aterros sanitários em valas de pequenas dimensões, trincheiras e em células.** 2006. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/file/atividades/manual_do_aterro.pdf>. Acesso em 25 de out. 2018.

Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

ISOTEC Ambiental. **Esquemático do aterro controlado.** Disponível em: <<http://isotecambiental.com.br/gases-gerados-na-destinacao-final-de-residuos/>>. Acesso em 03 de out. 2018.

COUTO JUNIOR, Osorio Moreira; FERREIRA, Regiane Cristina; SIQUEIRA, Rodrigo Franco. ESTUDO DE VIABILIDADE DE AMPLIAÇÃO E EXPANSÃO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA-PARANÁ. **Engevista**, v. 19, n. 3, p. 774-791, 2017.

KRANZ, Luís Fernando; DOS SANTOS ROSA, Roger. Consórcio intermunicipal do vale do rio caí (CIS/CAÍ): serviços prestados de média e alta complexidade em saúde. **Revista Gestão e Sociedade**, v. 9, n. 23, p. 946-960, 2015.

QUERINO, Luana Andrade Lima; PEREIRA, Jógerson Pinto Gomes. Geração de resíduos sólidos: A percepção da população de São Sebastião de Lagoa de Roça, Paraíba. **Revista Monografias Ambientais**, v. 15, n. 1, p. 404-415, 2016.

Resíduos sólidos: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários: Guia do profissional em treinamento: nível 2. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Belo Horizonte: ReCESA, 2008.

RIKILS, Vanuscleia Silva Santos et al. Resíduos sólidos na Amazônia: um estudo de caso na Região Metropolitana do Sul do Estado de Roraima. **Revista ESPACIOS** Vol. 37 n. 19, 2016.

SANTOS, Layara de Paula Sousa et al. Software para Pré-Dimensionamento de Aterro Sanitário pelo Método Das Trincheiras Destinado a Municípios de Pequeno Porte. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v. 20, n. 1, p. 405-416, 2016.

SEMARH. **Seção em corte de um aterro sanitário.** Disponível em: <<http://www.residuossolidos.al.gov.br/sistemas/aterro-de-pequeno-porte>>. Acesso em 03 de out. 2018.

SIMÃO, Nathalia Machado; DALMO, Francisco César; NEBRA, Silvia Azucena; SANTANA, Paulo Henrique de Mello. A política nacional de resíduos sólidos e a estratégia de formação de consórcios públicos intermunicipais. **Revista de Políticas Públicas**, Vol. 21, n. 2, Universidade Federal do Maranhão, São Luís - MA, Brasil, p. 891-913, 2017.

SIQUEIRA, Mônica Maria; MORAES, Maria Silvia de. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, p. 2115-2122, 2009.

SILVA, Yago Vândson da; CUNHA, José Osvaldo Silva; SOUZA, Eduardo Douglas B. de; ARAUJO, Letícia Conceição. Impactos Ambientais Causados pelo Antigo Lixão da Cidade de Bonito – PE: Uma

Análise do Solo. **Resíduos Sólidos: diagnóstico e alternativas para gestão integrada**, Vol. 3, n. 2, Recife – PE, Brasil, p. 54-60, 2017.

SILVEIRA, Rosí Cristina Espindola da. Consórcios públicos de resíduos sólidos no Brasil: uma análise do perfil da gestão compartilhada no território. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Vol. 4, n. 2, Blumenau, p. 49-77, 2016.

SOUZA, Amanda Lima; COSTA, Amanda Rodrigues Santos; EL-DEIR, Soraya Giovanetti. Indicadores de Sustentabilidade como Auxílio na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos; Um Estudo de Caso da Pegada Ecológica. **Resíduos Sólidos: diagnóstico e alternativas para gestão integrada**, Vol. 3, n. 2, Recife – PE, Brasil, p. 7-14, 2017.

SPERLING, M. Von. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. **Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2007.

THODE FILHO, Sergio et al. A Logística Reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: desafios para a realidade brasileira. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v. 19, n. 3, p. 529-538, 2015.

4.4 SIMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DO CENÁRIO SOBRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ECOSISTEMA URBANO DO MUNICÍPIO DE BARREIRINHAS – MA

SILVA, Kathery Sousa da
Universidade Ceuma
Katherysousa@gmail.com

COSTA, Vera Raquel Mesquita
Universidade Ceuma
veraraquelmc@gmail.com

SILVA, Gilvanele Silva Oliveira da
Universidade Ceuma
gilvanele@hotmail.com

WETTERS, Marylin Fonseca Leal de Farias
Universidade Ceuma
Marylin.farias@gmail.com

RESUMO

A maioria dos municípios turísticos no Brasil vem sofrendo sérios desafios relacionados à geração de resíduos. Isso parte da falha do sistema de gestão dos órgãos competentes. A presente pesquisa objetiva demonstrar a irregularidade da disposição de resíduos sólidos urbanos no lixão do município de Barreirinhas, bem como entender o comportamento atual das toneladas de resíduos geradas no município e simular de acordo com o comportamento dos dados atuais quantos kg de toneladas será destinado ao local de descarte inadequado daqui a dez anos. A metodologia utilizada se baseou em levantamento bibliográfico, foto documentação, bem como a equação da geração per capita para obter os dados quantitativos dos resíduos sólidos. Os resultados relatam um cenário atual preocupante para a área em estudo. Outrora, se torna mais alarmante em um cenário futuro no qual o município ainda esteja em condições irregulares e sem destinação final adequada para a geração de resíduos sólidos urbanos. Contudo, dentre as soluções propostas, pode se destacar um plano de gerenciamento de resíduos para o município, incentivos e medidas aplicadas a educação ambiental dos moradores e trabalhadores da região turística, bem como um descarte adequado segundo as leis vigentes da política nacional de resíduos sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Toneladas, Disposição Irregular.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil desde o século passado vem crescendo e se desenvolvendo cada vez mais, sua economia encontra-se em movimento perpétuo. No entanto, a busca constante por desenvolvimento e produtividade leva a um consumo exagerado e sem conscientização. Isso se dá pelo fato do ser humano acreditar que a terra não tem uma capacidade suporte e que os recursos naturais são inesgotáveis, assim gerando como resultado um crescimento na economia, mas em contrapartida aumentando a geração de resíduos sólidos no ecossistema urbano. No Maranhão, com o potencial turístico que Barreirinhas oferece, o qual chama muita atenção no estado, o processo migratório foi algo que se intensificou desde a última década e com isso estruturas de moradia e comércio foi se expandindo cada vez mais. No entanto, a circulação com precárias e até inexistentes infraestruturas urbanas, seja de serviços públicos ou equipamentos urbanos, concomitantemente faz com que na produção do espaço urbano também haja produção de riscos e fragilidades ambientais urbanas, visto o alto consumo de produtos em progressão crescente e a falha no gerenciamento dos resíduos (PEREIRA; COSTA, 2017).

Diante disso se torna improvável promover o desenvolvimento sustentável. Olhando a realidade atual dos problemas ambientais, principalmente no que tange a geração de RSU, o desenvolvimento sustentável se torna apenas uma frase sublime, porém sem nenhuma funcionalidade. É fato que as questões ambientais vêm sendo muito discutidas, visto a problemática que os RSU vêm causando no país, que apesar de ser apenas uma resolução, na qual, fornece instrumentos de suma importância para permitir o avanço necessário ao país frente aos problemas ambientais, que se torna de grande complexidade quando levado a prática de tratamento e talvez um dos maiores desafios ambientais do Brasil. É perceptível a preocupação das políticas públicas que vêm sendo estabelecidas em meio ao preocupante cenário que o Brasil apresenta em relação à geração de resíduos sólidos. Muito tem se feito para educar, conscientizar, melhorar a até punir a sociedade em relação à preservação do meio ambiente, no entanto estes métodos vêm sendo falhos ou de fraco impacto visto o cenário que o Brasil ainda se encontra em relação às questões ambientais.

O município de Barreirinhas está entre os que não possuem infraestrutura condizente com a legislação em sua unidade territorial, o que acaba gerando diversos problemas e impactos ambientais negativos. Dentre eles, é possível destacar o aumento da produção de resíduos, que atrelado à precariedade dos serviços de coleta fornecidos pela gestão pública, juntamente das práticas não adequadas de setores da população quanto ao destino do lixo (PEREIRA; COSTA, 2017).

Contudo a presente pesquisa objetiva demonstrar a irregularidade da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos em um lixão do município de Barreirinhas, um dos pontos turísticos mais importantes do Maranhão devido a presença do parque nacional dos lençóis maranhenses, bem como entender o comportamento atual das toneladas de resíduos geradas no município e simular de acordo com o comportamento dos dados atuais quantos kg de toneladas será destinado ao local de descarte inadequado daqui a dez anos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Política nacional de resíduos sólidos

Visando gerenciar os resíduos sólidos no parâmetro geral, focando todas as possibilidades de geração, destino, entre outros, oportunamente, foi publicada a Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos (BRASIL, 2010). Essa lei é de extrema importância, pois através dela é possível identificar e definir as diretrizes relativas ao gerenciamento de resíduos sólidos e à gestão integrada, bem como às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (SIQUEIRA, 2013).

Em seu primeiro artigo a Lei 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, na qual discorre sobre os objetivos, princípios e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluído os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis na Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010).

§ 1º Estão sujeitas à observância desta lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 2º Esta lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

Contudo, apesar das leis já estabelecidas o cumprimento das mesmas ainda é um grande desafio para o Brasil. O percentual de destinação adequada dos resíduos sólidos no país ainda é muito baixo e o descaso que os municípios mostram quanto ao gerenciamento de resíduos é algo constante, principalmente em municípios de pequeno a médio porte. Porém segundo Cavalcanti (2018), o Governo Federal está em articulação com o Ministério Público Federal para estabelecer uma estratégia de negociação sobre os prazos do encerramento dos lixões por meio de Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) com as prefeituras municipais, a fim de promover a regulamentação dos municípios e aumentar as taxas do país no que tange ao descarte final de resíduos de forma adequada.

2.2 Os desafios da gestão municipal de resíduos sólidos

Os desafios para a gestão municipal em relação aos resíduos sólidos, de maneira geral, estão relacionados às fragilidades institucionais, financeiras, à carência de pessoal habilitado e capacitado, entre outros aspectos (BURSZTYN, 2006). Fragilidades essas que são comuns à maioria dos municípios de pequeno a médio porte brasileiro, e Barreirinhas – Ma não foge a essa realidade.

Outrora, segundo Steiner (2010) “um dos grandes desafios da gestão municipal integrada de resíduos em municípios turísticos está relacionado à necessidade da conscientização ambiental” (apud LORENA et al., 2017). A conscientização ambiental de determinada população pode ser determinada pela sua forma de consumo, sendo os consumidores influenciadores de medidas e ações de empresas quanto à gestão ambiental (MELO; COSTA; LEITE, 2007).

De acordo com Rezende et al., (2013), o começo de uma gestão municipal de resíduos sólidos no ecossistema urbano efetiva se dá pela classificação e quantificação destes, para que se possa delimitar e organizar as ações e os modelos a serem adotados. Apesar de ser explícito o dever para com os resíduos sólidos, a maioria dos municípios de grande porte, principalmente os turísticos não conta com legislação ambiental própria, utilizando-se das legislações estaduais, federais e de um projeto de plano intermunicipal de gestão integrada de resíduos sólidos. O município em estudo (Barreirinhas – MA) não foge dessa realidade.

O cenário atual apresentado na grande maioria das cidades brasileiras sobrepõe no distanciamento entre as políticas públicas de resíduos sólidos e os instrumentos de aplicabilidade utilizados pela gerência municipal, com desafios que ultrapassam o campo técnico-operacional. Esta falta de conversa e entrosamento entre a dimensão teórica e prática proporciona à fragilidade e a falta de eficiência do modelo adotado. Observando essa realidade, a busca por respostas e soluções constitui um desafio para os gestores municipais na perspectiva de readequar um modelo desarmônico por um integrado, participativo e que esteja alinhado aos princípios norteadores e basilares da legislação nacional e estadual vigente para os resíduos sólidos (SILVA et al., 2017). Contudo a maioria dos problemas e desafios encontrados por parte da gestão municipal é o descaso quanto a disposição final de resíduos nos lixões a céu aberto e a contínua prática de atividades no mesmo. É necessário vontade e ações políticas para com atividades que minimizem esses impactos e avance no quesito de uma gestão de qualidade quanto ao gerenciamento de resíduos. Práticas como: coleta seletiva, mão-de-obra qualificada, estrutura e os tratamentos dos RSU, bem como profissionais qualificados são componentes necessários para uma gestão efetiva.

2.3 Conscientização populacional sobre a geração de resíduos

O mundo está em constante crescimento e com isso vêm as mudanças de hábitos e assim as atividades econômicas uma hora estão em baixa outra em alta. Entretanto independente disso o ser humano nunca para de consumir e gerar resíduos no planeta. Consumir é um hábito normal da população, no entanto a conscientização do gerenciamento de seus resíduos é algo que se deve partir de uma educação ambiental que deveria ser fornecida pelo poder público. Se desde a educação primária o ser humano tivesse a consciência de preservar o meio no qual está inserido, talvez não houvesse tanto descaso com a problemática da geração de resíduos. A falta de políticas públicas em ação quanto a isso vem muito de uma questão cultural e isso influencia diretamente em impactos negativos ao meio ambiente, principalmente no que tange a falta de gerenciamento dos resíduos.

Uma educação ambiental a longo prazo como caminho para o desenvolvimento de uma consciência ecológica é uma estratégia utilizada por nações que prezam o bom uso dos recursos naturais disponíveis. Internalizar o processo de cuidado com meio ambiente através do desenvolvimento de

uma visão crítica é notadamente um método eficaz para aumentar a conscientização ambiental da população (HOANG; KATO, 2016).

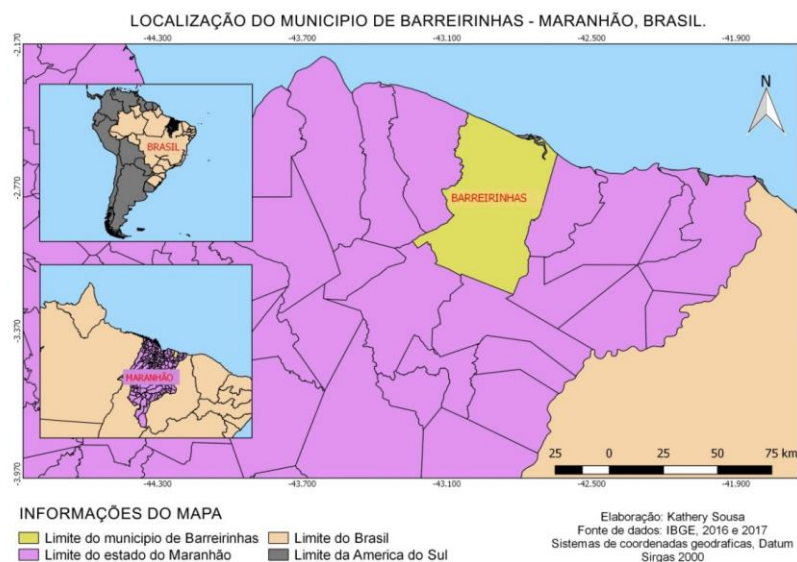
Contudo, com base no exposto é impossível o desenvolvimento de qualquer atividade antrópica sem causar danos ao meio ambiente. Sendo necessário o desenvolvimento e aplicabilidade de práticas e ações sustentáveis (CORNÉLIO et al., 2018). Desde o século XXI que as questões ambientais são cada vez mais discutidas e levadas a sério, principalmente se tratando da destinação dos resíduos sólidos. Certamente esse tema é um dos principais problemas ambientais, que apesar de teoricamente ser de simples resolução, é um dos mais complexos de tratar na prática.

3. METODOLOGIA

3.1 Área do estudo

O município de Barreirinhas – Ma, mostrado na figura 1 localiza-se na zona Litoral Oriental Maranhense. De acordo com o censo do IBGE de 2018, estimasse que o município possui cerca de 61.828 habitantes, tendo uma área de 3.026,540 km², com uma densidade demográfica de 17,61 hab/km². Atualmente destaca-se por seu potencial turístico onde abrange uma beleza natural, como dunas, rios, praias, entre outros. De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da biodiversidade (ICMBIO) durante os 12 meses do ano de 2018 o total de visitantes contabilizados foi de aproximadamente 164 mil, dividido entre turistas brasileiros e estrangeiros. A área de disposição irregular está localizada em um dos bairros do município. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), onde se obteve os dados do último relatório no ano de 2015, o município de Barreirinhas dispõe de coletas onde são atendidos 21.890 habitantes, sendo que desse total (90%) são atendidos diariamente e 10% duas ou três vezes na semana.

Figura 1. Localização do município de Barreirinhas do estado do Maranhão



Fonte: Autores (2019)

Em dados gerais, o clima da região é tropical megatérmico (enquadrando-se no tipo Aw' de acordo com a classificação de Köppen), com pluviosidade anual em torno de 1800 mm, a maior parte estando concentrada nos meses de dezembro a maio, com os meses de julho a outubro muito seco. A temperatura média anual varia entre 26°C e 27°C (BRASIL, 1984). Barreirinhas também possui uma rica produção de buriti, usado pelos nativos na fabricação de doces e artesanato. A pesca embora seja cada vez menor, ainda corresponde a um papel importante no município, sendo para algumas famílias a principal fonte de renda. Quanto ao seu potencial turístico, houve um grande aumento desde o final dos anos 90, mantendo a cidade em destaque por conta do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e diversos passeios proporcionados pela magnífica paisagem do local.

3.2 Atividade em campo

A ida ao local de pesquisa foi realizada nos dias 27 e 28 de fevereiro de 2019. Na área estudada foram marcados pontos em GPS (Figura 2) para delimitação da disposição irregular e nas casas mais próximas do local, para obter uma distância de ambos com mais precisão e imagens capturadas por câmera da área em pleno o funcionamento.

Figura 2. Área da disposição irregular do RSU no município de Barreirinhas no estado do Maranhão



Fonte: Autores (2019)

3.3 Obtenção dos dados

Após os pontos de marcação foram utilizados os programas Google Earth e Quantum Gis para uma melhor análise da expansão da área de disposição irregular, onde foi possível observar o quão perto o local irregular estava da comunidade. Com isso elaborou-se dois mapas com 13

anos de intervalo entre os anos de 2005 e 2018. Utilizaram-se dados obtidos pelo IBGE e SNIS, bem como um levantamento bibliográfico, a fim de avaliar a quantidade de resíduos sólidos gerados por dia no município de Barreirinhas e atribuir esses valores com os resíduos sólidos dos visitantes que a cidade recebe, por conta do seu grande potencial turístico. Para obter os dados quantitativos dos resíduos sólidos, usou-se a equação da geração per capita, onde:

$$\text{Geração per capita} = \frac{\text{Quantidade total de resíduos } \left(\frac{\text{kg}}{\text{dia}}\right)}{\text{Habitantes}}$$

Para uma melhor análise foi utilizada uma estimativa de projeção populacional, a fim de prever o quantitativo da geração de resíduos sólidos daqui a 10 anos de acordo com os dados do comportamento atual.

- Percentual de crescimento da população: $P_{cp} = \% \text{ de taxa de crescimento.}$
- Projeção populacional: $P_{pop} = \text{Quantidade atual de habitantes} + P_{cp}.$

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

a. Análises das imagens

Através dos programas de sensoriamento remoto, tais como Quantum Gis e Google Earth, foi possível analisar a expansão do local de disposição final de resíduos sólidos no município de Barreirinhas. Além da expansão territorial de 2005 a 2018, a quantidade de residências aumentou de maneira expressiva ao redor da área irregular (Figura 3 e Figura 4).

Figura 3. Área de disposição irregular no ano de 2018



Fonte: Autores (2019)

Figura 4. Área de disposição irregular no ano de 2005



Fonte: dados do autor (2019)

A área de disposição irregular de resíduos sólidos de Barreirinhas atualmente ocupa cerca de 5,2 ha, distanciando-se de 1,69 km do rio preguiças, o rio principal que abastece a cidade e um dos principais pontos turísticos. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 13896 de 1997 (ABNT, 1997), sugere que uma área de disposição irregular de resíduos sólidos precisa estar no mínimo a 200 metros de um corpo hídrico. Portanto, a distância da área irregular encontra-se dentro dos parâmetros sugeridos.

Mediu-se também a distância da área de disposição irregular até a casa mais próxima, verificou-se que a casa se encontra a 12 m da área irregular. De acordo com a ABNT (1997), os locais de disposição irregular de resíduos sólidos devem distanciar-se em 500m de núcleos populacionais. Vale destacar que uma norma da ABNT não é um requisito ambiental obrigatório, a menos que esteja contida em uma lei. Em casos de implantação de aterros sanitários de pequeno porte, o Art. 4º da Resolução Conama nº 404/2008 exige que no licenciamento da atividade tenha os critérios e diretrizes sobre as distâncias mínimas estabelecidas (BRASIL, 2008). Foi possível observar a urgência em que os catadores aguardam o descarregamento, bem como um desentendimento entre os catadores na hora em que o caminhão executa o descarte. A maioria dos resíduos observados parte de origem orgânica. Na visita de campo foi possível observar muitos resíduos de plásticos, restos de vegetação morta, alumínio, papéis, latas de tintas e animais mortos (Figura 5).

Figura 5. Momento do descarregamento do caminhão de lixo



Fonte: Autores (2019)

b. Análises quantitativas dos dados

- Geração per capita

Os dados mostram que o município de Barreirinhas produz em média 494.63kg/hab/dia de resíduos sólidos, sem levar em consideração os resíduos gerados pelos visitantes. O resultado atribuiu o parâmetro médio brasileiro de 0,8kg/hab/dia, pois o município desconhece a quantidade de resíduos gerados por dia.

- Projeção Populacional

Segundo Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013), Barreirinhas possui um percentual de crescimento populacional de 3,35%. Com base nesses dados estimasse que no ano de 2029 o município tenha aproximadamente 83.167 habitantes, gerando em média 66.533,6kg/hab/dia ou 66,54ton/dia de resíduos sólidos, sem levar em consideração a quantidade de resíduos sólidos gerados pelos visitantes.

Outrora em comparação ao município de Jericoacora, que segundo Nogueira (2017), gera em média 30 toneladas por dia, sendo 15 toneladas de resíduos recicláveis e 15 toneladas de úmidos, Barreirinhas fica em estado de calamidade, pois as 66.533 toneladas geradas por dia não se tem informação do percentual reciclável, sem contar que não tem nenhuma disposição adequada receptora dos resíduos gerados no município turístico.

Já o arquipélago de Fernando de Noronha, que segundo Santana (2014), gera 3,5 toneladas por dia, considerando o seu alto potencial turístico, o local além de destinar os resíduos sólidos para um aterro, dispõe de coletas seletivas espalhadas por toda a ilha. Mas uma vez Barreirinhas se encontra em estado crítico, pois a mesma descarta resíduos sólidos irregularmente e não possui plano de coleta seletiva em seus pontos turísticos.

Essa média se torna preocupante visto que Barreirinhas é um município turístico do semiárido nordestino no estado do Maranhão. Outrora se torna mais alarmante essa média em

um cenário futuro no qual o município ainda esteja em condições irregulares e sem destinação final adequada para a geração de resíduos sólidos urbanos.

5. CONCLUSÕES

Através dos dados obtidos é possível concluir que o descaso da gestão municipal de Barreirinhas quanto à irregularidade da localização do lixão é algo verídico e preocupante visto a importância turística que o local proporciona dentro do estado em que está inserido. É necessário que o poder público do estado esteja atento a essas irregularidades tentando evitá-las através de medidas contidas na legislação vigente. Constatou-se que a área de disposição irregular fica aproximadamente 12 metros da residência mais próxima. Segundo os parâmetros descritos na PNRS e na NBR 13.896/97, os locais de disposição irregular de resíduos sólidos devem distanciar-se 500 metros do núcleo populacional. Como a comunidade está próxima ao local de despejo irregular, pode-se concluir que os moradores possam estar sendo afetados de forma direta e indireta, consequentemente ocasionando aspectos negativos que possam estar prejudicando a saúde e o meio em que eles vivem.

Outro ponto preocupante é que foi possível identificar que a geração de resíduos per capita de Barreirinhas está acima da média nacional de geração de resíduos e se tal comportamento continuar da mesma maneira a média daqui a dez anos chega a aproximadamente 66.533,6 kg. Diante disso é possível observar que a cada dia os municípios turísticos vêm crescendo tanto da parte populacional como econômico e com isso a média de consumo se torna crescente. Média essa, preocupante para uma área que está próxima ao parque nacional dos Lençóis Maranhenses. Assim sendo, mais uma vez necessário o auxílio do poder público quanto à fiscalização dessa área, na qual apresenta alto consumo de resíduos e sem destinação final adequada para os mesmos.

Imaginando um cenário ambientalista, em um ambiente equilibrado onde atenda as futuras gerações de maneira eficiente, se faz necessário o contínuo investimento em políticas públicas a fim de melhorar os incentivos fiscais e a regulamentação de áreas ricas em recursos que sofrem perante o descaso de uma gestão municipal falha. Não só a gestão, mas também a população deve estar inserida nesse meio para que exista uma conscientização ambiental das duas partes em relação ao consumo e a geração de resíduos e os possíveis impactos que podem ser causados pela falta de destinação adequada dos mesmos.

Em suma, o trabalho alcança os objetivos propostos no início, mostrando a irregularidade dos locais de destinação final dos resíduos, bem como identificando as estimativas da geração de resíduos na qual se mostrou alarmante conforme explicado nos resultados. A presente pesquisa infere em atrair atenções do poder público para áreas turísticas como a exposta e que sofrem com o descaso da falta de gestão municipal. Dentre as soluções propostas, pode-se destacar um plano de gerenciamento de resíduos para o município, incentivos e medidas aplicadas a educação ambiental dos moradores e trabalhadores da região turística, bem como um descarte adequado segundo as leis vigentes da política nacional de resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, construção e operação - Procedimentos. São Paulo, 1997. Disponível em:

<<https://sites.unicentro.br/wp/educacaoambiental/files/2017/04/NBR-13896.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Perfil de Barreirinhas – MA.** Disponível em: < http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/barreirinhas_ma > Acesso em: 29 abr. 2019.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). (Org.). **Relatório anual de informações sobre saneamento e resíduos sólidos do município de Barreirinhas-Ma.** 2015. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 26 abr. 2019.

BRASIL, **Ministério do Meio Ambiente. Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses: Concessão de serviços de apoio à visitação.** In: INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, Ministério do Meio Ambiente. Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses: Concessão de serviços de apoio à visitação Barreirinhas-MA: [s. n.], 2019.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política nacional de resíduos sólidos. Recurso eletrônico.** – 2. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73p. (Série legislação; n.81), Disponível em: < https://fld.com.br/catadores/pdf/politica_residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiental, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução nº 404, de 2008. **Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.** Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=592> >. Acesso em: 25 abr. 2019.

BURSZTYN, M. A. A. Gestão Ambiental no Brasil: arcabouço institucional e instrumentos. In: NASCIMENTO, Eliomar P. e VIANNA, João N. **Economia, meio ambiente e comunicação.** Ed. Garamond: Rio, 2006. Acesso em: 30 abr. 2018.

CAVALCANTI, Maria Luíza Coelho; et al. AVALIAÇÃO DO CENÁRIO JURÍDICO E POLÍTICAS PÚBLICAS NO SETOR DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **VI Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos e do IV Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos – Epersol (2018).** Disponível em: <file:///C:/Users/ferna/Downloads/ebook_impacto_%20socioamb-min.pdf> Acesso: 30 abr. 2019.

CORNÉLIO, MN; FREITAS, SS; SILVA, VN; ALMEIDA, WKP; Análise da gestão de resíduos sólidos na associação de catadores de recicláveis de João Pessoa – PB in Daniel Pernambucano de Mello, Soraya Giovanetti El-Deir; Rodrigo Cândido Passos da Silva, João Paulo de Oliveira Santos. **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada** – 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2018.

HOANG, T. T. P.; KATO, T. Measuring the effect of environmental education for sustainable development at elementary schools: A case study in Da Nang city, Vietnam. **Sustainable Environment Research**, v. 26, n. 6, p. 274–286, 2016.

LORENA, Emmanuelle Maria Gonçalves. et al., Gerenciamento de resíduos sólidos: estudo de caso em um shopping center no interior de Pernambuco. **Resíduos sólidos [livro eletrônico]: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada. 2. ed. -- Recife : EDUFRPE, 2017. 392 p. v. 3. : il.; e-book.** Disponível em: <<https://www.dropbox.com/s/dmxsvd1a2han61m/Epersol2017-ebook-gestaointegrada.pdf?dl=0>> Acesso em: 16 maio 2019

MELO, M. V.; COSTA, M. F.; LEITE, E. F. Produtos que não danificam o meio ambiente podem influenciar na decisão de compra do consumidor? Um estudo de comportamento do consumidor em Recife. Revista Eletrônica - **Revista Científica da FASETE**, v.1, n. 1. p.87-102. 2007.

NOGUEIRA, Adriano. **Lixo. Jijoca de Jericoacoara não tem plano para a gestão de resíduos sólidos.** Disponível em: < <https://www.opovo.com.br/jornal/dom/2017/07/lixo-jijoca-de-gericoacoara-nao-tem-plano-para-gestao-dos-residuos-so.html>> Acesso em: 09 maio 2019.

PEREIRA, Ulliane de Amorim; COSTA, Reinaldo Corrêa. Resíduos sólidos urbanos na cidade de Manaus – AM. **Resíduos sólidos [livro eletrônico]: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada. 2. ed. -- Recife : EDUFRPE, 2017. 392 p. v. 3. : il.; e-book.** Disponível em: <<https://www.dropbox.com/s/dmxsvd1a2han61m/Epersol2017-ebook-gestaintegrada.pdf?dl=0>> Acesso em: 16 maio 2019.

REZENDE, Jozrael Henriques et al. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Eng. Sanit. Ambient.**, vol.18, n.1, pp.1-8, 2013.

SILVA, Rodrigo Cândido Passos da; et al. Avaliação do modelo de gestão dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Recife, Pernambuco. **Resíduos sólidos [livro eletrônico]: diagnósticos e alternativas para a gestão integrada. 2. ed. -- Recife : EDUFRPE, 2017. 392 p. v. 3. : il.; e-book.** Disponível em: <<https://www.dropbox.com/s/dmxsvd1a2han61m/Epersol2017-ebook-gestaintegrada.pdf?dl=0>> Acesso em: 16 maio 2019.

SIQUEIRA, L.N. **Dos Princípios e Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.** 2013. Disponível em: <<http://www.mcampos.br/REVISTA%20DIREITO/PRODUCAOCIENTIFICA/artigos/lisandronortonsiqueiradosprincipioseinstrumentospoliticanaresiduosolidos.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

SANTANA, Rebeqa Cristiny Barbosa de et al. **COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA.** 2014. Disponível em: <<http://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas/>>. Acesso em: 14 maio 2019.

CAPÍTULO 5. SERVIÇO DE SAÚDE E DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

5.1 RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE NO DISTRITO FEDERAL: PRÁTICAS DE GESTÃO E CONHECIMENTO DA LEGISLAÇÃO

AGUIAR, Raiane Costa Coimbra

Universidade de Brasília-UnB

raianeaguiar1@gmail.com

GUARNIERI, Patrícia Santos

Universidade de Brasília-UnB

patguarnieri@gmail.com

CERQUEIRA-STREIT, Jorge Alfredo

Universidade de Brasília-UnB

jorgealfredocs@gmail.com

RESUMO

Apesar da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) não tratar especificamente de medicamentos, ela age como guia para a implementação de boas práticas de gestão de resíduos na cadeia farmacêutica. Esta pesquisa teve como objetivo analisar as práticas de gestão de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) no Distrito Federal (DF), com foco dado ao conhecimento da legislação vigente e práticas para não geração e redução destes resíduos. Foi realizada uma pesquisa aplicada, descritiva e qualitativa, cujo estudo de caso levantou dados de oito drogarias e um laboratório farmacêutico, todos localizados no DF. Os resultados revelam que apenas um terço da amostra possui plano de gerenciamento e há um grande desconhecimento da legislação vigente. Portanto, as práticas são passíveis de melhorias, sobretudo quanto à divulgação e campanhas de conscientização junto à população. Esse estudo torna-se relevante visto que as discussões sobre medicamentos têm ganhado espaço no âmbito social, ambiental e político.

PALAVRAS-CHAVE: PNRS, Políticas públicas, Medicamentos

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o descarte inadequado de resíduos de serviços de saúde entrou em pauta das reuniões gerenciais devido aos poluentes de alta toxicidade que compromete tanto a qualidade do solo quanto dos corpos hídricos que abastecem a população (PINTO et al., 2014; ZAPPAROLI; CAMARA; BECK, 2011). A destinação incorreta também traz riscos à saúde de quem o manuseia, normalmente catadores de materiais recicláveis, que chegam até a consumir os medicamentos fora do prazo de validade (ALENCAR et al., 2014; BRASIL, 2014; PINTO et al., 2014). Segundo o Relatório de Gestão da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, a população sofreu em 2010 com mais de 24 mil casos de intoxicação por medicamentos (ANVISA, 2013).

Desde o Relatório Brundtland, não só a população consumidora, como também o empresariado e o Estado têm se preocupado cada vez mais com problemas ambientais que a crescente geração de resíduos ocasiona (BENITES; POLO, 2013). Nesse sentido, o descarte adequado dos resíduos tem ampliado seu papel estratégico, passando de uma ferramenta competitiva para um importante instrumento sustentável que agrega os novos fatores geradores de pressões sociais. Leite (2009) denomina esse fenômeno como “onda da sensibilidade ecológica e da sustentabilidade ambiental”.

Em meio às discussões, apesar de não ser a única legislação que regulamente a matéria de resíduos sólidos, a Lei 12.305/10 responsável por instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é considerada um marco regulatório (MONTEROSSO, 2016). O avanço na legislação é devido ao foco dada à gestão integrada das empresas envolvidas no lançamento do produto no mercado e dos planos de gerenciamento de resíduos, incluídos os perigosos. Outras importantes inovações trazidas pela lei, como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (YOSHIDA, 2012) tem relação direta com a presente pesquisa (BRASIL, 2010a; BRASIL, 2010b).

Com o propósito de minimizar os danos ocasionados pelo descarte incorreto de resíduos sólidos, a PNRS traz em suas diretrizes alguns pontos que embasam a ferramenta de criação de programas de recolhimento eficientes. Além disso, a lei fornece instrumentos para sanar as lacunas das legislações anteriores. Neste mesmo sentido, a lei da PNRS sugere o acordo setorial como um dos instrumentos factíveis para a sua real execução (FALQUETO; KLIGERMAN, 2012).

Em meio a esse cenário, o presente trabalho é oriundo das seguintes inquietações: Os funcionários de drogarias e de laboratórios possuem conhecimento sobre a legislação vigente? Estes estabelecimentos possuem um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS)? Quais práticas de gestão são realizadas em busca da não geração e redução destes resíduos? Autores como Bueno, Weber e Oliveira (2009) destacam essa lacuna de pesquisa ao alertar a necessidade de realização de mais pesquisas acadêmicas na área de descarte de medicamentos domiciliares. Os mesmos autores levantam também, a carência de estudos que analisem a implementação de planos efetivos por parte dos gestores. Estes estudos contribuiriam para o fortalecimento das normas (entre os agentes da cadeia logística) e também na conscientização da população, especialmente no que se refere ao descarte adequado de medicamentos.

Além disso, esse estudo traz contribuições acadêmicas para a área de estudos em políticas públicas, legislação ambiental e mais especificamente no campo de gestão de resíduos sólidos de medicamentos. Afinal, verificou-se em levantamento realizado nas bases *Scientific Periodicals Electronic Library – SPELL*, *Scientific Electronic Library Online – SCIELO* e Google Acadêmico, a baixa quantidade de artigos encontrados sobre o tema. As palavras-chave pesquisadas foram: “descarte de medicamentos”, “resíduos de medicamentos”, “resíduos de serviço de saúde”, e variações com a palavra remédios.

Esta constatação corrobora com os levantamentos realizados por Cafure e Patriarcha-Graciolli (2015), no qual os autores identificaram a baixa quantidade de artigos relacionados ao tema “resíduos de serviço de saúde”. Por fim, cabe evidenciar que Falqueto e Kligerman (2012) também ressaltam a baixa quantidade de trabalhos responsáveis por analisar o crescente consumo e descarte de medicamentos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos

Após duas décadas de trâmite interno no Congresso Nacional, a Política Nacional de Resíduos Sólidos foi estabelecida pela lei 12.305, em agosto de 2010. Quatro meses mais tarde, a lei da PNRS foi regulamentada pelo decreto 7.404/10 e trata da matéria de resíduos sólidos bem como das ações relativas à gestão integrada e dos planos de gerenciamento de resíduos, incluídos os perigosos. Além destas questões, o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto merece destaque ao atribuir incumbência aos diversos atores participantes da cadeia em que coloca o produto no mercado (BRASIL, 2010a; BRASIL, 2010b).

Este princípio exige uma adaptação dos processos empresariais destes atores, como, por exemplo: Encontrar um meio de receber de volta as embalagens e/ou produtos. A estratégia para este retorno do produto à indústria será uma decisão interna, mas não menos complexa, por estender a outros agentes. Cabe ressaltar que o termo “estratégia”, para o presente trabalho, segue Andrews (1994) quando compreende o conceito como sendo o conjunto de decisões tomadas para determinar e revelar os propósitos da empresa. Além dos objetivos, também as políticas e planos para revelar a maneira que esses propósitos serão alcançados, de acordo com os diversos e muitas vezes conflitantes (como no caso da cadeia farmacêutica), interesses dos *stakeholders*.

Por parte das empresas, segundo Stumpf et al. (2018) esse compromisso ambiental normalmente é feito quando percebe-se que haverá o aumento dos lucros. Adicionalmente, Domingues et al (2016) alerta que a plena implementação da PNRS só poderá ser observada se for somada à programas de educação ambiental. Afinal, a formação dos indivíduos quanto ao pensamento crítico é o que pressiona empresas e governo para o cumprimento de políticas públicas. As dimensões continentais do Brasil representam um obstáculo para homogeneidade de implementação da PNRS, entretanto, autores como Heber e Silva (2014) citam outros fatores como as diferenças orçamentárias e de capacidade técnica-institucional entre municípios.

A PNRS determina a obrigatoriedade da gestão integrada e de um plano de gerenciamento de resíduos que devem voltar ao fabricante, são eles: (1) agrotóxicos e suas embalagens; (2) pneus; (3) óleos lubrificantes; (4) pilhas e baterias; (5) lâmpadas fluorescentes; (6) bens eletrônicos e seus componentes; e (7) de embalagens em geral (BRASIL, 2010, Art. 33).

Observa-se que embora a lei não trate de outras cadeias de produtos ela deixa especificado o fato da obrigatoriedade poder ser estendida para outros resíduos sólidos. (BRASIL, 2010a). A aliança de diversas organizações com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), tornou possível o lançamento de editais de convocação da cadeia farmacêutica a se pronunciar frente à possibilidade de um acordo setorial entre empresas. Entretanto, as tentativas de acordo para que as empresa se comprometam ainda não obtiveram êxito, visto que os elos da cadeia possuem interesses distintos, muitas vezes conflitantes (SENADO, 2016). Atrasos na definição de um acordo setorial dificultam a implementação de importantes ferramentas, ações e coligações empresariais que auxiliariam no descarte adequado dos resíduos de serviço de saúde.

2.2 Resíduos de Serviços de Saúde

A preocupação com o descarte inadequado de resíduos de saúde não é recente e se fundamenta com as resoluções da década de 1990, que precederam a sanção da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Vários normativos foram estabelecidos até a sanção da Lei 12.305/10. A Resolução RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004, adotada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, (ANVISA, 2004), dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. Há um alinhamento com a Resolução nº 358 de 29 de 2005, emitida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos de serviços de saúde (CONAMA, 2005).

Uma das formas de entrada de resíduos de medicamentos é pela rede de esgoto doméstica, na qual quantidades significativas de resíduos são lançadas diariamente (SILVA, 2012). Segundo o CFF (2011), o descarte incorreto pode decorrer da sobra de medicamentos e esta é causada pela prescrição de medicamentos além da quantidade necessária. Outro fator que pode causar este desequilíbrio entre oferta e demanda é impossibilidade de fracionamento dos medicamentos, pela atuação de marketing dos laboratórios farmacêuticos, distribuindo amostras-grátis como forma de propagandear um novo medicamento.

A comercialização dos medicamentos fracionados poderia ser visto como possível fonte de ganho de parcela de mercado para as farmácias, caso assim viessem da indústria. Andrews (1994) recomenda que após a definição da estratégia, a empresa foque os investimentos para converter a competência principal em sua vantagem competitiva. Entretanto, a ineficiência na gestão dos medicamentos por parte das farmácias e outros estabelecimentos de saúde também é um fator problemático lembrado por autores como Silva (2012) e Oliveira et al. (2006).

Ciência da má gestão neste setor da economia, Moreira e Gunther (2016) propõem um instrumento para facilitar diagnóstico, elaboração e avaliação de Plano de Gerenciamento de Resíduos, especificamente em Unidades Básicas de Saúde. O estudo contribuiu para elencar

fatores relevantes para a tomada de decisão neste quesito (resíduos de saúde), tarefas que normalmente cabem aos enfermeiros desempenhar.

Embora o foco da presente pesquisa sejam as drogarias do Distrito Federal (DF), o achado de Boer e Fernandes (2011), traz luz à falta de responsabilização do consumidor final. Por mais que ele seja um agente incluído no princípio da responsabilidade compartilhada, o consumidor não é chamado a prestar contas e isso prejudica as operações logísticas. Os resultados Barbosa et al. (2019) realizado em Natal-RN, também apontam para a quantidade insuficiente de pontos de coletas na cidade, baixo nível de conscientização da população e fiscalização por parte dos órgãos competentes.

No contexto recente e internacional, D'Amato et al. (2018) constatam que além de integradas entre os agentes participantes da cadeia, as ações precisam estar combinadas também entre as diferentes esferas públicas. Estatisticamente, demonstram que na Itália quanto mais integrado e rigoroso é o monitoramento menor são os impactos negativos causados pelos resíduos sólidos (D'AMATO et al., 2018). De uma forma bastante aplicada, Du et. al (2018) ressalta a importância desta integração de políticas ambientais, inclusive internacionalmente. Nesta pesquisa empírica aplicada na China, uma das constatações diz respeito à necessidade de parametrização da legislação chinesa com a europeia. Espera-se assim que os avanços sejam não somente no campo tecnológico, mas também nos modelos de gestão de resíduos (DU et al., 2018).

Por fim, CFF (2011) traz luz à questão da emergência na conscientização da população no que concerne ao descarte correto dos resíduos de medicamentos, deixando claro quais problemas podem surgir caso venha a ser efetuado incorretamente. Ainda CFF (2011), sugere ainda que a conscientização da população seja realizada por meio de programas educativos e da realização de movimentos em prol de arrecadar os medicamentos que não estão sendo utilizados (CFF, 2011). Echegaray e Hansstein (2017) corroboram com esta visão ao afirmar que o gerenciamento responsável de resíduos sólidos e sua redução devem estar no centro das estratégias para a promoção da sustentabilidade

3 METODOLOGIA

Sob o ponto de vista dos objetivos esta é uma pesquisa descritiva, pois visa caracterizar e relatar como os membros da cadeia farmacêutica reagem frente às práticas de gestão de Resíduos de Serviços de Saúde. Dessa forma, traz uma nova visão acerca do problema que envolve o descarte inadequado de medicamentos (GIL, 2002). No que diz respeito a sua natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, já que tem como preocupação a geração de conhecimentos que possam vir a ser utilizados visando à solução de determinado problema (SILVA; MENEZES, 2005).

Com relação à abordagem optou-se pela qualitativa por ser a mais indicada diante da subjetividade das práticas e da atuação dos farmacêuticos e segundo Bardin (1977) a forma mais intuitiva e adaptável de se realizar pesquisa. Quanto ao delineamento, elegeu-se o estudo de caso como meio de desenvolver um estudo aprofundado, permitindo o amplo conhecimento do objeto de estudo (SILVA; MENEZES, 2005).

A técnica de pesquisa estudo de caso pode trabalhar tanto com estudo de um único caso quanto com casos múltiplos. Para melhor compreensão das práticas realizadas nos estabelecimentos farmacêuticos, optou-se pela estratégia de pesquisa de múltiplos. Sendo assim, buscou-se a identificação da atuação dos farmacêuticos em mais de um cenário, proporcionando maior qualidade e confiabilidade aos dados coletados (GIL, 2002). Foi realizada também revisão da literatura acerca do tema descarte de medicamentos o que permitiu explorar melhor o foco que tem sido dado às pesquisas sobre o tema e a situação como o problema vem sendo abordado dentre os poucos trabalhos encontrados (GIL, 2002). Dessa forma, por meio do levantamento nas bases de pesquisa SCIELO, SPELL e Google Acadêmico foi realizada a revisão de legislações, normas técnicas, resoluções, políticas, artigos técnicos e científicos, teses e livros.

Para a busca dos materiais nas bases pesquisadas foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “descarte medicamentos”, “resíduos de medicamentos”, “resíduos de serviço de saúde” e variações com a palavra remédios. Para seleção buscou-se aqueles documentos que abrangessem em seu título ou corpo alguma das palavras-chave mencionadas ou abrangesse o assunto. Diante da diversidade de estabelecimentos que atuam na atividade de comercialização de medicamentos, interessa aqui a nomenclatura “Drogaria”. Conforme definição do Conselho Regional de Farmácia do DF (2014) pode ser entendida como: “Estabelecimento de dispensação e comércio de drogas, medicamentos, insumos farmacêuticos e correlatos em suas embalagens originais” (CRF, 2014). Dessa forma, constituem-se participantes deste estudo: farmacêuticos, gerentes, proprietários, atendentes ou outro funcionário que seja responsável pelo planejamento da gestão dos resíduos no estabelecimento. Foram entrevistados funcionários de 5 microempresas, 1 empresa de médio porte e 2 empresas de grande porte, todas localizadas no Distrito Federal.

Para a coleta de dados em estudos de caso é possível fazer uso de diversos instrumentos de pesquisa, como: entrevistas, observação direta, análise documental, análise de arquivos, observação participativa e análise de objetos. Yin (2003) chama de triangulação a combinação de três instrumentos, visando à confirmação de um mesmo fato com maior validade das informações, por meio de várias formas de se verificar (YIN, 2003). O principal instrumento utilizado para a coleta dos dados consistiu em roteiro de entrevista semiestruturado com questões abertas que guiou a entrevista. Segundo Marconi e Lakatos (2011) constitui um importante instrumento de coleta de dados na investigação social. Os itens do roteiro de entrevista foram pensados a partir da revisão de literatura visando responder aos questionamentos dessa pesquisa e objetivos específicos. Com a observação direta foi possível conhecer os recipientes utilizados para o acondicionamento dos resíduos e os locais onde ficam armazenados temporariamente até serem transportados. Na pesquisa realizada por Santos et al. (2019) com 60 colaboradores de uma empresa de assistência médica de Recife-PE, percebeu-se que a grande maioria dos colaboradores (97%) possuíam conhecimento sobre os recipientes adequados para transporte e armazenamento enquanto tão somente 3% não sabem onde descartar ou não quiseram opinar.

Durante as visitas *in loco* para a realização da presente pesquisa, também foi possível ver em alguns estabelecimentos a existência de documentos impressos que orientam a implementação o recolhimento de medicamentos no estabelecimento. Foram realizadas 8 visitas a 8 drogarias. As entrevistas foram gravadas (somadas, somam aproximadamente 3 horas) e foram devidamente transcritas, para análise dos dados. Os dados foram analisados

qualitativamente por meio da análise de conteúdo, proposta por Bardin (1977). Neste modelo, o entrevistador pretende extrair o máximo de informações através da interpretação da subjetividade das respostas e identificar os núcleos de sentido na fala dos entrevistados. Além disso, é feita a articulação das falas obtidas com as entrevistas com os as impressões alcançadas com a observação direta e com a interpretação dos documentos. De forma geral, nessa etapa os materiais separados na análise prévia são separados em unidades, organizados e alocados em suas categorias pré-estabelecidas.

Por fim, cabe evidenciar que na próxima seção da presente pesquisa, serão expostas as inferências e interpretação feitas a partir dos dados tratados. Dados estes procuram responder à pergunta inicial do problema de pesquisa, sobre práticas de Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde no Distrito Federal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Legislação e Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde

Esta etapa da investigação se propôs a verificar a existência (ou não) de documento formal que representasse o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS). Além disso, buscou-se identificar as iniciativas de redução e não geração de resíduos também induzidos pela PNRS e o conhecimento acerca da legislação. No intuito de responder à pergunta de pesquisa, foi buscado identificar a adoção de um PGRSS pelos estabelecimentos pesquisados, visando verificar a adequação com o proposto pela legislação. Afinal, todos os geradores de resíduos de serviço de saúde devem possuir um documento com a descrição dos procedimentos de manejo e a designação de profissional adequado para a sua implementação (BRASIL, 2010a; BRASIL, 2010b; ANVISA, 2004).

Quando questionados sobre a existência de um PGRSS apenas três dos nove respondentes afirmaram possuir o documento, como no caso dos respondentes A, B e F como pode ser observado pelas falas: “sim, tenho” (entrevistado A); “sim tenho, é obrigatório” (entrevistado B) e “Tem um documento e nesse documento tem um manual de instrução. Como são os procedimentos” (entrevistado F). Por meio da observação direta foi possível constatar em um dos estabelecimentos a existência de pasta contendo as etapas de manejo e procedimentos a serem adotados, confirmando a alegação do entrevistado A. Entretanto, devido à política da empresa, não foi possível obter uma cópia para análise mais aprofundada do documento. Sendo assim, foi constatado que a maioria das drogarias afirmam não ter conhecimento da existência do documento ou de fato alegarem não existir esse tipo de formalização. Isso pode ser percebido por meio de afirmações como: “Não. Nenhum documento a gente tem aqui não, mas na matriz deve ter. Tem sim com certeza” (entrevistado E); “Não aqui não tem” (entrevistado G) e “acho que tem, provavelmente tem” (entrevistado H).

Segundo a RDC nº 306 da ANVISA (2004), os geradores de resíduos de serviço de saúde devem adotar um PGRSS que obedeça a esta resolução e demais legislações ambientais, além de atender as especificações técnicas e dos serviços de limpeza urbana. Ainda nesta resolução consta a exigência de que deve haver pelo menos uma cópia em todo estabelecimento para consulta da fiscalização, dos funcionários e inclusive da população. Sobre este ponto do cumprimento legal, foi constatado por meio da observação direta do pesquisador que os estabelecimentos não disponibilizam o PGRSS para consulta. Naqueles estabelecimentos em

que possuíam PGRSS, buscou-se identificar a existência de profissional responsável técnico pela elaboração e implementação do plano. Isto se deve ao fato de que está previsto na RDC nº 306 da ANVISA que deve haver um responsável técnico é que o mesmo deve se responsabilizar pela capacitação dos funcionários que farão o gerenciamento dos resíduos. Deve também ficar atento à contratação de empresas terceirizadas que tenham posse de licença ambiental para a execução do transporte e tratamento dos resíduos (ANVISA, 2004).

No caso do entrevistado A foi ele mesmo que elaborou o plano com base na legislação pertinente e em experiências práticas, visto que informou que em sua graduação em Farmácia não obteve instruções a fundo sobre o assunto. Em geral, é o farmacêutico que fica responsável pela elaboração e execução do PGRSS conforme relatos: “Tem um farmacêutico que é responsável” (entrevistado B) e “Só os farmacêuticos, eles que são responsáveis. São 2 farmacêuticos para cada drogaria” (entrevistado H). Visto que grande parte dos respondentes não teve acesso a um documento que o instruisse sobre os procedimentos a serem adotados, foi questionado se em algum momento receberam treinamento para realizar o manuseio dos resíduos de medicamentos e perfurocortantes. A legislação estabelece que seja realizado o desenvolvimento dos profissionais que fazem o gerenciamento dos resíduos (ANVISA, 2004).

Os dados coletados indicam que, no geral, é o gerente que recebe o treinamento e fica responsável pelo manuseio dos resíduos. Entretanto, o treinamento é mais voltado para funções administrativas conforme fica evidenciado em alguns trechos das entrevistas: “Sim. Só eu, o subgerente e o farmacêutico” (entrevistado E); “Eu a outra farmacêutica e o gerente. O treinamento específico quem recebeu foi o gerente porque a gente tem no nosso manual de boas práticas tem o procedimento certinho” (entrevistado F). Embora alguns entrevistados afirmarem ter recebido treinamento ou orientações, é visível o baixo grau de compreensão dos respondentes quanto ao manuseio adequado e aos itens propostos pela legislação. Segundo Alencar et al. (2014) os funcionários não sabem e não tem a quem recorrer. Os autores Cafure, Patriarcha-Gracioli (2015), acreditam que falta senso de responsabilidade também pelos funcionários e ressaltam a necessidade de se colocar em prática uma nova cultura de responsabilidade no que se refere à participação nos procedimentos de geração e manuseio de resíduos.

Segundo o manual de gerenciamento de resíduos (ANVISA, 2006) deve ficar a cargo do responsável técnico instruir os funcionários que fazem o manuseio dos resíduos a utilizarem os equipamentos de proteção individual específicos para cada atividade como por exemplo, uniforme, luvas, avental, máscara, botas e óculos. O único material de proteção apontado pelos respondentes foi o uso de luvas, principalmente no manuseio de perfurocortantes e de medicamentos que não estão lacrados. Entretanto, por meio da observação direta foi possível constatar o uso de uniforme por todos os respondentes e máscara pelos que fazem aplicação.

Para obter alguma estimativa da quantidade de resíduos gerada mensalmente pelas drogarias foi perguntado aos respondentes qual seria a média mensal de medicamentos vencidos. Segundo os entrevistados a quantidade de medicamentos vencidos na drogaria varia de 1kg a 2kg por mês. É priorizada a minimização de perdas conforme a fala dos entrevistados: “É pouca coisa porque você tem que minimizar o máximo à perda né?” (entrevistada A) e “a gente procura reduzir o máximo. Em quantidade, 1kg e meio não é muito não porque a gente trabalha em cima da redução dessas perdas porque é gerado como perdas entendeu” (entrevistado E).

Sobre a legislação vigente a respeito de resíduos sólidos de serviços de saúde, a grande maioria afirma não conhecer ou já ter escutado falar, mas não tem conhecimento acerca do que tratam as legislações mencionadas, conforme relato das falas: “muito por cima e não sei qual por número não. Ah essa eu lembro da época da faculdade” (entrevistado C); “não pra falar verdade ela a fundo não conheço muita coisa” (entrevistado F). Embora as resoluções sobre a matéria de RSS e de resíduos sólidos apresentem as ferramentas e diretrizes para sanar lacunas anteriores na legislação, é necessário seu amplo conhecimento e divulgação para que quando efetivamente implementadas reflitam em uma boa gestão dos resíduos (FALQUETO; KLIGERMAN, 2012). Fica também evidenciado a importância da academia não só na produção como na propagação de conhecimento. O presente achado corrobora com os estudos recentemente realizados por Alcântara e Barbosa (2019) que em determinado espaço amostral, revela que 23,8% dos estudantes de farmácia não tinham nenhum tipo de conhecimento sobre as maneiras de descartar medicamentos corretamente e mesmo entre aqueles que alegavam saber, 40,8% faziam de forma ambientalmente inadequada.

Esta seção do trabalho discutiu a compreensão dos funcionários sobre a PNRS, a RDC nº 306 da ANVISA, Resolução nº 358 do CONAMA e os Planos de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde que a própria drogaria elaborou. Como destaque desta seção da pesquisa, o objetivo proposto foi alcançado, apesar não ter sido possível, por meio da observação direta, constatar em todas as drogarias a existência de documento, manual ou PGRSS físico. Em geral há um profissional responsável pela execução do gerenciamento dos RSS, os funcionários recebem pouca orientação e há certa estruturação no processo de coleta e tratamento de medicamentos vencidos nas drogarias embora quase não haja conhecimento acerca das legislações pertinentes.

Não somente no Distrito Federal, mas o estudo de Oliveira et al. (2013) também conclui que a falta de conhecimento da legislação vigente também contribui para o atraso na elaboração de um plano de manejo dos resíduos de serviço de saúde, no interior do Rio Grande do Sul. A problemática que o inadequado gerenciamento deste tipo de resíduo pode trazer deve ser pauta no treinamento dos empregados a fim de evidenciar que a possibilidade de redução na geração depende primeiramente, de uma segregação eficiente (OLIVEIRA et al., 2013).

4.2 Medidas para não geração e redução de resíduos de serviços de saúde

O PNRS tem como um de seus objetivos a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, assim como a disposição final adequada, nesta ordem de prioridade (BRASIL, 2010a). Nesse mesmo sentido foi estabelecida a resolução nº 358/2005 do CONAMA, que promove a redução na fonte, à reciclagem e outras possíveis alternativas que estimulem a minimização de resíduos (CONAMA, 2005). Com o propósito de identificar medidas de não geração e redução de resíduos por parte das drogarias que compõe a amostra da presente pesquisa, esta seção se encarregou de verificar as alternativas apontadas.

A “venda fracionada de medicamentos” tem sido apontada na literatura como uma estratégia para conquistar um grande salto na redução do número de resíduos provenientes do desperdício. Isso se deve ao fato de que não é sempre que a quantidade de medicamento dispensada na embalagem é totalmente necessária para o tratamento ocasionando sobras (SOUZA; FALQUETO, 2015; PINTO et al, 2014). Segundo os entrevistados praticamente não existe esse tipo de venda, apenas 25% dos respondentes relataram 3 medicamentos que já atendem essa necessidade: “Alguns...tem uns 2 que já tão liberados. Tipo Neosaldina que vem

só um comprimido, já vem da indústria vem só uma cartelinha e só um comprimido” (entrevistado F) e “Poucos medicamentos, só alguns mais tradicionais mesmo, Dipirona e Anador. Já vem de fábrica e atrás da cartela tem a bula” (entrevistado H). Sendo assim, fica evidenciado a necessidade de que a indústria comece a adequar as medidas as novas necessidades. Entretanto, o custo de mudança provavelmente será repassado ao consumidor, assim como tem acontecido em outros setores da indústria. Pesquisas como Hekis et al. (2014) demonstram que a indústria farmacêutica que atuam em Natal-RN possuem conhecimentos (como técnica de vendas), habilidades (como capacidade de comunicação) e atitudes (como ética) para contribuir à promoção de ações socioambientais.

Outro grande fator gerador de resíduos é a automedicação, apontada na literatura como causa não só de tratamentos ineficazes, assim como também do aumento na geração de resíduos de medicamentos (GAMA; SECOLI, 2017; SOUZA; FALQUETO, 2015; BUENO; WEBER; OLIVEIRA, 2009; CFF, 2011). Quando questionados sobre o hábito de estimular os clientes a não se automedicarem, todos os respondentes afirmaram realizar essa prática, evitando fazer prescrições e aconselhando o cliente a procurar ajuda médica. Segundo relatos dos respondentes: “Assim, a gente faz a nossa parte né, mas nem sempre os clientes são conscientes nisso né?” (entrevistado A); “Sim tanto é que a gente trabalha com a política de não ficar indicando, a gente sugere em questão simples quando o medicamento não tem tarja. Então por exemplo com sintomas de gripe se persistir a gente sempre fala pra ir no médico” (entrevistado C).

Na literatura a ausência de informações nas bulas e embalagens dos medicamentos também aparece como ponto crucial na decisão do cliente de onde descartar o resíduo (UEDA et al., 2009). Esta afirmação não foi confirmada por dois dos entrevistados que relataram já terem visto informações nas embalagens sobre onde descartar o medicamento, conforme relatos: “Vem nas bulas” e “tem alguns medicamentos que já têm”. Entretanto, quando questionados sobre o nome do medicamento que contém as informações na bula, os respondentes não souberam informar. Todos os demais entrevistados relataram nunca terem visto esse tipo de informação e que seria de extrema importância no esclarecimento dos riscos e locais apropriados para o descarte, conforme relatado: “Pelo menos que eu já vi em bula não. Nada de descarte consciente não.” (entrevistado A); “Não eu vejo mais é evitar automedicação, consultar um médico” (entrevistado C); “pra falar a verdade não vi nenhuma assim.” (entrevistado D).

Outro fator de bastante discussão, o qual consta em quase toda a literatura pesquisada é a falta de campanhas voltadas para a população. A falta de conscientização da população agrava fatores como o descarte no lixo doméstico ou na rede de esgoto (ALENCAR et al., 2014; ABDI, 2013; CFF 2011; BOER; FERNANDES, 2011). Outros autores apontam que não há uma legislação específica voltada para o descarte de medicamentos doméstico (BUENO; WEBER e OLIVEIRA, 2009; PINTO et al., 2014; FALQUETO; KLIGERMAN, 2013; STOREL et al., 2014). Com relação a esse aspecto, os entrevistados informaram não realizar nenhum tipo de campanha, apenas orientação dentro da loja para os clientes como relato dos entrevistados: “só dentro da loja mesmo para os clientes” (entrevistado H) e “Até seria interessante, mas não tem não” (entrevistado C).

Finalizando os fatores apontados pela literatura como cruciais na redução de resíduos está o mau gerenciamento feito pelas drogarias no que se refere ao controle administrativo, acompanhamento dos prazos, gestão dos estoques (SILVA, 2012). Por parte das drogarias pesquisadas apenas uma ainda não possui um sistema informatizado para auxílio do controle do

estoque, pois todas fazem um controle manual também, por meio da verificação direta das prateleiras, conforme relatado. Esta constatação é ilustrada pela fala dos entrevistados: “A gente pode ter no nosso próprio programa, nosso sistema e tem o controle manual que é o que a gente mais faz. A gente escreve num papel a data, mês, quando vence o medicamento e quando dá 2 meses a gente pega e tira ele da prateleira” (entrevistado F).

Como destaque dessa seção, buscou-se identificar medidas de redução e não geração de resíduos de serviço de saúde. O objetivo foi alcançado e constatado que: há necessidade de maiores esclarecimentos em bulas e embalagens quanto aos riscos do descarte incorreto e orientações de quais são os locais adequados. Outro ponto que deve receber destaque é o fracionamento dos medicamentos, o que poderia evitar desperdícios. Nesse sentido, também foi lembrada a importância de conscientizar a população por meio de campanhas, propagandas e orientações dos funcionários das drogarias e parcerias com o governo. Entretanto, faz-se importante que essas parcerias sejam integradas, não somente com o governo local, mas também com as outras esferas (AMATO et al., 2018). Com relação ao gerenciamento dos resíduos por parte das drogarias, esse aparenta estar estruturado e os funcionários possuem ferramentas e sistemas de gestão de estoque que os auxiliam a manter o nível mínimo de desperdício e consequente prejuízo. Por fim, apresenta-se a seguir o (Quadro 1) com a síntese dos resultados obtidos.

Quadro 1. Principais resultados encontrados

Objetivos da Pesquisa	Principais Resultados
Identificar o grau de conhecimento sobre a legislação vigente e a existência do PGRSS utilizado pelo estabelecimento	Desconhecimento acerca da PNRS e resoluções nº 358 e 306; Desconhecimento da existência do PGRSS; Em uma das drogarias verificou-se a existência do PGRSS; O responsável técnico em geral é o farmacêutico; Pouca instrução e o treinamento não é específico; Baixo grau de compreensão quanto ao manuseio; A quantidade de resíduo varia entre 1kg e 2kg
Identificar possíveis práticas de gestão para a não geração e redução de resíduos	Necessidade de se praticar o fracionamento de medicamento; As drogarias praticam a política de incentivo a não automedicação; Necessidade de informações nas bulas e embalagens sobre o descarte adequado; Falta de campanhas de conscientização sobre o descarte correto voltadas para a população; Existência de sistemas de gestão de estoques.

1. CONCLUSÕES

A elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde e a delegação dessa função a um responsável técnico é o primeiro passo a ser dado em direção ao gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde. Entretanto, nem todos os estabelecimentos estudados atendem este quesito. A falta ou ineficiência dos treinamentos ofertados pelas próprias drogarias e/ou laboratório coloca em risco o meio ambiente e a saúde pública, visto que

os funcionários que muitas vezes não conhecem o risco do descarte incorreto de um medicamento.

A legislação vigente precisa ser melhor disseminada, pois o seu desconhecimento por parte dos funcionários foi constatado na presente pesquisa. Afinal, se não há implementação da lei, não contribuem para o bom gerenciamento dos resíduos. Além disso, é necessário que os órgãos fiscalizadores sejam mais presentes, com atuação não somente na punição (geração de multas), mas também na devida orientação aos estabelecimentos (educação).

Conforme discutido ao longo do trabalho, é papel de todos priorizar a não geração, a redução, a reciclagem, o tratamento e disposição correta, nesta ordem. Entretanto, obrigar as drogarias do Distrito Federal a receberem medicamentos vencidos se torna uma prática pouco efetiva caso não seja aliada a programas de educação ambiental junto à população. Afinal, foi constatado que não há o repasse de informações, referentes aos riscos em se descartar no lixo doméstico e rede de esgoto. Há que ser feita ampla divulgação, a começar pelas informações em bulas, nas próprias embalagens dos medicamentos e treinamento dos funcionários.

Programas de conscientização e educação ambiental devem ser priorizados, mas não é de responsabilidade exclusiva do governo (D'AMATO et al., 2018) por meio de políticas públicas de incentivo a educação ambiental em escolas e nas comunidades. Outros agentes precisam estar incluídos, como os geradores de resíduos pertencentes a cadeia produtiva com campanhas de orientação aos clientes e instalação de PEV's visíveis a toda a população.

Fica evidente que apesar da existência de Resoluções e Políticas, não há conhecimento suficiente pelas drogarias, o que compromete sua eficácia. Como foi diagnosticado, o comércio não sabe de sua obrigação e assim, não é capaz de repassar ao consumidor o seu direito de devolver o remédio em qualquer drogaria.

Embora os objetivos propostos para esta pesquisa tenham sido alcançados, duas limitações são percebidas. A primeira dela gira em torno da amostra escolhida. A Política Nacional de Resíduos Sólidos deixa claro que a responsabilidade compartilhada pelo produto após o final de sua vida útil é de todos os responsáveis direta e indiretamente pelo resíduo gerado, como: fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos. Esta pesquisa teve como limitação ser aplicada apenas aos membros do comércio e um fornecedor. Os membros foram escolhidos por satisfazerem o quesito conveniência e acessibilidade, visto que o elo comércio é apontado como importante membro para efetivação do retorno deste produto e ao mesmo tempo é o que mais arca com os custos desse processo. A escolha da Indústria deu-se devido à empresa pesquisada fazer parte de uma importante iniciativa privada para o setor no DF (em *market share*).

A segunda limitação está relacionada à política de não veiculação das empresas de seus documentos e informações confidenciais. Apesar de em algum momento, por meio da observação direta, ter sido possível o acesso a PGRSS da drogaria, este não pode ser amplamente estudado, tampouco foi possível/autorizado o registro fotográfico, para consulta posterior.

Considerando que a aplicação da PNRS ainda encontra-se em crescimento e que um acordo setorial para a cadeia de medicamentos deve ser consolidado nos próximos anos, sugere-

se que pesquisas futuras incluam os demais membros da cadeia farmacêutica. O mapeamento de todo as etapas que o medicamento faz desde sua devolução pelo consumidor até seu tratamento ou disposição final também é sugerido como possibilidade de estudos futuros (aspectos relacionados a logística reversa).

O presente estudo buscou contribuir com a área das ciências sociais aplicadas e também das ciências ambientais ao trazer o tema da gestão de resíduos de serviços de saúde. Os desafios de implementação desta gestão, assim como as possíveis oportunidades mercadológicas em atender a legislação vigente precisam ser mais bem aplicado pelas empresas que desejam desenvolver-se. Afinal, o desenvolvimento das organizações do Século XXI está fortemente pautado na sua capacidade de equilíbrio entre os fatores sociais, ambientais e econômicos.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, A.M.C.; PIMENTEL, P.C.B. Conhecimentos e Comportamentos de acadêmicos de Farmácia sobre descarte de medicamentos em Salvador-BA. In.: NUNES, I.L.; PESSOA, L.A.; EL-DEIR, S.G. Resíduos sólidos: os desafios da gestão. 1.ed. Recife: EDUFRPE, 2019.

ALENCAR, T. D. O. S., MACHADO, C. S. R., COSTA, S. C. C., & ALENCAR, B. R. Descarte de medicamentos: uma análise da prática no Programa Saúde da Família. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.19(7), p.2157-2166, 2014.

ANDREWS, K. R. The concept of corporate strategy. New York, 1994.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Brasília, 2006.
Disponível em:<http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/manual_gerenciamento_residuos.pdf>.
Acesso em: 06/06/2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Política Nacional de Resíduos Sólidos, Relatório Preliminar. Núcleo de Assessoramento em Regulação e Boas Práticas Regulatórias, Anvisa, 2011 apud ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Logística Reversa para o setor de medicamentos. Brasília, 2013. Disponível em:
<<http://www.sinir.gov.br/documents/10180/13560/EVTE-MEDICAMENTOS>>. Acesso em: 15/06/2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução – RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para gerenciamento de resíduos de saúde, 6 dez. 2004. **Diário Oficial da União**, 10 dez. 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Relatório de Atividades 2012. Brasília, 2013. Disponível em:< <http://portal.anvisa.gov.br/documents/281258/>>. Acesso em: 08/06/2016;

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Relatório de Gestão 2012. Prestação de Contas Ordinária Anual. Ministério da Saúde. Brasília, 2013

BARBOSA, A.M.A.; LOPES, R.L.; TAVARES, J.L. Avaliação da Logística Reversa de medicamentos pós-consumo em Natal-RN. In.: NUNES, I.L.; PESSOA, L.A.; EL-DEIR, S.G. Resíduos sólidos: os desafios da gestão. 1.ed. Recife: EDUFRPE, 2019.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições, 70. Lisboa, 1977;

BENITES, L. L. L.; POLO, E. F. A sustentabilidade como ferramenta estratégica empresarial: governança corporativa e aplicação do Triple Bottom Line na Masisa. **Revista de Administração da UFMS**, v.6, Campo Grande, 2013.

BOER, N.; OLIVEIRA FERNANDES, B. Descarte de medicamentos: um modelo de logística reversa. In Congresso Internacional Responsabilidade e Reciprocidade, v. 1, n. 1, p. 504-507, 2011.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm> Acesso em: 13/06/2017;

BRASIL. Fiocruz. Descarte de Medicamentos Domiciliares. Sistema Nacional de Informação Tóxico-Farmacológicas - SINITOX. 2016.

BRASIL. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010a. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 06/06/2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Setor de medicamentos envia propostas para a logística reversa. 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2014/04/setor-de-medicamentos-envia-propostas-para-a-logistica-reversa>>. Acesso em: 08/06/2017;

BUENO, C. S., WEBER, D.; OLIVEIRA, K. R. Farmácia caseira e descarte de medicamentos no bairro Luiz Fogliatto do município de Ijuí-RS. **Revista de ciências farmacêuticas básica e aplicada**, v.30(2), p. 203-210, 2009.

CAFURE, V. A.; PATRIACHA-GRACIOLLI, S. R. Os resíduos de serviço de saúde e seus impactos ambientais: uma revisão bibliográfica. *Interações*, 16(2). Campo Grande, 2015.

CONSELHO FEDERAL DE FARMÁCIA – CFF. Descarte de Medicamentos. *Pharmacia Brasileira*, n. 82. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.cff.org.br/>>. Acesso em: 14/10/2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005.

CONSELHO REGIONAL DE FARMÁCIA DO DISTRITO FEDERAL – CRF. Terminologia dos estabelecimentos farmacêuticos. Brasília, 2014.

D'AMATO, A., MAZZANTI, M., NICOLLI, F., & ZOLI, M. Illegal waste disposal: Enforcement actions and decentralized environmental policy. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2018.

DOMINGUES, G.S.; GUARNIERI, P.; CERQUEIRA-STREIT, J.A. Princípios e Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: Educação Ambiental para a Implementação da Logística Reversa. **Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade - Brasília**, v. 2, n. 1, 2016.

DU, Z., ZHANG, S., ZHOU, Q., YUEN, K.F., WONG, Y.D. Hazardous materials analysis and disposal procedures during ship recycling. *Resources, Conservation & Recycling*, 2018.

ECHEGARAY, F.; HANSSTEIN, F. V. Assessing the intention-behavior gap in electronic waste recycling: the case of Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v.142, p.180-190, 2017.

FALQUETO, E., & KLIGERMAN, D. C. Análise normativa para descarte de resíduos de medicamentos- Estudo de caso da Região Sudeste do Brasil. **Revista de Direito Sanitário**, v.13(2), p.10-23, 2012.

FALQUETO, E., & KLIGERMAN, D. C. Diretrizes para um programa de recolhimento de medicamentos vencidos no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v,18(3), p. 883-892, 2013.

GAMA, ASM.; SECOLI, SR. Automedicação em estudantes de enfermagem do Estado do Amazonas – Brasil. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v.1n.1, 2017.

GIL, A. C.; Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, v.5(61), p.16-17, 2002

HEBER, F.; SILVA, E. M. D. Institucionalização da Política Nacional de Resíduos Sólidos: dilemas e constrangimentos na Região Metropolitana de Aracaju (SE). **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, 2014.

HEKIS, H. R., SOUSA, K. C., FURUKAVA, M., VALENTIM, R. A. M., OLIVEIRA, I. D.; ALVES, R. L. S. A indústria farmacêutica e a importância estratégica dos propagandistas de medicamentos: estudo com colaboradores em Natal/RN. **HOLOS**, 4, 2014.

LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. In Logística reversa: meio ambiente e competitividade, 2009.

MOREIRA, A.M.; GUNTHER, W.M.; Solid waste management in primary healthcare centers: application of a facilitation tool. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. v.24, 2016.

OLIVEIRA, C. R. D. R.; PANDOLFO, A.; MARTINS, M. S., GOMES, A. P., & DAL MORO, L. Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde: Avaliação dos procedimentos adotados no hospital da cidade de Guaporé-RS. **HOLOS**, 29(2), 251, 2013.

OLIVEIRA, E. A. D.; LABRA, M. E., & BERMUDEZ, J. A produção pública de medicamentos no Brasil: uma visão geral. **Cadernos de Saúde Pública**, v.22(11), 2379-2389, 2006.

OLIVEIRA FILHO, J. B. D. O mercado farmacêutico de varejo no Distrito Federal do Brasil de 2000 a 2012, 2013.

PINTO, G. M. F., DA SILVA, K. R., PEREIRA, R. D. F. A. B., & SAMPAIO, S. I. Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos na região de Paulínia (SP), Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 19(3), 219-224, 2014.

SACHS, I. De volta à mão visível: os desafios da Segunda Cúpula da Terra no Rio de Janeiro. **Estudos avançados**, 26(74), 5-20, 2012;

SANTOS, W.S.; BELLO, F.M.N; MESQUITA, J.B.; ALVES, A.O.; Acondicionamento e destinação de resíduos biológicos em uma empresa de assistência médica do Recife–PE. In: NUNES, I.L.; PESSOA, L.A.; EL-DEIR, S.G. Resíduos sólidos: os desafios da gestão. 1.ed. Recife: EDUFRPE, 2019;

SENADO FEDERAL. Regulamentação depende de acordo setorial. Portal de Notícias, Remédios Edição 551, 2016b. Disponível em: < <http://www12.senado.leg.br/cidadania/edicoes/551/regulamentacao-depender-de-acordo-setorial>>. Acesso em: 05/09/2017;

SILVA, D. C.A Conflituosa Gestão dos Resíduos de Serviço de Saúde Pertinentes ao Grupo B Gerados em Drogarias: O Caso da Cidade de São Carlos-SP. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-

Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Centro Universitário de Araraquara, São Paulo, 2012;

SILVA, E. L. D.; MENEZES, E. A pesquisa e suas classificações. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Cap, 2(4), 19-25, 2005;

SOUZA, C.; FALQUETO, E. Descarte de medicamentos no meio ambiente no Brasil. **Revista Brasileira de Farmácia**, 96(2), 1142-1158, Rio de Janeiro, 2015;

STOREL, I. D. L. A., DE CASTILHO, N. M., & TAKENAKA, E. M. M. Descarte inadequado de medicamentos: Impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, 10(12), 2014;

STUMPF, U.D.; THEIS, V.; SCHREIBER, D.; Gestão de Resíduos Sólidos em empresas metalomecânicas de pequeno porte. Rev. Gestão Ambiental e Sustentabilidade.V.7, N.2, São Paulo, 2018.

UEDA, J., TAVERNARO, R., MAROSTEGA, V., & PAVAN, W. Impacto ambiental do descarte de fármacos e estudo da conscientização da população a respeito do problema. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v.5(1), 2010;

YIN, R. K. Estudo de caso: Planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001;

YOSHIDA, C. Competência e as diretrizes da PNRS: conflitos e critérios de harmonização entre as demais legislações e normas. Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. São Paulo: Manole, 2012;

ZAPPAROLI, I. D.; CAMARA, M. R. G.; BECK, C. Medidas Mitigadoras para a Indústria de Fármacos Comarca de Londrina-PR, Brasil: Impacto Ambiental do Despejo de Resíduos em Corpos Hídricos. In 3rd International Workshop| Advances in Cleaner Production, 2011.

5.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO HOSPITAL SÃO DOMINGOS; DESENVOLVIMENTO DE MOBILIÁRIO PARA CRECHE DA COMUNIDADE

MACHADO, Eduardo Eugênio Silva

Universidade Ceuma
edumaach@outlook.com

ANDRADE, Leanjoelson Souza

Universidade Ceuma
leanjoelson.andrade@ceuma.br

BEZERRA, Helton de Jesus Costa Leite

Universidade Ceuma
helton.costa@ceuma.br

RESUMO

O artigo visa apresentar metodologias para o desenvolvimento de novos produtos de mobiliário a partir do reaproveitamento de resíduos de Painel de Tiras de Madeiras Orientadas e madeira de reflorestamento de *Pinus*, provenientes de caixas de transportes de equipamentos hospitalares do Hospital São Domingos, em São Luís no Maranhão, Brasil. Com o propósito de otimizar o uso desses resíduos, que seriam descartados em lixões ou diretamente na natureza, verificou-se a necessidade de aplicar uma gestão integrada, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Os resíduos coletados pela empresa foram gerenciados e destinados ao desenvolvimento de mesas e armários, utilizando-se de técnicas relacionadas ao design sustentável como base deste projeto. Com isso, considerou-se o uso de um método racional que viabilizasse a elaboração desses produtos, e por conta disso adotou-se a metodologia do designer Bernhard Burdek, diante disso, foram propostos mobiliários para composição de projeto de interiores em uma escola comunitária local. Esta pesquisa tem o intuito de possibilitar o reaproveitamento adequado desses resíduos sólidos, proporcionando uma diferente forma de reuso, como matéria-prima para novos produtos, agregando retorno financeiro, melhor equilíbrio para o meio ambiente e consciência a respeito da educação e gestão ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos, Design de produto, Ecodesign.

1. INTRODUÇÃO

Como resultado de processos de diversas ações humanas, o descarte irregular de resíduos sólidos é fonte de diferentes tipos de poluição, gerando não só impactos ao meio ambiente, como à saúde da população, sendo assim um dos grandes problemas ambientais da atualidade. Com isso, os altos índices de produção de resíduos e os ‘lixões’ (áreas de destinação de resíduos a céu aberto sem preparação de vida do solo) que ainda perduram na maioria das cidades brasileiras são preocupações frequentes da sociedade atual, que tem como objetivo atingir e apresentar um desempenho socioambiental adequado.

Embora o governo e a sociedade em geral expressarem real preocupação em relação ao descarte irregular de resíduos sólidos, até 2010 não existia nenhuma lei que apresentasse um plano de ação que os orientasse a tomar decisões mais prudentes dentro do contexto socioambiental (GRISA; CAPANEMA, 2018). Entretanto, em 2 de agosto de 2010, foi aprovada a Lei 12.305, na qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Segundo essa Lei, no Artigo 16 e 17, municípios que quiserem ter acesso aos recursos da União deverão ter elaborado um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos com horizonte de atuação de 20 anos, revisados a cada 4 anos. Ou seja, nesse intervalo de tempo, o País terá que possuir infraestrutura necessária para destinar todo e qualquer resíduo sólido produzido de maneira correta (BRASIL, 2010).

É de responsabilidade dos geradores, sejam pessoas físicas ou empresas, executarem o gerenciamento logístico dos resíduos sólidos produzidos, realizando um conjunto de ações capazes de dar o destino correto a todo material descartado por eles. Tais ações englobam o conceito de Logística Reversa, que segundo a PNRS (BRASIL, 2010, Art. 13) é um:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010, Art. 13).

Uma empresa que pratica a Logística Reversa demonstra uma gestão consciente e sustentável, pois contribui para diminuição dos impactos ambientais causados pelo descarte irregular de resíduos sólidos. Além de benefícios ambientais, contribui para fatores sociais e econômicos, pois desperta um diferencial no mercado, no qual valoriza e traz reconhecimento para organizações ecologicamente corretas.

Diante disso, o Hospital São Domingos, que é uma empresa que está há 30 anos no mercado oferecendo serviços de atendimento e assistência à saúde na cidade de São Luís, capital do Maranhão, tem como valor institucional garantir a proteção não só das pessoas, mas do meio ambiente. Devido a uma crescente necessidade de compra de novos e modernos equipamentos hospitalares para esta empresa, sendo proporcional o envio desses equipamentos através de caixas de transportes, feitas de painéis OSB (*Oriented Strand Board - Tiras de Madeiras Orientadas*) e madeira de reflorestamento de Pinus, a empresa resolveu potencializar o gerenciamento do descarte dessas caixas, com o intuito de maximizar oportunidades de negócio e principalmente reduzir riscos associados à má gestão de resíduos sólidos. Ela propôs

uma parceria com o Projeto FIBO Inovação Tecnológica para desenvolver uma linha de mobiliários (armários e mesas) advindos do reuso desses resíduos para um projeto social na Escola Comunitária Gabriel Ramos Cantinho do Céu, que é assistida pela própria empresa.

O Projeto FIBO Inovação Tecnológica é um projeto de pesquisa coordenado pelo Prof. Me. Helton Bezerra junto com os alunos do Curso de Design, Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil da Universidade Ceuma que tem como objetivo avaliar o potencial de uso de resíduos sólidos provenientes das indústrias de beneficiamento no Estado do Maranhão (Brasil), de modo a contribuir para a sustentabilidade do Estado nas suas mais diversas vertentes (social, ambiental, econômico, cultural, etc.) gerando novos produtos e processos a partir desses resíduos.

Portanto o referido projeto tem como objetivos: 1) Desenvolver novos produtos a partir dos resíduos gerados pela empresa; 2) Identificar e estudar os resíduos sólidos provenientes do transporte de equipamentos hospitalares; 3) Desenvolver inovações na estética e no processo produtivo dos produtos de acordo com os princípios do Ecodesign; 4) Apresentar metodologia de desenvolvimento de produto no design; 5) Projetar uma proposta de armário e mesa com a utilização de resíduos de OSB e madeira de reflorestamento de Pinus; 6) Direcionar a empresa para padrões mais sustentáveis de produção e consumo; 7) Impulsionar mais ações voltadas às temáticas socioambientais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em decorrência de ações que causam danos maciços e muitas vezes irreversíveis ao planeta, empresas de todos os seguimentos estão mais interessadas em melhorar suas diversas formas de se relacionar com o meio ambiente. Segundo Barbieri (2016, p. 19), “gestão ambiental compreende as diretrizes e as atividades administrativas realizadas por uma organização para alcançar efeitos positivos sobre o meio ambiente”. A partir desse conceito surge uma nova maneira de interpretar a importância do eixo ambiental em uma empresa, no qual deve estar sempre em equilíbrio com o econômico e o social, formando o tripé da sustentabilidade. Dessa forma o objetivo passa a ser melhorar os índices financeiros da empresa reduzindo os impactos que causam danos ao meio ambiente e atendendo as expectativas da sociedade.

Sobre o assunto, discorre Alves e Viegas (2018, p. 85):

Hoje em dia o desenvolvimento sustentável é sinônimo de progresso, por esse motivo há a necessidade de uma medida que vá além de considerações meramente de ordem econômica. É preciso encontrar alternativas que envolvam a divisão das dimensões social, econômica e ambiental. (ALVES; VIEGAS, 2018, p. 85)

Essas novas tomadas de decisão estão inseridas no contexto de uma legislação cada vez mais exigente, para que as organizações desenvolvam políticas econômicas e sociais que incentivem a proteção ao meio ambiente. Como a Lei 6.938 (BRASIL, 1981), que destaca políticas de proteção dos ecossistemas através de áreas representativas, controle de índices de poluição, além de incentivos à estudos e pesquisas voltadas para a preservação dos recursos ambientais. No entanto essas políticas não são de responsabilidade somente do poder público

em si, envolvem também associações e organizações sociais. E sobre o assunto, Bursztyn e Bursztyn (2013, p. 182) afirmam que:

Pelo seu caráter transversal, as políticas ambientais devem estar capilarizadas em diferentes atividades governamentais, seja como parâmetro de regulação (como é o caso da compatibilização das políticas fundiária e agrícola com os dispositivos regulamentares ambientais), seja como missão (caso da educação ambiental, de responsabilidade das escolas e universidades), ou como parcerias de diversas naturezas, envolvendo setores governamentais e não governamentais. (BURSZTYN; BURSZTYN, 2013, p. 182)

A tendência é que empresas que adotam políticas de gestão ambiental apresentem um fator diferencial no mercado, no qual pode-se obter reconhecimento da sua qualidade gerencial e comprometimento com diretrizes socioambientais. Segundo Paz e Kipper (2015), o diálogo com o público é um recurso fundamental para que as empresas consigam implantar essas novas políticas com êxito, ou seja, deve-se manter contato com os consumidores, empregados e comunidade em geral levando em consideração suas opiniões e visões sobre um desenvolvimento sustentável. Dessa forma um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) pode ser aplicado às atividades empresariais, principalmente às que apresentarem maiores riscos ao meio ambiente. Segundo a norma ISO 14001, o SGA é um componente do Sistema de Gestão Global que permite uma empresa avaliar e controlar os aspectos ambientais em suas atividades, produtos ou serviços, abordando possíveis riscos e oportunidades (ABNT, 2015). E é através de práticas como essas que empresas e demais organizações preservam os recursos ambientais para as gerações futuras e passam a gerir líderes conscientes dos impactos de suas decisões e responsabilidades sociais.

O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos, componente presente no contexto de gestão ambiental, diz respeito à responsabilidade dos geradores em relação à reutilização e redução no consumo de matérias-primas. De acordo com Nascimento et al. (2015), no Brasil os principais responsáveis pelo gerenciamento de resíduos sólidos são os municípios, os quais são obrigados a elaborar um Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e a responsabilidade por fiscalizá-lo é dos órgãos federais e estaduais. Entretanto, toda a sociedade tem o papel fundamental nesta gestão, por ser a principal geradora desses resíduos.

Segundo Garcia et al. (2015) os resíduos que são descartados de maneira indevida no ambiente apresentam diversas formas e podem ser classificados de acordo com sua composição química, como restos de alimentos e dejetos, definidos como resíduos orgânicos e resíduos compostos de materiais feitos pelo homem, definidos como inorgânicos. Nascimento et al. (2015) fomenta também que a natureza física, periculosidade e origem são características que diferem os resíduos sólidos e definem a forma como devem ser gerenciados de acordo com o plano desenvolvido. Quanto à periculosidade, a Lei 12.305/10 afirma que inflamabilidade, reatividade, corrosividade, toxicidade, entre outras características, apresentam significativo risco à saúde pública e à qualidade ambiental (BRASIL, 2010).

Os resíduos sólidos podem ser tratados por meio de técnicas e planos de gestão integrada, os quais a PNRS prevê o estabelecimento de acordo entre os diferentes setores empresariais, numa cadeia que envolve o poder público, fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, englobando todos os segmentos da economia. Nestes acordos as

responsabilidades são divididas para cada setor, que deverão considerar não apenas a redução dos resíduos sólidos, e consequentemente os impactos que causam no meio ambiente, mas analisar e retratar a situação que se encontra na região afetada, especificando informações como origem, volume, caracterização, destinação e disposição final de cada um deles, fatores essenciais para um bom plano de gestão de resíduos sólidos.

Sobre o assunto, discorre Thode Filho *et al.* (2015, p. 531):

Para dar conta deste desafio é preciso elaborar planos de gestão integrada para os resíduos sólidos urbanos, integrando-se os aspectos econômicos, sociais, ambientais e contemplando-se todas as fases do fluxo que integram cada classe de resíduos, desde a sua geração, coleta, transporte e destinação final, levando em conta as alternativas de reutilização/reciclagem e beneficiamento dos diferentes tipos de resíduos [...]. (THODE-FILHO *et al.*, 2015, p. 531).

O objetivo principal desses planos de gestão é estabelecer canais de retorno dos resíduos ao seu fabricante, viabilizando seu reaproveitamento em outros ciclos produtivos ou para outra destinação mais adequada, aplicando, nesse modo, o modelo de logística reversa. Para Policarpo e Farias (2018, p. 254) “a Logística Reversa pode ser desenvolvida através de atividades dentro da logística direta de uma empresa, ou pode, ser desenvolvida em outro ciclo produtivo, ou ainda, em outro ciclo de negócio”. Dentro da empresa implica na coleta de resíduos de materiais ou produtos que seriam descartados para fabricar novos produtos, a partir de técnicas de reciclagem e ecodesign, fatores que englobam o devido projeto a ser desenvolvido. Com isso, empresas estão mais interessadas em aplicar a estratégia de logística reversa, pois proporciona diversos benefícios no âmbito econômico, com a distribuição de novos produtos a partir de sobras de materiais, contribuindo assim, para a minimização de impactos negativos no meio ambiente (RIBEIRO *et al.*, 2018).

Sob o pressuposto de desenvolvimento de novos produtos a partir do gerenciamento de resíduos sólidos, o design tem um papel fundamental para a integração desses produtos no mercado, pois se apresenta cada vez mais inserido no contexto de gestão e desenvolvimento sustentável. Para o desenvolvimento sustentável, segundo Mendonça e Pedrosa (2018, p. 33) “a definição mais aceita diz que é o crescimento que não esgota os recursos para o futuro”. Rocha e Azevedo (2016, p. 12) validam que “é o design que vai sintetizar o tecnicamente possível com o ecologicamente viável e fazer nascer propostas sociais e culturalmente apreciáveis”. A partir dessa afirmação, pode-se entender que o design é uma parte da solução, uma peça capaz de auxiliar no desenvolvimento de alternativas e sensibilizar através de seus métodos de criação de projetos uma sociedade com atitudes mais sustentáveis.

O design está diretamente ligado a projeto, e quando essas atividades projetuais englobam conceitos e interesses ambientais, surge o termo conhecido como ecodesign ou design sustentável (RODRIGUES, 2018). Isso ratifica que diferentemente do designer convencional, que projeta tendo em vista objetivos econômicos, o ecodesigner desenvolve projetos de produtos com consciência ambiental. De acordo com Silva, Moraes e Machado (2015) o designer pode auxiliar empresas a gerar produtos por meio da ecoeficiência, contribuindo para a redução de impactos ambientais, otimização de matéria-prima, consumo exacerbado de energia, descarte irregulares de resíduos sólidos e consequentemente eficiência da produção, através de tecnologias mais limpas e gerenciamento adequado desses resíduos.

Sobre o ecoeficiência, discorre Rocha e Azevedo (2016, p. 14):

A aplicação da Ecoeficiência faz com que o processo de produção seja permanentemente monitorado, havendo a oportunidade de identificação de todas as fontes de uso de água, energia e materiais, onde poderão ocorrer desperdícios ocultos ou não e, conseqüentemente, aumento no consumo de água e energia e incremento na geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas. (ROCHA; AZEVEDO, 2016, p. 14)

No processo de desenvolvimento de um produto sustentável, cada escolha que o designer fizer pode influenciar no impacto ambiental durante todo o ciclo de vida do produto. Por conta disso, deve se atentar cuidadosamente à escolha de materiais, processos de fabricação, processo de embalagem até produto final, transporte, uso e descarte final. Ou seja, o fator sustentabilidade é relativo às estratégias viáveis no campo econômico, que possibilitem o designer administrar da melhor maneira possível seus recursos disponíveis (ABLAS et al., 2015). De acordo com Manzini e Vezzolini (2011), para que os produtos apresentados por designers estejam de acordo com princípios sustentáveis, quatro requisitos devem estar inseridos no projeto, são: basear-se fundamentalmente em recursos renováveis; otimizar o uso de recursos não renováveis; evitar o acúmulo de resíduos sem condições de reuso; permitir com que cada indivíduo e comunidade da sociedade “rica” goze de seu espaço ambiental sem comprometer e invadir o espaço dos indivíduos e comunidades mais pobres. Portanto, se os conceitos de sustentabilidade forem introduzidos no início do estágio de desenvolvimento do produto, viabiliza-se a oportunidade de explorar o conjunto de valores ecológicos nesses produtos e demais serviços, contribuindo para a minimização dos impactos negativos no meio ambiente.

É importante ressaltar que, quando o designer trabalha com sustentabilidade não é só um produto que passa por adaptação, mas toda uma sociedade que é influenciada a mudar seus padrões que atingem negativamente o meio ambiente para agir e se respaldar em atitudes ecologicamente conscientes.

É responsabilidade do design gerar conscientização nas empresas que atuam, para que possam ter conhecimento e informações a respeito da educação e gestão ambiental repassando-a para a comunidade. Uma empresa que apresenta um aumento crescente de resíduos de madeira OSB e madeira de reflorestamento de *Pinus*, devem repensar no modo de descarte, de forma que não acentue os impactos negativos no meio ambiente, mas que contribua ecologicamente e socialmente.

O OSB é um painel produzido a partir de partículas de madeira finas e longas denominadas “*strands*”, unidas umas com as outras pela ação da resina, pressão e altas temperaturas e orientadas em geralmente três camadas, sendo a camada interna posicionada perpendicularmente à externa (GORSKI et al., 2015). É comumente utilizado em como componente de edificações na construção civil, pois suas propriedades físicas e mecânicas contribuem para fins estruturais; pisos; armações para móveis; estandes de exposições; embalagens, entre outros.

No Brasil, a produção atual de OSB utiliza predominantemente a madeira *Pinus*. No entanto, devido à crescente demanda mundial dessa madeira e sendo matéria-prima de diversos outros produtos, foi necessária a busca por novas espécies com potencial de utilização no

processo, com o intuito de suprir as necessidades das indústrias e painéis e demais mobiliários (GORSKI et al., 2015). Concluiu-se que os painéis de OSB podem ser produzidos por diversas outras espécies ou misturas dessas diferentes espécies.

As espécies de madeira do gênero *Pinus*, são dos tipos exóticas e vêm sendo plantadas em escala comercial no Brasil desde as décadas de 1970 e 1980. Todas as espécies, de cores branco-amarelado, são dos tipos resinosas, variando apenas as proporções. Com produção atuante em todo o território nacional, as espécies de madeira pinus, segundo Godinho et al. (2019), possuem características que as fazem crescer e produzir madeira nos mais diversos tipos de ambientes, o que as tornam economicamente viável em relação a outros tipos de espécies, além de ampla possibilidade de uso em produtos de diferentes setores.

Grande parte das florestas de pinus são plantadas em áreas que anteriormente tinham sido degradadas pela agricultura, contribuindo para a restauração e enriquecimento do solo a longo prazo, que passará a reter mais água e evitará a erosão.

Lima (2016) aponta que o processo industrial do *pinus* apresenta mais vantagens que o de espécies nativas, pois possui maior poder de manipulação de trabalho, no qual permite equipamentos de produção mais rápidos e leves, alta porosidade permitindo um trabalho mais categórico e rapidez na secagem possibilitando o tratamento de 100% do material. São geralmente utilizados na área da construção civil, na produção de ripas, lambris, guarnições, formas para concreto e andaimes. Está presente em outras áreas, na produção de cabos de vassouras, palitos, artigos de esporte e brinquedos, chapas de compensado, embalagens e carretéis (IPT, 2016).

A partir da década de 1980, a indústria de mobiliário percebeu uma nova oportunidade de matéria-prima: a madeira de reflorestamento *Pinus*. Com o passar dos anos foi adquirindo conhecimento e desenvolvendo tecnologias de produção e beneficiamento desta madeira, fazendo que o mobiliário seja desenvolvido e ofertado com alta qualidade atualmente, sendo destinados em grande parte à exportação (KEIL, 2012).

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada pelo designer e consultor alemão Bernhard Burdek. Segundo ele, as metodologias de design surgiram para solucionar problemas que até então eram tratados de forma leviana (BURDEK, 2010), por conta disso ratifica que o processo projetual pode dividir-se nas seguintes etapas: compreensão e definição do problema; coleta de informações; análise de informações encontradas; desenvolvimentos de alternativas; avaliação de alternativas e teste e experimentação.

A primeira etapa do projeto iniciou a partir do momento em que se tomou conhecimento da problemática dos resíduos sólidos gerados pelo Hospital São Domingos, o objetivo era definir um destino melhor para eles, tendo em vista o contexto sustentável. A partir da definição do problema, foi feito um estudo bibliográfico composto pela seleção, síntese e análise de toda informação pertinente sobre contexto abordado, onde foram selecionados artigos, livros e legislações ambientais. Com base nessas análises, foi iniciada a busca por alternativas capazes de solucionar o problema existente. Em seguida, foram selecionadas as alternativas mais apropriadas, determinadas por critérios baseados em características que englobam o contexto sustentável, a ergonomia e necessidades específicas do público. A última fase do projeto foi

detalhar às alternativas selecionadas, definindo os materiais, formas, tamanhos e tecnologias para melhor atingir os objetivos.

A Empresa Laje Design que é parceira do Projeto FIBO Inovação Tecnológica foi o local do processo de produção deste projeto, o material era separado para que fossem feitos os cortes de acordo com as dimensões definidas. Para o processo, foi utilizada uma máquina de serra circular de bancada e outras ferramentas de apoio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Hospital São Domingos é um hospital de alta complexidade da rede de saúde privada, referência no Norte-Nordeste, que além de promover cuidados às pessoas com eficiência e foco na qualidade dos serviços, busca continuamente melhores práticas para atingir novos patamares de desempenhos frente às políticas de gestão ambiental. A empresa adota um plano de resíduos sólidos, que conforme a legislação são coletados e destinados ao aterro sanitário da cidade de São Luís, no Maranhão. Entretanto, diante do constante crescimento de resíduos sólidos em bom estado de OSB e madeira de reflorestamento de *Pinus*, provenientes de caixas de transportes de equipamentos hospitalares, a empresa resolveu aplicar o gerenciamento desses resíduos de acordo com gestão de design sustentável, propondo a fabricação de mobiliários (armários e mesas) em parceria com o Projeto FIBO Inovação Tecnológica para um projeto social na Escola Comunitária Gabriel Ramos Cantinho do Céu, que a própria empresa presta assistência.

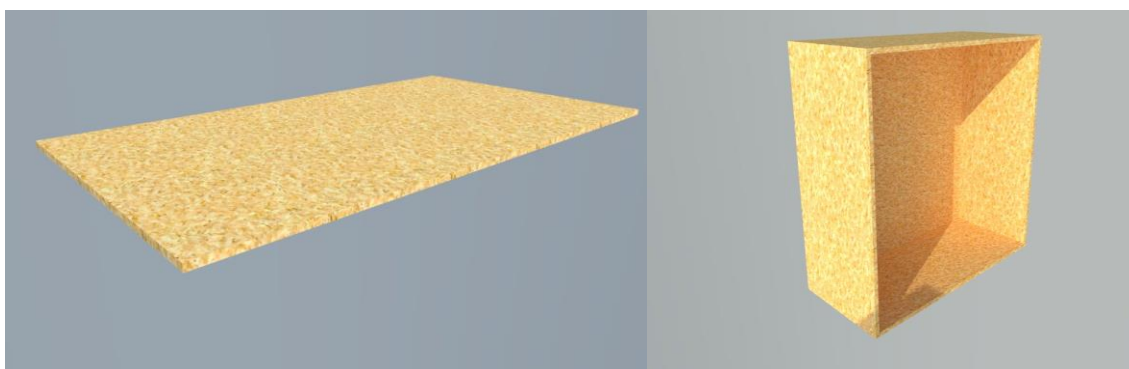
Os resíduos sólidos de madeira de reflorestamento de *Pinus* foram utilizados para a pesquisa como componentes do projeto de desenvolvimento dos mobiliários. No Brasil, é considerada uma espécie exótica e plantada para fins comerciais, assim como o eucalipto e teca. O plantio dessa espécie contribui fortemente para a indústria de reflorestamento, que é, atualmente, referência mundial por ações que têm foco nas reduções dos impactos ambientais e, conseqüentemente, no desenvolvimento econômico e social da sociedade (IBÁ, 2015). Segundo Lima (2016), o reflorestamento veio para reduzir a pressão sobre as matas nativas, proporcionando alternativas que possuem um rápido crescimento, alta produtividade, grande capacidade de adaptação ao local e ciclo de vida completo, de plantio, manutenção e colheita. Desempenha também papéis importantes no contexto ecológico, pois protege a biodiversidade evitando o desmatamento de espécies nativas, preserva a qualidade do solo e as nascentes dos rios, restituem áreas degradadas, são exemplos em energias renováveis, além de contribuírem para redução dos gases causadores do efeito estufa na atmosfera (IBÁ, 2015).

Os resíduos sólidos de OSB e madeira de reflorestamento de *Pinus*, utilizados para esta pesquisa, foram coletados e selecionados de acordo com a sua espessura, estrutura e qualidade. Segundo Ferro et al. (2015), entre as mais importantes variáveis da produção de painéis OSB e as que mais influenciam suas propriedades e qualidades, a espécie de madeira merece destaque, devido a sua densidade, composição e processo, pois tais características determinam a massa específica do painel e o tipo de partícula que pode ser produzida. Com isso, o total de material escolhido foi destinado para o desenvolvimento de um armário e uma mesa para fins de experimentação. E devido ao material ser proveniente de caixas de transportes, se fez necessária uma manutenção quanto à retirada de pregos e parafusos existentes nas peças.

Tomando como base o referencial teórico desta pesquisa, desenvolveram-se os mobiliários de maneira que melhor reaproveitassem os resíduos que foram disponibilizados. Levando em consideração o público que utilizaria os produtos, as dimensões foram pré-estabelecidas pela empresa, nos quais foram repassadas para o desenvolvimento do projeto.

Dos resíduos selecionados no levantamento, pôde-se observar grande volume de chapas de OSB com espessura de 1 cm. Nas quais foram utilizadas para produção dos tampos das mesas (Figura 1), com dimensões de 0,75 m de largura e 1,40 m de comprimento. Além do corpo do armário, com dimensões de 0,41 m de largura e 0,82 m de comprimento de laterais; 0,395 m de largura e 0,87 m de comprimento para área superior e inferior; 0,83 m de largura e 0,87 m de comprimento de fundo, totalizando um móvel de 0,90 x 0,41 x 0,86 m.

Figura 1. Chapas de OSB como componentes dos mobiliários



Fonte: Próprio Autor (2019).

A partir da destinação dos resíduos de OSB, os resíduos de madeira de reflorestamento *Pinus*, que de acordo com o levantamento possuem 4 cm de espessura, foram selecionados para a produção dos demais componentes dos mobiliários. Para a mesa, foram utilizadas peças para armadura, componente que serve de suporte e estabilidade para o tampo, e para os pés. A armadura para a mesa possui dimensões de 1,40 x 0,075 x 0,75 m, e os pés com 0,455 m de altura. Essas medidas das peças para a mesa formam um mobiliário com dimensões de 1,40 x 0,53 x 0,75 m, no qual segue a NBR 14006 visando a melhoria da qualidade ergonômica dos móveis escolares (ABNT, 2008), que no projeto, em específico, está direcionado ao público infantil com idade média de 6 anos. Para o armário, foram utilizadas peças para a armadura, com dimensões de 0,87 x 0,39 x 0,83.

Para a montagem destes mobiliários, as peças deverão ser fixadas com parafusos de diferentes numerações, de acordo com cada área em específico. Tendo em vista o estado físico de algumas peças de madeira pinus, se fez necessário o uso de colagem a base de cola para madeira Titebond III, na qual proporciona resultados satisfatórios para o reaproveitamento desta e demais espécies de madeira. As (Figuras 2 e 3) apresentam os mobiliários completos, projetados de acordo com as necessidades dos consumidores, definidas pelo Hospital São Domingos.

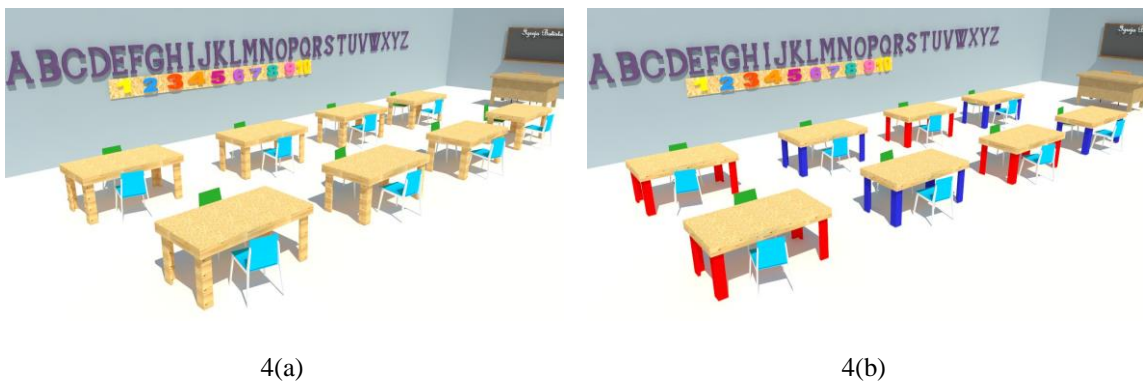
Figura 2. Mesa montada



Fonte: Próprio Autor (2019).

Tendo em vista a conclusão da construção dos mobiliários, foi desenvolvido um projeto para ilustrar sua aplicação de acordo com o projeto de ambientação de uma escola comunitária (Figura 4).

Figura 4. Ambientação com o mobiliário completo na sala de aula da escola comunitária



4(a)

4(b)



4(c)



4(d)

Fonte: Próprio Autor (2019).

Estas aplicações e desenvolvimento dos mobiliários foram elaboradas tomando como base todo o referencial teórico e metodologia desta pesquisa, sobre o desenvolvimento de produtos aliados às técnicas de design sustentável. O uso de cores foi trabalhado de forma que possibilitasse o desenvolvimento cognitivo da criança, além de proporcionar uma ambientação mais lúdica, ideal para público em questão, que é o infantil.

5. CONCLUSÕES

Esta pesquisa apresentou métodos para proporcionar a reutilização de resíduos de OSB e madeira de reflorestamento de *Pinus*, provenientes de caixas de transportes de equipamentos hospitalares, que seriam enviados para os aterros sanitários apenas para o controle dos danos ao meio ambiente e problemas de saúde pública, através do gerenciamento adequado de resíduos sólidos proposto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) aliada à gestão de design sustentável, esses materiais viraram matéria-prima para geração de novos produtos e usos agregando valor econômico e social para esses resíduos. Pois foram desenvolvidos novos produtos, uma mesa e um armário, com o objetivo de reduzir a incidência de descarte desses resíduos pelo Hospital São Domingos, destinando-os à Escola Comunitária Gabriel Ramos Cantinho do Céu.

A relevância deste projeto dá-se pelo fato das placas de OSB e a madeira de reflorestamento *Pinus* serem materiais amplamente utilizados na indústria, conseqüentemente o volume de descarte é relativamente grande, ocorrendo na maioria das vezes de forma inadequado, foi mostrado que esses materiais podem gerar outros móveis agregando valor a esses resíduos.

Diante da execução dos produtos para validação do projeto feita pelo Projeto FIBO Inovação Tecnológica, concluiu-se que o desenvolvimento destes mobiliários permite fácil execução e montagem, é de fácil transporte devido ao seu peso e tamanho, além de atender as necessidades dos usuários, sejam as crianças ou funcionários da escola comunitária contemplada no projeto.

REFERÊNCIAS

- ABLAS, C. R. et al. **Lei 13.019 e a Gestão Sustentável**. Revista Caleidoscópio – Anais do VII Seminário Multidisciplinar ENIAC, v. 1, n. 7, p. 197-209, 2015.
- ALVES, L. G.; VIEGAS, J. F. **Análise das práticas de turismo sustentável pelos hotéis no norte da ilha de Santa Catarina**. Revista Borges, Florianópolis, v. 8, n. 2, p. 81-96, dez. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001: Sistemas de Gestão Ambiental: Requisitos com orientações para uso**. São Paulo, 2 ed., p. 2, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14006: Móveis escolares: cadeiras e mesas para conjunto aluno individual**. São Paulo, 2 ed., p. 7, 2008.
- BARBIERI, J. Carlos. **Gestão Ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 4ª ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Institui a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, DF, 1981. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm>. Acesso em: Abr. 2019.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/lei12305.html>. Acesso em: Abr. 2019.
- BURDEK, B. E. **Introdução à Metodologia do Design. In: História, teoria e prática do design de produtos**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2010.
- BURSZTYN; BURSZTYN. **Fundamentos de Política e Gestão Ambiental: Caminhos para a sustentabilidade**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2013.
- CARPES-JR, W. P. **Introdução ao Projeto de Produtos**. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- CAVALCANTI, A. et al. **Design para a Sustentabilidade: um conceito Interdisciplinar em construção**. Revista Científica de Design Projetica, Londrina, v. 3, n. 1, p. 252-262, jun. 2012.
- FERRO, F. S. et al. **Produção de painéis de partículas orientadas (OSB) com Schizolobium amazonicum e resina poliuretana à base de óleo de mamona**. Revista Scientia Forestalis, v. 43, p. 313-320, jun. 2015.
- GARCIA, M. B. dos Santos et al. Resíduos Sólidos: Responsabilidade compartilhada. **Revista científica Semioses**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 77-91, jul./dez. 2015.
- GODINHO, T. O. et al. **Pró-resina: Programa de Expansão do Plantio de Pinus Para Produção de Goma-Resina e Madeira no Espírito Santo**. In book: 29 SEMANA AGRONÔMICA DO CCAE-UFES: Plantando hoje as riquezas do futuro, Cp. 2, p.20 – 41, 2019.
- GORSKI, L. et al. Utilização da madeira de *Eucalyptus benthamii* na produção de painéis de partículas orientadas (OSB). **Revista Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 865-874, out./dez. 2015.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Revista Ciência e saúde coletiva**, Rio de Janeiro, vol. 17, n. 6, p. 1503-1510, 2012.

GRISA, D. C.; CAPANEMA, L. **Resíduos sólidos: Municipal solid waste**. In: PUGA, Fernando Pimentel; CASTRO, Lavínia Barros de (Org.). *Visão 2035: Brasil, país desenvolvido: agendas setoriais para alcance da meta*. 1. ed. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, p. 415-438, 2018.

IBÁ. **Indústria Brasileira de Árvores**. Relatório IBÁ 2015. São Paulo, 2015.

IPT. **Instituto de Pesquisas Tecnológicas**. Relatório Anual 2016. São Paulo, 2016.

KEIL, M. **Avaliação do ciclo de vida (ACV) do mobiliário de madeira e derivados de madeira produzido na região do planalto norte catarinense**. 2012. 132 f. Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Paraná para obtenção do título de mestre em Design, na área de concentração Design Gráfico e de Produto.

LIMA, R. **Comparação de métodos de colagem para madeira de *Pinus sp.*** 2016. 42 f. Monografia apresentada à Universidade Tecnológica Federal do Paraná para conclusão do curso Superior de Engenharia Florestal.

MANZINI, E.; VEZZOLINI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: Os Requisitos Ambientais dos Produtos Industriais**. 3ª ed. São Paulo: EDUSP, 2011.

MENDONCA, R. C. A.; PEDROSA, I. V. **Compras públicas sustentáveis: Ferramentas de incentivo para políticas públicas de sustentabilidade**. In: Rodrigo Cândido Passos da Silva; João Paulo de Oliveira Santos; Daniel Pernambucano de Mello; Soraya Giovanetti El-Deir. (Org.). *Resíduos Sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular*. 1 ed. Recife: EDUFRPE, v. 1, p. 31-44, 2018.

NASCIMENTO, V. F. et al. **Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil**. *Revista Ambiente e Água*, São Paulo, v. 10, n. 4, p.889-902, ago. 2015.

PAZ, F. J.; KIPPER, L. M. **Sustentabilidade nas organizações: vantagens e desafios**. *Revista Gepros – Gestão da produção, operações e sistemas*; São Paulo, v. 11, n. 2, p. 85-102, abr./jun. 2016.

PLATCHECK, E. R. **Metodologia de Ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. 2003. 110 f. Monografia apresentada ao curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Porto Alegre, como requisito para obtenção do título de Mestra em Engenharia modalidade profissionalizante – Ênfase em Engenharia Ambiental e Tecnologias limpas.

POLICARPO, M.C.; FARIAS, A. S. D. de. **Gerenciamento logístico em uma empresa fornecedora de resíduos sólidos para processos de reciclagem**. In: Daniel Pernambucano de Mello; Soraya Giovanetti; El-Deir; Rodrigo Cândido Passos da Silva; João Paulo de Oliveira Santos. (Org.). *Resíduos Sólidos: gestão pública e privada*. 1. ed. Recife: EDUFRPE, v. 1, p. 253-266, 2018.

RIBEIRO, A. R. B. et al. **Análise dos benefícios de uma gestão sustentável gerados com a utilização da Logística Reversa**. In: Rodrigo Cândido Passos da Silva; João Paulo de Oliveira Santos; Daniel Pernambucano de Mello; Soraya Giovanetti El-Deir. (Org.). *Resíduos Sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular*. 1 ed. Recife: EDUFRPE, v. 1, p. 18-30, 2018.

ROCHA, L.; AZEVEDO, P. S. **Ecoeficiência e Gestão do Design: Conceitos para Proposta de Programa de Gestão Ambiental para a Universidade Federal do Maranhão – UFMA**. *Revista Design e Tecnologia*, v. 6, n. 11, p. 11-21, 1 ago. 2016.

RODRIGUES, T. F. **Design Sustentável: Preocupação com o futuro ou consequência de projeto?** 2018. 69 f. Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense para conclusão do curso Superior de Tecnologia em Design Gráfico.

SILVA, L. E. S.; MORAES, J. A. R.; MACHADO, E. L. **Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e Logística Reversa.** Eng. Sanit. Ambiental, v. 20, n. 1, p. 29-37. 2015.

THODE-FILHO, S. et al. **A Logística Reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: desafios para a realidade brasileira.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação, e Tecnologia Ambiental; Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 529-538, set./dez. 2015.

5.3. DESAFIOS DO PROGRAMA DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO

LORDELO, Carolina Leticia

Grupo de Pesquisa ECOIN /IFBA, Campus Salvador
carolinalordelo@gmail.com

SANTOS, Iara T. Q. P.

Grupo de Pesquisa ECOIN /IFBA, Campus Salvador (ECOIN/IFBA)
iaara@ifba.edu.br; iaraterzinha57@gmail.com

RESUMO

Apesar da revolução tecnológica dos últimos anos, existe uma dificuldade na compreensão de que o volume de resíduos eletroeletrônicos tende a aumentar em consequência do processo de obsolescência. É necessário diagnosticar e quantificar esses resíduos inservíveis gerados, uma vez que eles apresentam, em sua composição, metais pesados que causam impactos ao meio ambiente quando destinados de forma inadequada. O Programa de Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos tem como objetivo atender às legislações referentes ao descarte de resíduos. O método utilizado foi a pesquisa qualitativa, onde aplicaram-se formulários em diversos departamentos da instituição de ensino, relacionando a quantidade de equipamentos e a forma de destinação dada pelo setor, com respeito à gestão dos resíduos eletroeletrônicos. Os setores da instituição de ensino não possuem qualquer registro da quantidade de equipamentos enviados para o descarte e ainda não se sentem responsáveis pela destinação adequada desses equipamentos. É necessária a avaliação sistemática dos bens que se tornam inservíveis e podem ser reaproveitados por cooperativas, evitando os impactos desses equipamentos, que podem contaminar o meio ambiente e contribuir para o reaproveitamento desses metais presentes nos componentes eletrônicos, plásticos favorecendo a desmaterialização com o aproveitamento desses metais nobres presentes.

PALAVRAS-CHAVE: Programa de Gestão Integrada, Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, Instituição de Ensino.

1. INTRODUÇÃO

Equipamentos Eletroeletrônicos são os que dependem de corrente elétrica ou campo eletromagnético para funcionar, bem como os que geram, transferem ou medem correntes e campos magnéticos. Os Resíduos Eletroeletrônicos (REE), conforme Conto (2010), são produtos, partes ou componentes dos Equipamentos no estágio do pós-consumo. O lixo eletrônico, ou Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), é um termo usado para descrever aparelhos eletroeletrônicos irrecuperáveis e inservíveis, que necessitam de descarte apropriado. São considerados REEE: computadores, mouses, teclados, geladeiras, celulares, placas de circuito impresso e micro-ondas, dentre outros.

A gestão de REEE não costuma ter um lugar central ou atuação prioritária no gerenciamento de materiais, apesar de sua relevância em aspectos de saúde pública, no que tange à exposição de pessoas e do meio ambiente a componentes possuindo elementos tóxicos como chumbo, cobalto, bário e manganês. Além disso, a má alocação dos resíduos pode gerar focos de concentração para animais como mosquitos e escorpiões. Uma boa estrutura para a gestão de REEE possibilita a minimização do risco e a redução de problemas relacionados à destinação do patrimônio público. Apesar da revolução tecnológica dos últimos anos, existe uma dificuldade na compreensão que o volume de resíduos eletroeletrônicos tende a aumentar como consequência do processo de obsolescência. Existem legislações internacionais que citam o gerenciamento adequado deste tipo de resíduo, a citar a Convenção da Brasileira de 1989, que o Brasil aprovou conforme Decreto Legislativo nº 34, de 16 de junho de 1992. Conforme Carvalho (2014), a Convenção objetivou, de maneira geral, estabelecer um regime jurídico internacional a fim de controlar o transporte de resíduos perigosos, proteger a saúde humana e reduzir os impactos ambientais.

O Programa de Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos (PGREEE), no Instituto Federal da Bahia, surge em resposta a uma demanda da instituição de ensino, com o objetivo de atender às legislações locais e federais a respeito do descarte adequado de resíduos eletroeletrônicos. Assim, o programa tem como objetivo definir o procedimento institucional a ser adotado garantindo a destinação e atitudes necessárias para assegurar o descarte adequado dos equipamentos eletroeletrônicos que deixaram de ter valor ou utilização dentro da instituição de ensino ou para a comunidade local, de acordo com as Leis Estaduais e Federais, e direcionando para os pontos de coleta definidos pelo programa. Este trabalho tem, ainda, como objetivo, dar continuidade aos avanços obtidos com a criação das Comissões de Baixa do Patrimônio (CBP) e de Coleta Seletiva Solidária (CCSS) para atuarem no projeto intitulado “Programa de Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos”, o qual evidenciou que não há um procedimento na instituição para desfazimento dos bens e descarte adequado do REEE gerados e que as informações advindas da Divisão de Patrimônio (DIVIPAT) e da Coordenação de Informática-GGTI, eram discordantes.

O Programa almeja também o atendimento aos princípios, objetivos, diretrizes da política estadual de resíduos sólidos, e da cooperação interinstitucional entre o setor público e o setor empresarial, as cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis e os demais segmentos da sociedade civil, além do acompanhamento das comissões criadas. Neste contexto ocorre a gestão integrada dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos com a participação dos docentes, discentes pertencentes à comunidade científica, atuando nessas

comissões, e cooperativas de catadores de materiais, dando um aproveitamento mais nobre desses resíduos eletroeletrônicos e uma destinação correta de acordo com a política de gestão de resíduos sólidos.

A escassez de matérias-primas estimula a inovação no reaproveitamento desses metais nobres presentes nos REEE favorecendo e contribuindo para a desmaterialização.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A linha de pesquisa voltada à Gestão de Resíduos no Instituto Federal da Bahia (IFBA) campus Salvador desenvolvida pelo grupo de pesquisa do ECOIN - Ecologia Industrial tem se preocupado com vários tipos de resíduos gerados na instituição de ensino, tais como resíduos laboratoriais provenientes das práticas desenvolvidas na disciplina de laboratório de Engenharia Química (SANTOS; CARVALHO, 2015; SANTOS; CHAVES, 2011) e resíduos de gráfica do IFBA proveniente da atividade desenvolvida de impressão e corte de papel no setor gráfico (SANTOS; CARVALHO, 2016). Também se observa essa preocupação em outras instituições, como na Universidade Federal Rural de Pernambuco (OLIVEIRA, 2011). No caso particular de REEE, é uma tendência nessas Instituições de Ensino, implementar dispositivos de gestão de resíduos sólidos de uma forma geral, buscando atender as demandas da Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Como exemplo, pode-se citar o Instituto de Química da Universidade de São Paulo (DI VITTA et al., 2002); Instituto de Química da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (BARBOSA et al., 2003); Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (TAVARES, 2004); UFBA (SANTOS; CHAVES, 2011), entre outras.

Para Santos e Moreira (2018b), algumas pesquisas desenvolvidas no IFBA focam a desmaterialização dos resíduos eletroeletrônicos tais como as telas LCD. O metal nobre presente na forma de óxido também chamado de ITO - óxido de índio e óxido de estanho nas telas LCD precisa passar por tratamento com solventes polares e apolares e posterior lixiviação ácida para a extração do metal nobre presente nas telas dos equipamentos eletroeletrônicos. Em outro estudo realizado por Santos et al. (2018b), em que foi efetuada a desmaterialização de telas LCD e a extração do filme polimérico das teclas, a qual foi moída, caracterizada, e se obteve o pó, o qual, em análise de granulometria e testes de lixiviação com água régia, mistura de ácido nítrico e clorídrico, se avaliou a influência do tamanho das partículas e do tempo de lixiviação. Essas soluções filtradas e analisadas confirmaram e quantificaram o índio e estanho presente nessas soluções. Este trabalho mostrou que a lixiviação ácida é uma técnica efetiva para extração e recuperação dos metais preciosos, sendo necessário ampliar o estudo para otimizar o processo de purificação da solução obtida.

Na pesquisa realizada por Santos et al. (2018a) visando o reaproveitamento dos filmes poliméricos presentes nas telas LCD foram coletados monitores de computadores para a desmaterialização e a separação dos componentes envolvidos. Para a utilização é necessária a caracterização dos polímeros presentes na peça. Os monitores desmaterializados e o vidro contendo as películas poliméricas, recuperado através do uso de solventes, demonstrou as diferentes formas de atuação, viabilizando a separação por esse método. A caracterização química mostrou a presença de triacetato de celulose (TAC) e álcool polivinílico (PVA) nos filmes coletados. Pela técnica de FTIR e com a avaliação da microestrutura dos filmes pela técnica de MEV, foi possível observar a separação completa dos constituintes poliméricos dos

filmes. Ainda que os solventes apresentem um custo inicial mais alto e demandem cuidados elevados no manuseio e estocagem, processos de recuperação e a grande quantidade de telas são fatores que viabilizam o processo de recuperação das películas poliméricas.

De Couto (2010), em gestão de resíduos em universidades, relata nove universidades brasileiras, onde se reuniram profissionais de diferentes áreas do conhecimento, tendo como finalidade apresentar o que essas instituições de ensino estão fazendo em relação aos resíduos que geram e oferecem à sociedade, principalmente às Instituições de Ensino, referências importantes para a implantação de seus sistemas de gerenciamento de resíduos e/ou otimizar os já existentes. Também tem por finalidade, compartilhar experiências neste tema tão importante e que, por muito tempo, não foi considerado pelas instituições formadoras de profissionais. As contribuições apresentadas indicam que há várias possibilidades de solução a construir, a testar, a avaliar e a aperfeiçoar, no sentido de contribuir nas relações entre gestão de resíduos e gestão acadêmica.

Uma dessas contribuições nas relações entre gestão de resíduos e gestão acadêmica se deve ao rápido desenvolvimento tecnológico e a disseminação dos equipamentos eletroeletrônicos no dia a dia das Instituições de Ensino, acompanhado de sua rápida obsolescência, tornando-se inservíveis, é necessário diagnosticar e quantificar esses Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – REEE gerados. Estes resíduos apresentam em sua composição metais pesados, que causam impactos ao meio ambiente, quando destinados inadequadamente. Buscando mitigar impactos e usando a ferramenta de qualidade 5W1H, foi possível propor a Gestão de Resíduos na IES, com a finalidade de atender tanto a legislação referente à baixa patrimonial, quanto ao diagnóstico desses resíduos produzidos. A pesquisa elaborada por Santos et al. (2018c), mostrou que a ferramenta 5W1H proposta define os atores e suas responsabilidades no Plano de Gestão de Resíduos. A escolha da empresa recicladora, comprometida com a destinação correta e a incorporação da comissão de baixa, exigida pela legislação, consolida o plano de Gestão de Resíduos eletroeletrônicos.

De acordo com Vitor Albuquerque (2013) percebe-se um movimento de identificação de todo o potencial do mercado de reciclagem de REEE no Brasil e no Rio de Janeiro. No entanto, é necessário que os empresários brasileiros se articulem rapidamente e busquem parcerias com o poder público a fim de se desenvolverem para não serem ultrapassados por empresas internacionais. Ao poder público, cabe a missão de continuar a incorporar os conceitos de gestão de REEE e aprimorar a legislação e fiscalização com o intuito de abarcar todas as realidades que existem no país e todas as dificuldades, como as elevadas taxas, impostos e burocracias, além de ter que realizar o grande esforço de trazer para a formalidade toda uma rede de pessoas que hoje trabalha na porção não iluminada da sociedade. Além disso, em sua pesquisa, concluiu que grande parte dos resíduos eletroeletrônicos no município do Rio de Janeiro não recebe destinação final ambientalmente adequada. Isso se deve pela constatação que a maior parte dos REEE acaba nos aterros sanitários.

De acordo com Bartholomeu e Caixeta-Filho (2017), apesar da elevada renda da população japonesa, a geração de rejeitos é relativamente baixa. O país possui um forte programa de coleta seletiva, com elevada participação da sociedade na triagem prévia. Os custos para dispor o resíduo são extremamente elevados e proporcionais à quantidade gerada. Assim, o preço do saco de lixo, que já contabiliza o custo com a coleta, aumenta conforme sua capacidade volumétrica e viabiliza os elevados índices de reciclagem observados no país.

Consequentemente, o Japão possui amplo programa de logística reversa, especialmente no que diz respeito aos resíduos de embalagem e plásticos. Além disso, o Japão caracteriza-se por produzir – e consumir – tecnologias de última geração, o que acaba representando um sério problema para a destinação do lixo eletrônico. Por outro lado, o país é pobre em recursos naturais, tais como terra (o que limita a disponibilidade de locais para disposição de resíduos) e metais, (utilizados para a produção dos eletrônicos).

Grande parte do ouro e do cobre utilizados na fabricação de produtos eletrônicos é importada, o que representa um ônus ao sistema produtivo e econômico. Diante dessas limitações, o Japão encontrou uma saída para diminuir a necessidade de importação de metais e, simultaneamente, dar uma destinação correta aos eletrônicos: a reciclagem desses produtos. No caso dos telefones celulares, as pessoas levam os aparelhos até as lojas das operadoras, onde são perfurados para inutilizar a memória e impedir o acesso aos dados do usuário. Nessa devolução, não há nenhuma recompensa ou incentivo financeiro ao usuário. Das lojas, os telefones são levados para empresas do ramo de mineração localizadas na região oeste do Japão. Os milhares de celulares são destinados às empresas de reciclagem de eletrônicos com uma frequência média de duas vezes por semana. Todos os componentes são reaproveitados: baterias, carregadores, CDs de instalação de programas e, inclusive, o papelão das caixas utilizadas no transporte. Na reciclagem, os celulares são colocados num recipiente, onde são aquecidos a uma temperatura de 500°C, durante 12h. O resíduo negro gerado é usado para ser feita a separação dos componentes. O plástico é transformado em óleo combustível, usado no funcionamento das máquinas da fábrica. As lojas de Tóquio utilizam parte dos metais retirados da reciclagem para confeccionar joias, barras de ouro e enfeites. As empresas de produtos eletrônicos também são clientes importantes, pois utilizam parte dos metais reciclados para produção de aparelhos novos.

Este programa de gestão de REEE é inovador em instituições de ensino, e praticamente não temos relatos na literatura de outros programas que efetivamente estejam gerindo os resíduos eletroeletrônicos. Até mesmo dentro da comunidade do Instituto onde temos profissionais conscientes desta necessidade, que atualmente nos procuram para depositar seus equipamentos inservíveis na Instituição de ensino. Todos citam o alívio em encontrar um local adequado, garantindo que será reaproveitado evitando o impacto ambiental.

Para Mendonça (2017, p. 31), “o objetivo de um país é o crescimento econômico sustentável e as compras públicas podem ser uma ferramenta de incentivo à prática sustentável”. A preocupação do governo federal tem contribuído com o desenvolvimento sustentável através de políticas públicas voltadas às Compras Públicas Sustentáveis (CPS) que contribuíram bastante para evitar o descarte de grande quantidade de REEE, principalmente devido a sua rápida obsolescência e após a construção de um arcabouço jurídico mais propício ao consumo sustentável e que muitas destas leis e decretos podem servir como ferramentas para efetivação de programas contemplados a partir do PPA Plano plurianual do Governo Federal.

Todas essas medidas descritas acima como a gestão de resíduos e compras públicas sustentáveis (CPS) são medidas para melhor gerir os resíduos produzidos. A produção mais limpa (P+L) se preocupa com a redução e eliminação dos resíduos gerados em processos produtivos.

Para Yamashita e Tiemi (2015), novos conceitos estão surgindo e a ideia de desmaterialização é uma nova maneira de atingir o desenvolvimento sustentável, sendo que isto pode ser alcançado de três maneiras: 1º – reduzir o tamanho dos produtos - desta forma reduzimos a quantidade de material retirado da natureza, um exemplo é a redução das máquinas fotográficas, computadores etc. 2º – multi-função - exemplos de produtos que são multifuncionais de lavadora que também seca, copiadores que fazem os escaneamentos e os celulares que fazem muito mais que ligações. 3º produto por serviço - de repente você não precisa ter uma furadeira que só vai usar duas vezes ao ano, você pode alugar e pagar somente pelo uso dela. O conceito atual é não reciclar, e sim consumir menos, e gerar menos resíduos. Na realidade a ideia de desmaterialização é a prática da sustentabilidade no nosso dia a dia, por isso, uma de suas frases é: Não recicle, consuma menos.

De acordo com Xavier e Correa, (2013), outro conceito importante está relacionado à ACV-avaliação de ciclo de vida, é o design ou projeto do produto para o meio ambiente, do inglês *Design for the environment* (DfE). Essa ferramenta está diretamente relacionada com o Ciclo de vida do produto. Segundo o DfE, o projeto de um produto ou processo deve considerar aspectos de sustentabilidade que possibilitem a ecoeficiência do projeto como um todo. No nosso caso, DfD-Desmontagem, deve se minimizar no projeto a complexidade da estrutura reduzindo o número de componentes; utilizar o maior número possível de materiais em comum, buscar os tipos mais adequados de união das peças considerando a etapa de desmontagem. Este conceito favorece a atuação das cooperativas, que fazem o trabalho de desmontagem dos equipamentos eletroeletrônicos.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste programa consiste no levantamento das atividades necessárias para que as etapas operacionais ocorram com a interação dos diferentes departamentos acadêmicos e administrativos (setores) envolvidos, ou seja, de forma integrada, para que a Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos aconteça. Trata-se de uma revisão bibliográfica, de abordagem qualitativa, uma vez que retrata o ambiente natural como fonte direta de dados, de acordo com Godoy (1995). Durante o desenvolvimento da revisão bibliográfica, utilizaram-se trabalhos homólogos, formulários, relatórios e periódicos, dentre outros materiais de atividades científicas, com o propósito de obter-se um melhor embasamento cognitivo necessário ao desenvolvimento das demais etapas. Entre os principais parâmetros para o levantamento bibliográfico, destacam-se o acervo de livros, artigos, monografias, dissertações e obras online obtidas na Scientific Electronic Library Online (SCIELO) utilizando-se as seguintes palavras: programa de gestão integrada, resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e instituições de ensino.

O sujeito deste estudo foi o IFBA, campus Salvador e as unidades analisadas foram aquelas que envolvem os equipamentos inservíveis, ou seja, as coordenações dos cursos de química, mecânica, eletrônica, o setor de manutenção da Coordenação de Informática (COINF) e a Diretoria Acadêmica de Computação (DACOMP). A escolha pelos referidos setores deve-se ao fato de que eles desempenham um papel de vital importância junto aos processos de extinção dos resíduos eletrônicos. Foram distribuídos formulários em diversos departamentos da instituição de ensino, relacionando a quantidade de equipamentos e a forma de destinação dada pelo setor, com respeito à gestão dos resíduos eletroeletrônicos. Analisaram-se os setores que recebem os equipamentos institucionais ou equipamentos particulares para sua manutenção e

observaram-se a sistemática de atuação desses setores para a destinação desses equipamentos. Desta maneira, foi possível identificar os pontos de melhoria / desafios, para a criação de um procedimento institucional único, envolvendo os setores críticos e atribuindo as devidas responsabilidades aos setores envolvidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os setores avaliados mostraram através dos formulários, que não tinham qualquer registro da quantidade de equipamentos enviados para o descarte e ainda não se sentiam responsáveis pela destinação adequada desses equipamentos. A falta de sistemática e procedimentos na Instituição de Ensino mostra que nem mesmo o MPOG tem uma sistemática para controle de todos esses equipamentos utilizados na Administração Pública Federal. Este órgão somente exige o ofício, mas não dá qualquer providência quanto à destinação adequada a ser exigida para esta administração. El-Deir (2011) relata que a situação na IES é de extrema urgência e, na atual gestão, não há evidências de que o ofício enviado ao MPOG ter sido atendido, além do mais a planilha a ser preenchida pela instituição de ensino, é bastante hipotética não havendo muitas vezes possibilidade de correspondência entre os dados correlacionados, o que torna bastante rígida a permanência dos entulhos na UFRPE, ocasionando a demora em a Secretária de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, o órgão responsável, analisar e retornar o pedido.

De acordo com Santos et al. (2018c) a instituição de ensino não apresenta um procedimento institucional, que mantenha os registros desses equipamentos e suas destinações. O grande desafio para as instituições de ensino é suprir essa alta rotatividade dos cargos existentes, evitando a perda dessas informações e principalmente dos treinados para atuarem na gestão de resíduos. Essas atividades normalmente são atribuídas a servidores terceirizados com grande rotatividade. A partir deste diagnóstico inicial, foi possível identificar a necessidade da criação das duas Comissões fixas, sendo uma delas a CBP - Comissão de Baixa do Patrimônio, que atua na avaliação do bem patrimonial, especificamente dos resíduos eletroeletrônicos e a outra, CCSS - Comissão de Coleta Seletiva Sustentável, que atua na retirada do resíduo da Instituição de Ensino e o acompanhamento do Resíduo de Equipamentos Eletroeletrônico até a cooperativa, contabilizando em termos de quantidade e tipo, e acompanhando a documentação envolvida nesta etapa, garantindo a rastreabilidade desses equipamentos até o reciclador.

Ao se avaliar os equipamentos inservíveis, observa-se que os mesmos são armazenados num depósito próprio na GGTI, que geralmente lota com esses equipamentos e existe a necessidade de proceder ao desfazimento, através da normatização de um procedimento institucional, não existente, e sendo proposto neste trabalho, para ser adotado no Instituto, pela alta administração, para gestão de REEE com a correta destinação destes.

Já os outros equipamentos inservíveis, vindos da comunidade ou de laboratórios específicos dentro da Instituição, não possuem um armazenamento adequado sendo descartados em depósitos pertencentes ao Instituto, onde não existe controle de acesso e de organização em termos de bem patrimonial. O armazenamento aberto em baixo do bloco P é o local onde são guardados todos os equipamentos inservíveis avaliados pelo SEMAE e entregues pela comunidade e/ ou bens inservíveis, onde estão equipamentos sem o tombamento do patrimônio adequado (Figura 1). O local aberto mostra o desafio que diz respeito à “falta de espaço” adequado para o melhor controle dos equipamentos, que agora se tornam resíduo, para envio à

cooperativa. Assim, não se pode organizar e manter o ambiente adequado para ser enviado à cooperativa, que venceu a licitação, para a destinação correta.

Figura 1: Depósito sob a escada do pavilhão P, antes da arrumação



Além disso, é frequente qualquer transeunte se apropriar de equipamentos ou componentes presentes neste espaço, mesmo com a indicação da placa informativa sobre ponto de coleta de resíduos e seus responsáveis. Por outro lado, o grande depositário deste espaço, SEMAE, que é receptor de equipamentos da instituição ou de particulares (comunidade), não se sente responsável pelo local, utilizando o espaço como extensão do setor, por falta de uma área para armazenamento de todos os equipamentos e REEE. Devido ao fato de não se ter uma previsão da retirada desses REEE, é necessária uma melhor organização, que foi obtida, com a aquisição de big bags pelo projeto, para simplificação do processo de retirada no futuro (Figura 2).

Figura 2: Depósito sob a escada do pavilhão P, depois da arrumação



A Comissão de Baixa de Patrimônio atuou para avaliação dos equipamentos eletroeletrônicos e, em data marcada para esta atividade, o responsável pela GGTI não entregou a listagem, sendo que a maior dificuldade em termos práticos é a descrição da justificativa do descarte dos equipamentos na planilha enviada. A justificativa do coordenador da GGTI é a falta de pessoal para uma avaliação pontual de cada equipamento. Este desafio foi contornado com a solicitação de uma descrição conjunta do motivo pela qual o equipamento se torna inservível para a Instituição. Além disso, foi observado que a tomada de decisão, no que tange principalmente os computadores, fica limitado a um grupo restrito e, às vezes, para atender outras unidades, é solicitado o envio desses equipamentos para atendimento a outros institutos. Este fato foge ao controle do patrimônio, sendo difícil obter a rastreabilidade requerida para cada equipamento. Ressalta-se que a organização é efetuada pela GGTI com respeito aos computadores do Instituto, que se encontram inservíveis durante a reunião da comissão de baixa do patrimônio (Figura 3).

Figura 3: Organização dos equipamentos no depósito da GGTI



As primeiras retiradas de equipamentos inservíveis realizadas pela Cooperativa, contatada para tal ação, mediante Edital de Chamamento Público para Seleção de Associação ou Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis, Nº 01/2017, não atenderam às exigências deste, pois não apresentaram à Comissão Coleta Seletiva, a planilha do rateio realizado no mês precedente, com a discriminação dos nomes dos catadores beneficiários e dos respectivos valores distribuídos a cada um deles, assim como a indicação do valor total rateados e os comprovantes de pagamentos aos associados (cláusula 4ª do Edital de Chamamento).

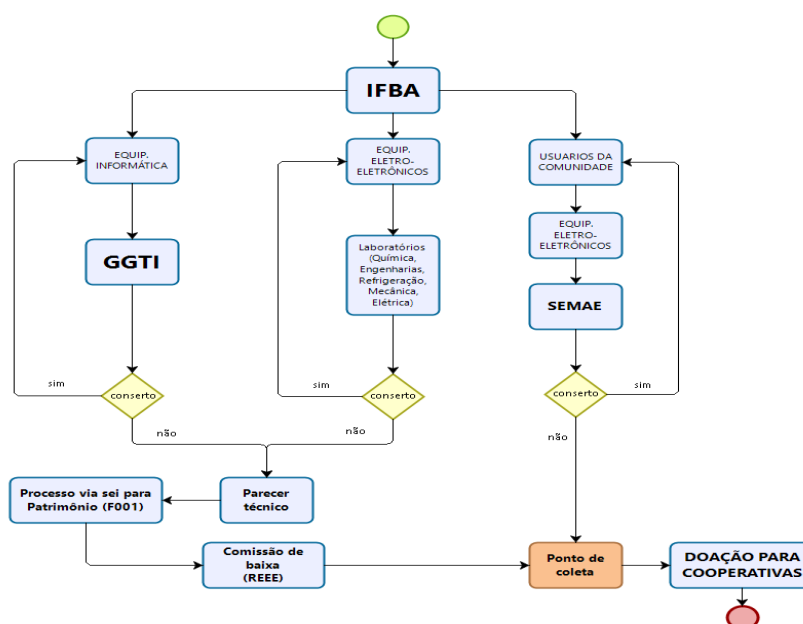
O desafio foi verificar a dificuldade do cooperado em atender este item, que foi possível com a visita à Cooperativa (Figura 4) para verificação in loco. Nesta, foi possível conhecer a realidade da cooperativa e como são realizados os processos de separação e destinação dos materiais, sendo destacada pelos representantes da cooperativa, a impossibilidade de afirmar a porcentagem do rateado, que corresponde aos resíduos enviados pela Instituição. A cooperativa coleta REEE de várias locais, sendo impossível ter este dado, ficando definida a informação do valor normalmente contabilizado de todo o resíduo enviado para a destinação final.

Figura 4: Fachada da cooperativa



Com o objetivo de monitorar os diferentes procedimentos de descarte adotados por setores do Instituto e avaliar a eficácia destes, foram visitadas as coordenações dos cursos de química, mecânica, eletrônica, o setor de manutenção da Coordenação de Informática (COINF) e a Diretoria Acadêmica de Computação (DACOMP). Foi observado que os setores não souberam informar a quantidade/tipo de equipamentos que são descartados. O setor de manutenção da GGTI e a Coordenação de Eletrônica também não souberam informar o número de equipamentos descartados, enquanto a coordenação de química relatou que a maioria dos equipamentos é consertada mediante contrato com as empresas que os fornecem. O procedimento que mais se aproxima do desejado é adotado pelo Departamento Acadêmico de Tecnologia Mecânica (DATM). Neste caso, o procedimento inclui o envio de uma lista dos equipamentos que necessitam dar baixa pelo patrimônio, devido a estes serem considerados inservíveis ou em desuso com emissão de laudo técnico. O procedimento institucional foi descrito baseado no Fluxograma sugerido apresentado abaixo (Figura 5).

Figura 5: Fluxograma do PGREEE



Conforme observado no fluxograma, existe uma diferença de conduta a depender da proveniência dos equipamentos. No caso dos usuários da Instituição, estão compreendidos equipamentos que são bens e fazem parte do patrimônio do IFBA - Instituto Federal da Bahia, enquanto o termo “Usuários da Comunidade” diz respeito aos equipamentos entregues ao SEMAE para conserto por docentes, discentes ou servidores e que não são bens da Instituição. Por exemplo, as coordenações e laboratórios dos cursos técnicos e superiores, como Refrigeração, Química, Mecânica e Engenharias se classificam como usuários da Instituição, assim como os equipamentos de informática de toda a instituição.

Caso não seja possível consertar o equipamento ou o custo de recuperação for superior a 50% (cinquenta por cento) de seu valor de mercado, o equipamento é classificado como inservível. A comprovação da inutilidade do equipamento deve, obrigatoriamente, ser acompanhada de um laudo emitido pelo servidor responsável pela GGTI (equipamentos de informática) ou por serviço ou empresa responsável pela manutenção deste tipo de equipamento (outros equipamentos). No Caso dos laboratórios (químicos, mecânicos, refrigeração, eletrônicos), deve se solicitar a emissão de parecer técnico, por servidor responsável pelos laboratórios, ou por empresas contratadas para a manutenção desses equipamentos específicos.

Quando comprovado que o equipamento não pode mais ser utilizado nas suas funções originais, este deve retornar ao setor de origem para preenchimento do formulário sugerido, inserindo de modo simplificado o parecer técnico do servidor responsável pela área. O detalhamento deste parecer técnico emitido por servidor responsável ou empresas responsáveis pela manutenção, deve ser anexado ao processo aberto, via sistema sei, emitido em sua origem e encaminhado a Divisão de Patrimônio (DIVIPAT).

Somente os Equipamentos Eletroeletrônicos devem ser avaliados pela Comissão de Baixa, criada para a Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos no IFBA, campus Salvador, a qual utiliza o mesmo formulário. Todos os equipamentos com defeito ou sem condição de uso devem estar inseridos no formulário, estando descritos de forma breve o nome e a marca do equipamento, número de tombo e o parecer técnico do servidor responsável citando o principal defeito.

Os pontos de coletas se diferem a depender do tipo de equipamento e sua proveniência. Equipamentos Eletroeletrônicos nos quais precisam ser feitos a baixa do patrimônio, necessitam ficar aos cuidados da GGTI, enquanto que os outros equipamentos, que não são bens da instituição, podem ficar armazenados em outro local. O recomendado neste caso é possuir um local fechado, não aberto ao público a fim de se manter o ambiente organizado, para a realização da coleta seletiva.

5. CONCLUSÕES

Após o diagnóstico obtido a partir do questionamento, se conclui que os setores da instituição de ensino não possuem qualquer registro da quantidade de equipamentos enviados para o descarte e ainda não se sentem responsáveis pela destinação adequada desses equipamentos. Necessidade de divulgação de uma portaria orientando e estabelecendo o procedimento institucional padrão para o descarte de REEE com o envolvimento da alta administração na instituição de ensino.

Estabelecimento de pontos de coleta diferenciados para bens patrimoniais e outros equipamentos, garantindo no caso dos bens, a salva guarda desses até a sua destinação correta, mantendo todas as informações do bem, e o parecer técnico de seu estado inservível. Estabelecimento de um formulário de GESTÃO DE REEE a ser utilizado em todos os setores, que geram periodicamente estes resíduos. Envio desse formulário de GESTÃO DE REEE à Divisão de Patrimônio (DIVIPAT), responsável por avaliar a lista destes equipamentos eletroeletrônicos e encaminhar à Comissão de Baixa. Estabelecimento das duas Comissões: Comissão de Baixa dos Bens e Comissão de coleta seletiva solidária para atuação sistemática no Programa de Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos.

Necessidade de avaliação sistemática dos bens, que se tornam inservíveis e podem ser reaproveitados por cooperativas evitando os impactos desses equipamentos, que podem contaminar o meio ambiente e contribuir para o reaproveitamento desses metais presentes nos componentes eletrônicos, plásticos favorecendo a desmaterialização com o aproveitamento desses metais nobres presentes. A participação da cooperativa é fundamental fortalecendo a cooperação interinstitucional entre o setor público e as cooperativas de catadores para a efetividade do Programa e o aproveitamento desses metais nobres presentes. Gestão integrada dos REEE com a participação dos docentes, discentes pertencentes à comunidade científica, atuando nessas comissões, e cooperativas de catadores de materiais dando aproveitamento nobre desses resíduos eletroeletrônicos e uma destinação correta de acordo com a política de gestão de resíduos sólidos e visando a desmaterialização e o aproveitamento desses metais nobres presentes.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, V.B.S. Gestão de resíduos eletroeletrônicos: A cadeia de reciclagem na cidade do Rio de Janeiro. **Tese (Mestrado)**. PUC RJ, RJ 2013.

BARTHOLOMEU, D.B; CAIXETA-FILHO, J.V. **Logística Ambiental de Resíduos sólidos**, p. 194, Atlas, 2017.

CARVALHO, T.C.M. Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos: **Uma Abordagem Prática para Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

De COUTO, S.M. **Gestão de resíduos em universidades**. Caxias do Sul: Educs, 2010.

Di VITTA, P. B.; FARIA, D. L. A. ; MARZORATI, L. ; BAPTISTA, M. ; BERTOTTI, M. ; SERRANO, S. H. P. ; DI VITTA, C. ; BAADER, J. W. Gerenciamento de Resíduos no Instituto de Química da Universidade de São Paulo - Primeiras Etapas. In: **II Encontro Nacional de Segurança em Química**, 2002, Porto Alegre. II ENSEQUI, 2002.

EL-DEIR, S G; OLIVEIRA, B M C. Gestão do Lixo Eletrônico na Universidade Federal Rural de Pernambuco. In: **II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 2011, Londrina (PR). Anais do IBEAS- Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63. 1995.

MENDONÇA, R. C. A; PEDROSA I.V. Compras publicas sustentáveis: ferramenta de incentivo para políticas publicas de sustentabilidade. In: **IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 2018, Recife (PE). Anais do congresso.

SANTOS, I. T. Q. P.; SILVA, C.C. Diagnóstico de resíduos laboratoriais produzidos pelo IFBA e elaboração PGRS a ser aplicado no estudo de caso. In: **SICTI _XII Seminário de Iniciação Científica, Tecnológica e Inovação** –Livro de RESUMOS e X CONNEPI 2015.

SANTOS, I. T. Q. P.; MOREIRA, T. R. 5.3 Caracterização de telas de LCD visando a reciclagem; extração de índio presente em equipamentos eletroeletrônicos. In: **IV Congresso Brasileiro de resíduos sólidos**, 2018 b, Recife. Resíduos Sólidos: impactos socioeconômicos e ambientais. Recife: EDUFRPE, 2018 b. p. 395-406.

SANTOS, I. T. Q. P.; SANTOS, M. S. 5.4 Estudo de telas LCD; caracterização de filmes poliméricos. In: **IV Congresso Nacional de Resíduos sólidos**, 2018 a, Recife. Resíduos Sólidos: Impactos socioeconômicos e ambientais. Recife: EDUFRPE, 2018a. p. 407-418.

SANTOS, I. T. Q. P.; DINIZ, B.L. 5.5. Diagnóstico e Quantificação de Resíduos eletroeletrônicos em IES. In: **IV Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos**, 2018c, Recife. Resíduos Sólidos: Impactos socioeconômicos e ambientais. Recife: EDUFRPE, 2017. p. 419-429.

SANTOS, I. T. Q. P.; CHAVES, D. Avaliação da Gestão de Resíduos nos laboratórios do PROTEC. 2008 e 2011. (Apresentação de Trabalho de TCC do curso de Especialização em Tecnologias Limpas na UFBA em 2008 e CONNEPI 2011).

SANTOS, I. T. Q. P.; SANTOS, M. S. Caracterização e Processamento de telas LCD visando a Reciclagem. **XIII SICTI Seminário de Iniciação Científica, Tecnológica e Inovação** –Livro de RESUMOS. pag. 118, 2016.

SANTOS, I. T. Q. P., SILVA, C.C. PLANO DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM GRÁFICA DO INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA. In: **III Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos**, 2016, Recife. Anais do III Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos: O desafio da GRS face aos objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Recife: <http://editora.ufrpe.br/catalogo-download>, 2016.

OLIVEIRA, Bruno Marcel Carneval de. Gestão do Lixo Eletrônico na Universidade Federal Rural de Pernambuco. In: **2º. Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Londrina, 2011.

TAVARES, G. A. Implementação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa do CENA/USP. **Tese (Doutorado)** – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p. 129, 2004.

XAVIER, L.H.; CORREA, H. L. **Sistemas de Logística Reversa**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2013.

YAMASHITA, Tiemi. **Desmaterialização e sustentabilidade**. Disponível em <<http://mottainaisustentabilidade.com.br/mottainai/desmaterializacao-e-sustentabilidade/>> Acesso em : 4 abr. 2019.

5.4 GESTÃO DOS RESÍDUOS URBANOS E ELETROELETRÔNICOS NUMA EMPRESA DE TELECOMUNICAÇÃO; UM ESTUDO DE CASO

SILVA, Marina da Conceição
Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP)
marina150791@yahoo.com.br

LINS, Eduardo Antonio Maia
Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP)
eduardo.maia@unicap.br

RESUMO

Entende-se por gestão de resíduos, uma forma de assegurar o reaproveitamento e reciclagem máxima, como na redução dos rejeitos, dos quais são materiais que não possuem viabilidade técnica e econômica para o processo de reciclagem. Com o avanço tecnológico houve um aumento na procura por locais autorizados para realizar a manutenção e conserto dos eletrônicos. O objetivo deste trabalho foi caracterizar os resíduos eletroeletrônicos através de um estudo de caso a respeito dos tipos existentes e dos possíveis riscos ao meio ambiente e à saúde pública, divididos em dois setores: o atendimento ao público e o laboratório, onde são realizados os reparos dos equipamentos na empresa. Diante dos estudos e das análises realizadas, pôde-se observar que 45% dos resíduos são eletroeletrônicos ou derivados, seguidos de papel e papelão com cerca de 37%. A empresa mostra que em decorrência das inovações tecnológicas terá que se enquadrar nas leis vigentes, pois podem sofrer punições caso não façam o descarte correto destes resíduos, necessitando realizar a logística reversa para minimizar os possíveis danos ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Geração, Logística Reversa, Riscos, Lixo.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Costa (2005), a revolução industrial, o desenvolvimento urbano e o descontrole no crescimento populacional, junto com a evolução tecnológica dos últimos anos, acarretaram a criação e produção de novos produtos, cujo uso indiscriminado levou à dilapidação dos recursos naturais e fez com que a quantidade de resíduos produzidos sofresse um aumento significativo. Com o avanço tecnológico diminuiu o ciclo de vida dos aparelhos eletroeletrônicos, o que proporcionou uma quantidade significativa de resíduo deste setor. As trocas de aparelhos e de equipamentos são cada vez mais comuns devido ao nível de inovação tecnológica rápida e a obsolescência programada tem deixado crítico esse quadro a nível global (MATTOS et al, 2008).

De acordo com Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2013), o Brasil gera cerca de 680.000 toneladas de resíduos eletroeletrônicos anualmente, caracteriza-se como o maior gerador de REEE (Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos) entre países emergentes conforme Pacheco et al. (2018). Alguns dos materiais podem ser reciclados e recuperados, contudo, podem prejudicar as pessoas se manusearem incorretamente (VAISHNAV; DIWAN, 2013) ou afetar o meio ambiente através de contaminação das águas e lençóis freáticos por possuírem substâncias como chumbo, cádmio e mercúrio (ROBINSON, 2009).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (Art. 20), no qual estabelece a norma regulamentadora quanto à gestão desses resíduos no Brasil inserida na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) com relação ao seu sistema de gestão após o uso desses materiais eletrônicos, é ineficiente e ainda não há regulamentação específica na PNRS sobre o tratamento dos REEE. Segundo Oliveira et al. (2012), o Plano de Gerenciamento de Resíduos é uma ferramenta fundamental que visa buscar o rastreamento dos resíduos desde a geração até o destino final. Esse plano deve conter, no mínimo, as informações de identificação do gerador, diagnóstico da situação, forma de acondicionamento, coleta, transporte interno, estocagem temporária, segregação, pré-tratamento e o tratamento dentro da organização, coleta e transporte externo, destinação final, além dos programas de redução na fonte, reuso, reciclagem e a educação ambiental.

O maior desafio dos tempos modernos é possibilitar o equilíbrio do crescimento econômico em paralelo com a sustentabilidade ambiental eminente em um sistema capitalista e consumista. Com o crescimento populacional e com ele o aumento no consumo de bens e produção de aparelhos eletroeletrônicos, como por exemplo, celulares, computadores, notebooks, televisores, impressoras são demandados e produzidos em grande escala diariamente, por isso, de maneira proporcional há o aumento do descarte. Para diferentes tipos de resíduos gerados na empresa tais como, as películas que são descartadas em lixo comum, papel e plástico também são uma problemática real para o meio ambiente e a saúde populacional. Os materiais perigosos estes têm o descarte adequado e são realizadas à logística reversa onde este processo é uma forma de minimizar os danos que podem ser causados ao meio ambiente.

O setor de assistência técnica dos equipamentos eletroeletrônicos apresenta um elevado potencial na geração de resíduos e com ela uma forma de fazer parceria com cooperativa de catadores para recolher resíduos que podem ser reciclados e/ou reaproveitados se houver uma

segregação, tratamento e destinação adequada. Apesar do porte que a empresa represente o somatório de possíveis resíduos gerados por elas é considerável por causa dos dias trabalhados e do horário de funcionamento. Portanto, é necessário realizar um gerenciamento eficiente e eficaz dos resíduos eletroeletrônicos, a partir da geração até a destinação final desses. Assim sendo, promover um Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGR) nas empresas desse ramo, uma vez que consiga atender toda necessidade ambiental.

Este estudo de caso propõe realizar a caracterização dos resíduos gerados e desenvolver um plano de gestão para mitigar os prováveis impactos ambientais e na saúde humana desses. Para este desenvolvimento, utilizou-se como referencial uma empresa terceirizada que presta serviços para assistência de eletrônicos, situada em Recife-PE. Este é justificado tendo em vista fatores como o aumento no consumo e o descarte desses equipamentos; a redução na vida útil dos aparelhos bem como, a necessidade de adequação à Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), aprovada na Lei Federal Nº 12.305, na qual o fluxo dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) é prioridade.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Política dos resíduos eletroeletrônicos (REEE)

A Lei do Lixo Tecnológico nº 13.576/09, considera como resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: os aparelhos eletrodomésticos, os equipamentos e componentes eletroeletrônicos de uso doméstico, industrial, comercial ou no setor de serviços que estejam em desuso e sujeitos à disposição final, tais como:

- I – Componentes e periféricos de computadores;
- II – Monitores e televisores;
- III – Acumuladores de energia (baterias e pilhas);
- IV – Produtos magnetizados.

Segundo a Lei nº 12.305/10 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), fornece definições claras a respeito dos tipos de resíduos e sobre termos do assunto, como logística reversa, gestão integrada de resíduos sólidos, acordo setorial, dentre outros, bem como os princípios e instrumentos norteadores para planos de gestão de resíduos eletroeletrônicos. O cenário brasileiro não é muito animador, já que o país é o maior gerador destes resíduos entre os países emergentes (PNUMA, 2013) e o seu sistema de gestão do resíduo eletrônico é ineficiente e ainda não há regulamentação específica na PNRS sobre o seu correto tratamento, bem como seu conceito.

2.2 Gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos

Segundo ABINEE (2007), grande parte do “lixo eletroeletrônico”, ou “e-lixo”, é formada por computadores e outros produtos do setor de informática. A rapidez da obsolescência desses materiais aumenta progressivamente e muitas vezes antes mesmo de saírem das lojas, o que representa um grande problema para empresas, sociedade e o meio ambiente. O volume de lixo eletrônico que é descartado no Brasil e no mundo cresce

exponencialmente a cada ano. Este crescimento deve-se ao ritmo acelerado do desenvolvimento tecnológico em conjunto com o aumento do poder de compra da população, que busca cada vez mais comodidade, conforto e a necessidade de pertencera um grupo na sociedade.

Segundo dados da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), o Brasil possuía cerca de 160 milhões de celulares em 2009, em abril 2015 registrou 283,52 milhões de linhas ativas na telefonia móvel e teledensidade de 138,94 acessos por 100 habitantes. No quarto mês de 2015, os acessos pré-pagos totalizavam 213,46 milhões (75,29% do total) e os pós-pagos 70,06 milhões (24,71%). De acordo com Sousa (2016), o país conta com cerca de 283,4 milhões de linhas deste tipo, o equivalente a 1,38 por habitante.

2.3 Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

A disposição dos materiais na natureza, sem o devido cuidado, causa sérios danos à saúde da população e ao meio ambiente, pois como os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) possuem em sua composição metais perigosos como o cádmio, o cobre, chumbo e o mercúrio, entre outros. Estes elementos são potencialmente tóxicos ocasionando riscos para as pessoas que manuseiam os resíduos (ABDI, 2013, p. 18) e ao meio ambiente. Segundo Aquino et al. (2017) o aumento do consumo de equipamentos tecnológicos pela sociedade moderna tem gerado volumes cada vez maiores de resíduos eletroeletrônicos, que em grande maioria são descartados de maneira inadequada no meio ambiente.

2.4 Classificação dos resíduos sólidos

A Lei 12.305, que trata da PNRS, que em seu Art. 13, incisos I e II, classifica-os quanto a origem e periculosidade. Quanto à origem (inciso I, alínea C), segundo a Lei, os resíduos sólidos urbanos são classificados em: resíduos domiciliares (os originários de atividades domésticas em residências urbanas) e resíduos de limpeza urbana (os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana), e quanto à periculosidade, os resíduos sólidos urbanos são classificados em dependendo de suas características físico-químicas. A NBR 10.004 - Resíduos Sólidos de 2004, da ABNT classifica os resíduos sólidos baseando-se no conceito de classes em:

Resíduos Classe I – Perigosos: São aqueles que apresentam risco à saúde pública e ao meio ambiente apresentando uma ou mais das seguintes características: periculosidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. (ex.: baterias, pilhas, óleo usado, resíduo de tintas e pigmentos, resíduo de serviços de saúde, resíduo inflamável, etc.)

Resíduos classe II A – Não Inertes: Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – perigosos ou de resíduos classe II B – inertes e podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. (ex.: restos de alimentos, resíduo de varrição não perigoso, sucata de metais ferrosos, borrachas, espumas, materiais cerâmicos, etc.)

Resíduos classe II B – Inertes: Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo ABNT NBR 10.007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. (ex.: rochas, tijolos, vidros, entulho/construção civil, luvas de borracha, isopor, etc.).

2.5 Logística reversa

A Lei nº 12.305, de 02/08/2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos; alterando a Lei nº 9.605, de 12/02/1998; e foi regulamentada por meio do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que criou o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa. A Lei define a logística reversa como: Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

A NBR 16.156/13 - Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos - Requisitos para atividade de manufatura reversa estabelece requisitos para proteção ao meio ambiente e para o controle dos riscos de segurança e saúde no trabalho na atividade de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos. É aplicável a organizações que realizam atividades de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos como atividade fim. A Norma também determina que a organização deve estabelecer, documentar, implementar, manter e continuamente melhorar um sistema de gestão para resíduos eletroeletrônicos em conformidade com os requisitos dessa norma e determinar como ela irá atender a esses requisitos.

A organização deve definir e documentar o escopo de seu sistema de gestão para resíduos eletroeletrônicos. Embora previsto em Lei, percebe-se que pouco se tem aplicado com relação aos resíduos gerados pelos produtos eletroeletrônicos, fazendo com que instituições como ONGs tomem essa iniciativa. Dessa forma, Monteiro & Zveibil (2004), definem que

Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos é, em síntese, o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição final do lixo, elevando assim a qualidade de vida da população e promovendo o asseio da cidade, levando em consideração as características das fontes de produção, o volume e os tipos de resíduos – para a eles ser dado tratamento diferenciado e disposição final técnica e ambientalmente corretas, as características sociais, culturais e econômicas dos cidadãos e as peculiaridades demográficas, climáticas e urbanísticas locais(...).

Por conta desse conceito, no gerenciamento integrado são preconizados programas da limpeza urbana, enfocando meios para que sejam obtidos a máxima redução da produção de lixo, o máximo reaproveitamento e reciclagem de materiais e, ainda, a disposição dos resíduos de forma mais sanitária e ambientalmente adequada, abrangendo toda a população e a universalidade dos serviços. Essas atitudes contribuem significativamente para a redução dos custos do sistema, além de proteger e melhorar o ambiente. O gerenciamento integrado, portanto, implica a busca contínua de parceiros, especialmente junto às lideranças da sociedade e das entidades importantes na comunidade, para comporem o sistema. Também é preciso identificar as alternativas tecnológicas necessárias a reduzir os impactos ambientais decorrentes da geração de resíduos, ao atendimento das aspirações sociais e aos aportes econômicos que possam sustentá-lo.

Para Monteiro e Zveibil (2004), as ações prioritárias de qualquer modelo de gerenciamento integrado do lixo, resumidamente, devem ser:

- I. Coletar os resíduos sólidos urbanos gerados;
- II. Dar um destino final adequado para todo o resíduo coletado;
- III. Buscar formas de segregação e tratamento, observando os aspectos ambientais, sociais e econômicos;
- IV. Promover programas e campanhas voltados à sensibilização e participação da população na limpeza da cidade;
- V. Incentivar medidas que visem diminuir a geração dos resíduos sólidos.

2.6 Termo de responsabilidade da empresa

A empresa é responsável por garantir a gestão adequada de seus produtos pós-consumo, bem como dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos a eles relacionados, envolvendo suas partes, peças e componentes. Ao optar pela não devolução dos produtos, partes e peças inerentes da marca, o cliente passa a assumir a total responsabilidade pela gestão adequada desse material, ficando obrigado a dar a destinação final adequada dos mesmos, em atendimento aos requisitos estabelecidos na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), através da contratação de fornecedores qualificados e homologados pelos órgãos ambientais competentes para realizar os procedimentos inerentes à correta: coleta, manuseio, acondicionamento, armazenamento, transporte, reciclagem e destinação final adequada.

O não cumprimento desses requisitos acarretará na responsabilização assumida pelo consumidor para com eventuais danos ao meio ambiente ou a saúde pública, com aplicações das sanções penais, privativas e/ou restritivas de direitos, e administrativas, com aplicações de multas, previstas na Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/98). Dentre as penalidades impostas pela legislação ambiental vigente destaca-se:

- Na esfera administrativa: multa e penas restritivas de direitos;
- Na esfera civil: indenização dos danos;
- Na esfera penal: detenção ou reclusão (de 01 a 05 anos) e multa (de R\$ 1.000,00 a R\$ 50.000,00) ou penas restritivas de direitos;

Por fim, o não cumprimento desses requisitos poderá acarretar em recebimento de quaisquer notificações ou infrações advindas de judiciais decorrentes de qualquer violação, ações ou omissões inerentes à correta gestão dos produtos e resíduos.

3. METODOLOGIA

3.1 Localização

A área de estudo definida foi uma empresa que presta serviços terceirizados no ramo da eletrônica. A empresa em estudo é uma prestadora de serviços existente em Recife-PE a mais de 15 anos no mercado, e oferece assistência técnica para todos os tipos de equipamentos eletrônicos, localizado no município de Recife, estado de Pernambuco.

3.2 Caracterização da empresa

A empresa é referência no ramo da assistência técnica autorizada e juntamente com indústria eletrônica realizam a logística reversa das peças utilizadas nos procedimentos para descarte ecologicamente correto. O estudo teve início em Novembro de 2018 sendo concluído em Abril de 2019 para obter a quantidade e a tipologia dos resíduos que são gerados.

3.3 Diagnóstico

O diagnóstico dos resíduos eletroeletrônicos foi elaborado por meio de uma vistoria local e análise de cada equipamento, separando-o como servível ou inservível. Considerou-se servível, todo equipamento eletrônico passível de reaproveitamento de peças ou conserto. Já os inservíveis foram aqueles não passíveis de reaproveitamento ou manutenção. Primeiramente, foi necessária uma busca de publicações que abordavam a temática dos REEE e/ou o Plano de Gerenciamento de Resíduos. E as etapas utilizadas desse plano foram encontradas na literatura norteando todos os métodos seguidos na pesquisa, sendo as seguintes:

1. Identificar quais os processos que geram resíduos;
2. Caracterizar os resíduos gerados, ou seja, classificá-los e quantificá-los;
3. Definir quais foram as formas de manuseio, acondicionamento, armazenamento e coleta dos resíduos;
4. Apontar como foi realizado o transporte dos resíduos, bem como seu tratamento e destinação final;
5. E informar maneiras de reuso e reciclagem.

Durante um período de 6 meses foi realizada a caracterização dos resíduos sólidos do local, utilizando-se de coleta de material como também de observação do ambiente. Quanto à abrangência e ao detalhamento das informações levantadas, o diagnóstico pretendeu sistematizar dados e informações para o âmbito local. Conforme a disponibilidade das informações, também se buscou organizá-las por tipo de resíduos, abordando os dados levantados.

Para realização do estudo foi realizada a coleta dos dados, de acordo com questionamentos aos técnicos do laboratório, da vivência no atendimento, observação, recolhimento de materiais para pesagem analógica e identificação das frações tipológica dos resíduos gerados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Diagnóstico

No Brasil, dados e estudos relativos ao reaproveitamento e reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são escassos. A consulta à literatura mostra que atividades vêm sendo desenvolvidas no país com relação aos REEE, principalmente após a promulgação da política nacional de resíduos sólidos, em agosto de 2010. No entanto, muitas dessas ações são pontuais e, não raro, restritas à aparelhos de informática, telefonia, pilhas e baterias, não englobando outros tipos de equipamentos eletroeletrônicos.

Embora alguns setores apresentem maior número de ações visando seu gerenciamento adequado, tais como lâmpadas, pilhas e celulares, muitas vezes nota-se que este gerenciamento ainda pode ser aperfeiçoado com relação ao setor de telefonia, Demajorovic et al. (2012) indicaram que as empresas líderes no mercado brasileiro na fabricação de aparelhos celulares e suas baterias, não estavam alinhadas com a legislação PNRS, até a data do estudo. A justificativa para tal afirmação foi de que as empresas não forneciam informações, de forma espontânea, sobre a logística reversa de seus produtos, ainda que as mesmas, quando indagadas, forneceram informações sobre seus programas de recolhimento e possíveis pontos de entrega.

Como base nos estudos realizados as etapas que mais geraram resíduos foram no atendimento e no laboratório. No atendimento se tem uma grande quantidade de papel, plástico e películas, porém a etapa que a geração ainda é maior está na manutenção dos aparelhos, fazendo-se necessário a troca de dispositivos e de componentes, tais como, placas, frontais (touch, display e visor) e baterias. Estes por serem perigosos são categorizados como classe i, de acordo com a associação brasileira de normas técnicas (NBR nº 10.004/04) que são armazenados em bombonas e recolhidos pelo fabricante através da logística reversa.

Os resíduos gerados pela empresa, em estudo, foram listados (Quadro 1), dos quais puderam ser caracterizados através das coletas e análises realizadas durante o período de 6 meses de estudo, desde a etapa de atendimento aos clientes à manutenção e conserto dos aparelhos e/ou equipamento.

Quadro 1. Caracterização dos Resíduos

Atendimento	Componentes Eletrônicos	Outros
Papel	Baterias	Copos descartáveis
Plástico	Placas	Embalagens de Alimentos
Grampos	Frontais	Películas
Ligas de Borracha	Carcaças	Papelão
Tonner de tinta	Embalagens das peças	-

Fonte: Autores (2019).

Os resíduos que foram identificados podem ser classificados quanto à natureza física, composição química, grau de perigo, estado físico e classes de contaminação do meio ambiente, conforme exigido pela ABNT 16156/2013 e exposto (Quadro 2). A empresa precisa estabelecer, manter e implementar um procedimento documentado para controlar, pesar, registrar a entrada e saída de todo o material de equipamentos e componentes eletroeletrônicos, algo não identificado no local de estudo, gerando inúmeras dificuldades para as análises sugeridas.

Observou-se (Quadro 2) que alguns tipos de resíduos gerados no empreendimento, podem ser passíveis de reaproveitamento e reciclagem por empresas e/ou por cooperativas. O resíduo do tipo orgânico, caracterizado pelos restos de alimentos dos funcionários, pode ser utilizado para geração de composto orgânico, desde que haja uma composteira no local. Resíduos como papel e plástico também podem ser reaproveitados e direcionados as Associações de Catadores espalhadas pela cidade do Recife.

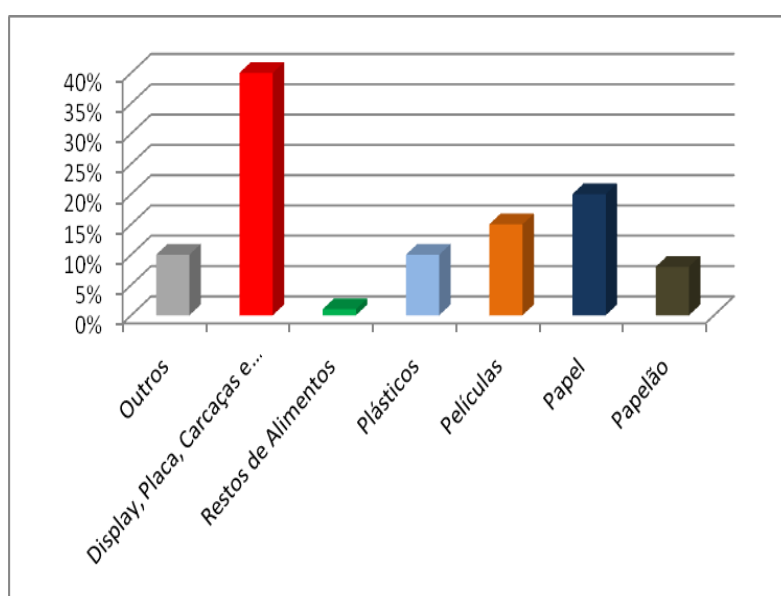
Quadro 2. Classificação dos Resíduos

Tipos de Resíduos	Natureza Física	Comp. Química	Origem	Grau de Perigo	Estado Físico	Classes
Papel	Seco	Inorgânico	Serviço	Não Perigosos	Sólido	IIA
Plástico	Seco	Inorgânico	Serviço	Não Perigosos	Sólido	
Grampos	Seco	Inorgânico	Serviço	Não Perigosos	Sólido	IIA
Ligas de Borracha	Seco	Inorgânico	Serviço	Não Perigosos	Sólido	

Tonner de Tinta	Seco	Inorgânico	Serviço	Não Perigosos	Sólido	IIA
Baterias	Seco	Inorgânico	Serviço	Perigosos	Sólido	IA
Placas	Seco	Inorgânico	Serviço	Perigosos	Sólido	IA
Frontais	Seco	Inorgânico	Serviço	Perigosos	Sólido	IIA/B
Carcças	Seco	Inorgânico	Serviço	Não Perigosos	Sólido	IIA
Copos descartáveis	Seco	Inorgânico	Serviço	Não Perigosos	Sólido	IIA
Películas	Seco	Inorgânico	Serviço	Perigosos	Sólido	IIA
Papelão	Seco	Inorgânico	Serviço	Não Perigosos	Sólido	IIA
Embalagens de Alimentos	Úmido	-	-	Não Perigosos	Sólido	IIA
Restos de Alimentos	Úmido ou Seco	Orgânico	-	Não Perigosos	Sólido	IIA

A coleta seletiva deve ser rigorosa quando se trata de pilhas e baterias de celulares, já que são formadas por compostos químicos tóxicos, que podem contaminar a água, o solo e impactar a saúde humana. Segundo a Lei 12.305 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, é de responsabilidade do fabricante a destinação das sobras desses componentes. Foi possível observar os resultados da composição dos resíduos (Figura 1) da empresa de acordo com os tipos existentes de resíduos e sua quantidade. Nesta, notou-se que os picos mais elevados estão relacionados aos componentes dos celulares, seguido de papel - onde são geradas as ordens de serviço ou que são utilizados como rascunho para anotações dos funcionários – das películas de celulares e as caixas de papelões, onde são armazenadas todas as peças que são transportadas da fábrica para a autorizada e que ficam estocadas no local.

Figura 1. Composição dos Resíduos Coletados



Fonte: Autores (2019).

Os resíduos eletroeletrônicos são caracterizados como sendo especiais, pois precisam de um manejo diferenciado, pois se forem descartados de forma inadequada, ou seja, lançados no

lixo comum, podem ocasionar sérios danos à saúde humana quanto enormes danos ao meio ambiente. Por isto, uma medida de prevenção é um sistema que observa as diretrizes da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), quanto à coleta, armazenamento, e destinação final.

O Brasil vigora algumas resoluções, como por exemplo, a Resolução Conama nº 401/2008, na qual determina a nova redução nos limites de substâncias como mercúrio, cádmio e chumbo permitidos na composição de pilhas e baterias (BRASIL, 2008); a Resolução Conama nº 23/1996 que define os resíduos perigosos e não perigosos, assim como destaca as diretrizes para os movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e o seu depósito. Apesar disso, ainda há o Projeto de Lei nº 2490/15, que institui normas para o gerenciamento e a destinação final dos resíduos eletrônicos as operadoras de telefonia de pequeno e médio porte. A PNRS ainda afirma que, a responsabilidade da gestão e do gerenciamento dos resíduos especiais, como por exemplo, os REEE, são do gerador através da gestão compartilhada pelo sistema da logística reversa vinculada a empresa matriz, que consiste em ciclo entre as partes envolvidas e assim destinar e tratar os resíduos de maneira ambientalmente adequada.

4.2. Planos de ação

A Implantação do plano de sistema logística reversa na empresa avaliada teria por finalidade realizar um conjunto de ações na busca de soluções para uma gestão de gerenciamento adequada a real situação, observando os princípios da Lei Federal nº 12305/2010, em seu Art. 9º que determina as diretrizes a serem consideradas. De acordo com as observações realizadas, conota-se que as diretrizes a serem seguidas devem obedecer a uma ordem de prioridade, que vão da não geração, passando pelo o processo de reaproveitamento, reciclagem, de tratamento até a disposição final de forma adequada no meio ambiente.

Neste contexto, observando a necessidade de implantação do plano de sistemas logística reversa deve-se levar em consideração a integração de todos os setores da empresa. Para Reidler (2010), frente a uma grande problemática e a crescente geração dos REEE na sociedade, associado a sua composição complexa e a falta de conhecimento sobre sua destinação no pós-consumo, é indispensável para o desenvolvimento de um plano de gestão e monitoramento, a integração de iniciativas bem sucedidas já existentes e experiências acumuladas desde a sua produção até sua destinação final, conforme estabelecido pela PNRS.

Os REEE são considerados resíduos especiais, aos quais necessitam de um manejo específico, pois quando são descartados de forma inadequada, ou seja, lançados no lixo comum, podem ocasionar sérios danos à saúde humana quanto enormes danos ao meio ambiente. Portanto como forma de prevenção deve-se adotar um sistema que observe as diretrizes da PNRS, quanto à coleta, armazenamento, e destino final. Assim sendo, sugere-se a implantação de um plano de gestão de resíduos sólidos baseado nas seguintes etapas e orientações:

- Manuseio: Não quebrar, picotar, amassar ou desmontar. Em caso de aparente ou visível, remova baterias e pilhas dos equipamentos eletrônicos e os descartes conforme legislação vigente. Durante o manuseio de grandes quantidades de pilhas e baterias inservíveis deverá ser usado EPI's (Equipamentos de Proteção Individuais), que devem ser recomendados pelo técnico de segurança do trabalho do local.

- Acondicionamento: Acondicionar equipamentos e placas de tamanho pequeno em recipientes como as caixas, para facilitar seu manuseio, existentes em grande quantidade na empresa. Em caso de pilhas e baterias depositadas nos coletores (laranjas) devem ser recolhidas periodicamente pelo responsável local.

-Armazenamento: Não deve ser armazenado a céu aberto ou em contato com água ou outros líquidos, devendo estar em local coberto e sem contato com o piso. Ressalta-se que todos os recipientes devem portar símbolo de identificação compatível com o tipo de resíduo acondicionado. Em caso de não oferecerem riscos à saúde em contato físico direto, não é necessário a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI).

- Reuso e Reciclagem: A maior parte dos resíduos gerados na empresa é passível de serem reciclados. Os resíduos como papel, plástico, vidro e metal devem ser destinados à cooperativa de catadores. Já os resíduos de componentes de celulares devem ser levados até pontos que recebimento desse tipo de resíduo uma vez que destinam esse tipo de resíduo para a reciclagem apropriada

- Programas Ambientais: A implementação das mudanças exige que os funcionários sejam conscientizados sobre os problemas ambientais da empresa, bem como as soluções que podem ser dadas baseadas em normas e leis. Os treinamentos para manter e melhorar continuamente o gerenciamento de resíduos da empresa passam a ser essenciais.

5. CONCLUSÕES

Diante dos resíduos coletados e analisados durante um período contínuo de 6 meses, observou-se a quantidade de películas coletadas foram de aproximadamente 5 kg, resultando em 27,7 gramas/dia. A empresa mostra que em decorrência das inovações tecnológicas, terá que se enquadrar nas leis vigentes, pois podem sofrer punições caso não façam o descarte correto destes resíduos, necessitando realizar a logística reversa para minimizar os possíveis danos ao meio ambiente. Neste estudo de caso pôde-se constatar a necessidade de realizar um Plano de Gerenciamento de Resíduos tendo como foco o manuseio, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, reuso e reciclagem dos resíduos. Além disso, algumas medidas que podem ser adotadas pelos funcionários da empresa para minimizar os resíduos urbanos gerados vai desde a não utilização de descartáveis a redução do uso de relatórios impressos. Implementar mudanças exige a conscientização dos funcionários sobre os problemas ambientais, fazendo com que eles percebam à necessidade de reduzir, reutilizar e/ou reciclar os resíduos e fazer os treinamentos adequados fundamentado no programa de educação ambiental.

REFERÊNCIAS

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (2017), **A indústria elétrica e eletrônica impulsionando a economia verde e a sustentabilidade**, ABINEE, Rio de Janeiro.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 10004, **Resíduos sólidos: Classificação**, 2004.

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 16156, **Resíduos de Equipamentos Eletrônicos – Requisitos para Manufatura Reversa**, 2013.
- AFROZ, R.; MASUD, M. M.; AKHTAR, R. et al. (2013), “Survey and analysis of public knowledge, awareness and willingness to pay in Kuala Lumpur, Malaysia- a case study on household WEEE management”, **Journal of Cleaner Production**, Vol. 52, No. 1, pp. 185-193.
- ALMEIDA, G. S.; SILVA, D. D. S.; TRINDADE, C. S.; SALES, L. L. N. Destinação final de pilhas e baterias: estudo de caso São Luís, Maranhão. **Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da Undb**, [s/l], v. 1, n. 4, p.1-10, jul. 2016.
- AQUINO, J. G.; MOURA, G. J. B.; EL-DEIR, S.; MELLO D. P. Perigos relativos ao descarte inadequado de resíduos eletroeletrônicos domésticos. **In: Encontro Pernambuco de Resíduos Sólidos – EPERSOL. Resíduos sólidos: Gestão em indústrias e novas tecnologias**. Recife, 2017, p. 174.
- BERNSTAD, A.; JANSEN, J. C.; ASPEGREN, H. Property-close source separation of hazardous waste and waste electrical and electronic equipment : a awedish case study. *Waste Management*, v. 31, p. 536-543, 2011.
- BEZERRA, A. P. X. G.; ZAPONI, J. R. C.; MOTA, A. M. V.; HOLANDA, R. M. de. Gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos do centro administrativo do Complexo Industrial Portuário governador Eraldo Gueiros–SUAPE. **In: Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos- EPERSOL. Resíduos sólidos: Gestão em indústrias e novas tecnologias**. Recife, 2017, p. 104.
- BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, **Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 79, 28 abr. 1999.
- BRASIL. **Resolução do CONAMA nº 401, de 04 de novembro de 2008**. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 de novembro de 2008.
- BRASIL, **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2010.
- BRASIL, Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), “**Abril de 2015 fecha com 283,52 milhões de acessos móveis**”, 19 de maio de 2015.
- CONTE, A. A.; Ecoeficiência, logística reversa e a reciclagem de pilhas e baterias: revisão. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, [s.l.], n. 39, p.124-139, mar. 2016.
- COSTA, A. P. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos no município de Palmas/TO**. 110f. Monografia (Graduação em Tecnologia Ambiental), Faculdade Católica do Tocantins. Palmas. 2005.
- DEMAJOROVIC, J; HUERTAS, M. K. Z.; BOUERES, J. A.; SILVA, A. G.; SOTANO, A. S.; Logística Reversa: Como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares? **Revista de Administração de Empresas**, Brasil, v. 52, n. 2, p. 165-178, mar-abr. 2012.
- DE MARCO, E.; BILHALVA, L. Estudo do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Município de Cotiporã – RS. *Revista Monografias Ambientais - REMOA*, v.14, n.3, p.18-26, Set-Dez 2015.

- HEMPE, L.J.; HEMPE, C. A Logística Reversa à Serviço do Desenvolvimento Sustentável e o Papel da Escola com Relação à Educação Ambiental. **Revista Monografias Ambientais Santa Maria**, Edição Especial Curso de Especialização em Educação Ambiental, p. 17–25, 2015.
- LI J. et al.; Removal of refractory organics in nano filtration concentrates of municipal solid waste leachate treatment plants by combined Fenton oxidative-coagulation with photo e Fenton processes. **Chemosphere** n.146, p. 442–449, 2016.
- MATTOS, K. M. da C.; PERALES, W. J. S. **Os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico e o uso da logística reversa para minimizar os efeitos causados ao meio ambiente**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28., 2008, Rio de Janeiro. Anais... ABEPRO, 2008.
- MINAS GERAIS. FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Feam lança estudo sobre resíduos eletroeletrônicos**, 8 de junho de 2009.
- OLIVEIRA, C.; BERNARDES, A. GERBASE, A. Collection and recycling of electronic scrap: a worldwide overview and comparison with the Brazilian situation. **Waste Management**. Elsevier, 32, ed.8, 1592-1610. 2012.
- PACHECO, G. J.; CAMPOS, T. M. P.; NASCIMENTO, D. L. M. (2018). Análise do sistema de gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos da Alemanha e suas influências na logística reversa do município do Rio de Janeiro, **Revista Sistema & Gestão**, v. 13, n. 4.
- REIDLER, N. M. V. L.; **Tendências de destinación de los aparatos eléctricos y electrónicos fuera de uso em La Provincia de Cádiz y em El Municipio de São Paulo – Brasil**. In: Anais do X Congreso del Medio Ambiente – CONAMA, 10 – Madrid, 22 a 26 de nov. 2010.
- ROBINSON, B. E-waste: an assessment of global production in a environmental impacts. **Science of the total environment**, (408), 183-191. 2009.
- SMOL, M.; AVDIUSHCHENKO, A.; KULCZYCKA, J. (2016), "Circular economy (CE) assumptions in WEEE management: Polish case study", **Economic and Environmental Studies**, Vol. 16, No. 4, pp. 531-549.
- SIGRIST, C. S.; FONSECA, L.F; VEIGA, J.M; PAIVA, J.M.; MORIS, V.A. Desenvolvimento de Ponto de Coleta de Resíduos Eletroeletrônicos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1423-1438, maio/ago. 2015.
- SOUSA, T.; **Análise da Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos em Brasília e seu entorno**. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Gestão Ambiental, Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília, 2015.
- SOUZA, R. G.; CLIMACO, J. C. N.; SANT'ANNA, A. P.; ROCHA, T. B.; VALLE, R. A. B.; QUELHAS, O. L. G. Sustainability assessment and prioritization of e-waste management options in Brazil. **Waste Management**, v. 57, 2016. p.46-56.
- VAISHNAV, D.; DIWAN, R. E-waste management: an overview. **Recent Research in Science and Technology**, (05), 92-97, 2013.
- ZHOU, Y.; WU, W.; QIU, K. (2011), "Recycling of organic materials and solder from waste printed circuit boards by vacuum pyrolysis-centrifugation coupling technology", **Waste Management**, Vol. 31, No. 12, pp. 2569-2576.

**CAPÍTULO 6. PLANO DE
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

6.1. REDUÇÃO DE CUSTOS E GERAÇÃO DE RENDA COM A REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

ANDRADE, Carlla Rafaella de Barros

Universidade Federal de Pernambuco

carlla.rafaella@hotmail.com

PASSOS, Bruno Conde

Universidade Federal de Pernambuco

bcondepastos@gmail.com

GONZAGA, Nathália Lins

Universidade Federal de Alagoas

nathalia.lgonzaga@gmail.com

PATEZ, Ricardo Rocha

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

ricardopatez@outlook.com

RESUMO

Atualmente no Brasil, o ramo da construção civil é responsável por produzir grande parte do volume total dos resíduos sólidos descartados. Devido aos impactos ambientais produzidos por este setor, as práticas sustentáveis estão cada vez mais presentes no mesmo. Em cidades que não possuem aterros sanitários, os resíduos produzidos são descartados em lugares impróprios causando degradação ambiental. O reaproveitamento deles é fonte de renda para as classes menos favorecidas e de grande importância para a manutenção da qualidade da saúde coletiva. Com o apoio da construtora responsável pelo empreendimento e em parceria com outras empresas utilizaram-se os resíduos gerados para confecção de produtos reutilizados dentro da própria obra, dando ao canteiro desta, a qualidade de ser ecologicamente correto. É perceptível como uma simples mudança de hábito pode originar redução de impactos ambientais causados por obras de grande porte através de parcerias entre as construtoras e artesãos locais. Assim, foi alcançado um equilíbrio entre três pilares importantes neste ramo que são: ambiental, econômico e social.

PALAVRAS-CHAVE: Reaproveitamento, Sustentabilidade, Canteiro de obra.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos centros urbanos vem gerando o crescimento exponencial da degradação dos recursos naturais, deixando-os cada vez mais escassos em nosso cotidiano. Com isto a busca por alternativas que auxiliem o crescimento econômico em paralelo com o desenvolvimento sustentável vem ganhando cada vez mais espaço no ramo da construção civil (BRASILEIRO; MATOS, 2015). A prática do reaproveitamento de resíduos sólidos, além de gerar renda para classes menos favorecidas, proporciona a redução de custos na confecção de novas mercadorias. Para Marinho (2015, p.16), “diante de tantos problemas ambientais verificados no Brasil, surge à necessidade da consciência pela responsabilidade socioambiental por parte de todos os segmentos envolvidos na cadeia produtiva da construção civil”. Assim, segundo Fanta e Sarmento (2015, p. 28):

Nos últimos anos, os municípios brasileiros vêm sofrendo alterações em suas gestões, envolvendo maior preocupação com as questões ambientais. Estas mudanças vêm partindo principalmente da consolidação das Leis Federais 11.445/07 (BRASIL, 2007) e 12.305/10 (BRASIL, 2010), que estabelecem, respectivamente, as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico e a Política Nacional de Resíduos Sólidos e determinam a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, como pré-requisito para obtenção de recursos da União.

Orientada por estas Leis e pela resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), que estabelece critérios e diretrizes para procedimentos de gestão de resíduos da construção civil, a obra do Conjunto Novo Jardim, na cidade de Maceió – AL, colocou em prática uma solução para o reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados ao longo do empreendimento. A atenção imposta no manuseio correto desta prática ocasionou na criação de uma metodologia criativa dentro da própria obra, gerando produtos utilizados no empreendimento, que antes eram comprados, através da reutilização destes materiais. Os resultados e metodologia desta ação é abordado no presente trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o aumento da população e migração da zona rural para o centro urbano, a construção civil vem se tornando um dos principais vilões da atualidade, sendo responsável por grande parte do volume total do lixo produzido, que poderia ser reaproveitado, reutilizado ou/ reciclado dentro das próprias construções. Dessa maneira a implementação de práticas sustentáveis tem se destacado cada vez mais, cujo principal objetivo é a diminuição do uso de recursos naturais disponíveis para evitar a sua escassez futura.

A partir da década de 1990, com o advento da sustentabilidade, os gestores estão moldando suas ações no tocante à responsabilidade social corporativa, uma vez que a construção civil agrega um quantitativo de obras de construção civil no Brasil, sendo esta responsável por grande quantidade de resíduos sólidos nos aterros sanitários. Neste sentido, gestores buscam melhorias com ações de responsabilidade social corporativas com o uso de ferramentas para minimizarem os impactos negativos ambientais, visando

melhoria contínua a fim obter um bom relacionamento com o meio ambiente (GONÇALVES; SILVA, 2016, p. 2).

De acordo com Ministério do Meio Ambiente (2014) a gestão integrada dos resíduos sólidos inclui todas as ações voltadas à implementação de soluções, procedimentos e regras. O maior desafio desse processo é a articulação entre os entes federativos e os demais atores sociais envolvidos no manejo dos resíduos sólidos.

A classificação dos resíduos de construção civil se dá em quatro classes:

I. Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II. Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III. Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação;

IV. Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros. (LIMA, 2017, p. 4)

De acordo com Mondelli e Tashima (2016, p. 1) a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece uma hierarquia de ações para gestão ambientalmente adequada dos resíduos: primeiramente, a não geração, em seguida, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, por fim, a disposição final dos rejeitos.

No município de Maceió, Alagoas, a capacidade de intervenção do homem no meio urbano é vista de forma nítida através da observação da paisagem. É comum vermos o acúmulo inadequado de resíduos sólidos urbanos (RSUs) em diversos pontos da cidade, formando verdadeiros lixões a céu aberto. Tal problemática pode ser explicada devido ao crescimento desordenado, ausência de conscientização ambiental e carência de infraestrutura e de políticas públicas que visem uma melhor gestão dos resíduos sólidos (PIMENTEL et al., 2015, p. 134).

De acordo com Alves e Santos (2019) a reciclagem é um dos princípios fundamentais na análise do Ciclo de Vida, sendo uma técnica pela qual os materiais usados e recuperados podem retornar ao processo produtivo reduzindo a necessidade de extração de recursos do meio ambiente. Dessa forma, associar o conceito de sustentabilidade à prática de atividades construtivas configura-se numa crescente necessidade para a sociedade e uma importante ferramenta competitiva para as organizações (BARROS, 2017).

A quantidade expressiva de entulhos gerados em obras de grande porte vem aumentando de forma progressiva os impactos ambientais. Porém, grande parte dos resíduos despejados podem ser reutilizados para desenvolver novas funções, basta apenas serem separados na hora

do despejo e serem direcionados para um local de triagem. Dessa forma, segundo Leite et al. (2018) faz-se necessário o desenvolvimento de uma gestão adequada destes materiais, através de uma maior intervenção governamental no sentido de auxiliar os gestores a desenvolver medidas de diminuição desses impactos ambientais. Para Dezordi et al. (2017, p.3), “a construção civil vem buscando de uma forma tímida a conciliação com o meio ambiente, por ser um dos setores que mais utiliza dos recursos naturais, deveria ser a que mais se preocupa com a fonte de recurso”.

Dessa forma, mostra-se necessário a busca por formas de reaproveitar os resíduos gerados pela construção civil, a fim de minimizar a exploração dos recursos naturais e o descarte desnecessário de materiais. Além disso, atualmente, o descarte de materiais é feito muitas vezes de forma indevida gerando problemas não só ao meio ambiente como a saúde humana (RIBEIRO; MOURA; PIROTE, 2016). De acordo com Figueiredo (1994), todo o processo econômico gera resíduos. Mesmo sendo considerado inserível por grande parcela da sociedade, os resíduos possuem aproximadamente, 40% de materiais recicláveis. Esta parte reciclável é atrativa econômica, energética ou ambientalmente.

Devido aos grandes volumes gerados, os resíduos de construção civil (RCC) têm merecido especial atenção de pesquisadores que buscam não apenas reduzir sua geração, mas também viabilizar a sua reutilização, reciclagem e manejo sustentável, buscando incrementar nestes materiais valor agregado de mercado, além de reduzir a demanda por recursos naturais (FILHO; STOROPOLI; DUARTE, 2014, p. 929).

Nesse contexto, para Constante e Andrade (2016, p. 18) “a crescente preocupação com os temas ambientais e a grande geração de resíduos provenientes da construção civil fez com que os governos passassem a legislar sobre o tema e regulamentar as formas de acondicionamento, transporte e descarte dos resíduos”.

É importante ressaltar que a maioria dos recursos naturais utilizados neste ramo vem de fontes esgotáveis, sendo advindas de regiões específicas. Projetos como este têm como premissa tornar a construção sustentável em aspectos ambientais, sociais e econômicos, baseados na redução e reaproveitamento dos resíduos sólidos (GONÇALVES, 2016). Auxiliam também na manutenção do equilíbrio entre a qualidade de vida dos centros urbanos e do ecossistema da região do empreendimento. Com base nisto, toda construção deve possuir um plano de prevenção e redução dos resíduos produzidos, o que pode ser obtido através de programas específicos para diminuição desses impactos gerados, como aplicação de métodos de produção limpa, presente durante todo o processo de construção e vida útil de uma edificação (SILVA; BICALHO; OLIVEIRA, 2018). Para Sisinho e Moreira (2015, p. 1896), “esses programas e certificações exigem padrões de qualidade que estão sendo requisitados cada vez mais pelo mercado competitivo, por consumidores e pelos órgãos de fiscalização”.

Com o foco nos pilares da sustentabilidade, o Decreto nº 5.940/2006 instituiu a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta na fonte geradora e sua destinação às associações e cooperativas de catadores (MORAES; HOLLNAGEL, 2014, p. 5).

A partir da premissa do decreto em questão, todos os responsáveis pela geração de resíduos sólidos na construção civil devem ser encarregados de efetuar medidas efetivas para uma gestão adequada durante a execução do empreendimento, onde a prioridade é a não geração destes materiais e posteriormente a redução, reaproveitamento e destino final dos mesmos, sejam eles de reformas, reparos ou demolições de estruturas e estradas, ou aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos. É de responsabilidade do município estabelecer ações para que seja cumprida a legislação, além de disponibilizar uma área própria para o depósito desses materiais (FREITA et al., 2016).

3. METODOLOGIA

Em obras de grande porte a quantidade de restos de materiais produzidos possui sempre um valor considerável, como madeiras, latas de alumínio e tubos de PVC. Diante disto, foi realizado um estudo no Residencial Novo Jardim, localizado no bairro da Cidade Universitária, no município de Maceió - AL, sobre a redução dos custos de produtos através da reutilização dos restos de materiais gerados pela construção civil e com isso gerar alguma renda para os artesãos colaboradores, dessa maneira foi elaborado um plano de gerenciamento para o não desperdício dos restos de materiais.

Com o objetivo de conseguir uma edificação com desenvolvimento sustentável fez-se necessário realizar mudanças na gestão da obra, sendo um fator decisivo para a realização do trabalho, o apoio da construtora Engenharq e a parceria realizada com a empresa GR Artes em PVC, onde o seu proprietário era um artesão que obteve sucesso apostando na produção de peças com os restos dos materiais derivados da obra. Os produtos confeccionados passaram por inspeção do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), onde este ficou bastante satisfeito com a qualidade e os detalhes de acabamento dos materiais produzidos. Uma das principais apostas de produção dos materiais consiste no uso de tampas de caixas d'água, e tubos de PVC e latas de tinta, usados para produzir guarda-sóis para áreas de laser (Figura 1), cadeiras (Figura 2), placas para identificação no empreendimento (Figura 3), chaveiros (Figura 4) e luminária e lixeiras.

Figura 1: Guarda-sol confeccionado com material reciclado



Fonte: Autor

Figura 2: Cadeiras confeccionada com material reciclado



Fonte: Autor

Figura 3: Placa de identificação do empreendimento confeccionada com material reciclado



Fonte: Autor

Figura 4: Chaveiro confeccionado com material reciclado.



Fonte: Autor

O principal fator para o sucesso desta aplicação foi a parceria entre uma construtora local e uma empresa local, onde percebeu-se a possibilidade de reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados durante a obra. A empresa localizada ao lado do empreendimento é especializada na confecção de artefatos artesanais criativos com acabamento de qualidade e de grande utilidade no cotidiano, usados dentro da obra, podendo também ser comercializados exteriormente. Através de dados coletados antes da fabricação destes artigos e depois da comercialização dos produtos confeccionados, através do orçamento da obra, foi realizado um estudo comparativo da redução de custos gerado após a substituição da compra destes produtos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Redução de Custos

A necessidade de um plano de gestão e gerenciamento possibilita o aumento da qualidade de vida útil do empreendimento através de práticas recomendadas pela saúde pública e manutenção do meio ambiente. Normalmente a reutilização destes resíduos não está relacionada a causas nobres, por exemplo, a diminuição do uso de matérias-primas, mas sim a economia gerada no decorrer da execução da obra, visto que há a substituição de materiais, que deveriam ser comprados por materiais reaproveitados e pela redução do volume a ser disposto em aterros regulamentados. Para que se possa entender melhor o processo de reaproveitamento dos resíduos sólidos, tomou-se como exemplo a confecção de chaveiros artesanais com os restos dos materiais. Antes de reaproveitá-los, os mesmos eram comprados em lojas especializadas externamente, com custos mais elevados (Tabela 1).

Tabela 1: Chaveiros comprados e chaveiros artesanais

Item	Comercial de Mercado	Artesanal de PVC
Produto	Chaveiros	Chaveiros
Quantidade	2500	2500
Preço	R\$ 7,45	R\$ 2,65
Total	R\$ 18.625,00	R\$ 6.625,00

Fonte: Autor

A simples prática de reutilização de materiais que não servem mais para a sua função original, como os restos de tubos de PVC foram determinantes para que se iniciasse a produção artesanal de chaveiros, isto implicou em uma economia de cerca de R\$ 12.000,00.

4.2. Redução dos Impactos Ambientais

Com a ausência do gerenciamento de resíduos produzidos e as diretrizes que podem ser tomadas para amenizar tais impactos ambientais aumenta o índice de desperdícios dos materiais indiretas e resíduos acumulados no canteiro de obras. Contudo foi possível notar que com a segregação e o transporte adequado dos resíduos, assim como seu reaproveitamento dentro da obra, amenizou os impactos ambientais que seriam causados ao meio ambiente, evitando o descarte em locais impróprios e o armazenamento incorreto de resíduos que são contaminantes para o meio ambiente, bem como favoreceu as políticas sociais e de conscientização entre os colaboradores do canteiro de obras.

Com a reutilização dos resíduos sólidos as vantagens geradas são inúmeras, como a conservação das matérias primas, a redução da degradação ambiental, a criação de novos negócios para geração de empregos, entre inúmeras outras. Porém, há seus pontos negativos, como tempo para separação e recolha dos materiais, custos para produção de novos produtos, instabilidade do mercado, entre outros. Outros trabalhos estudaram a importância e impactos gerados pelo reaproveitamento do resíduo da construção civil, como pode-se citar Oliveira et. al (2016) que estudou viabilidade da utilização de resíduos de construção e demolição como agregado para concreto e camadas de pavimentos, que semelhante ao apresentado neste trabalho, Oliveira et. al (2016) constatou que a reutilização desses resíduos se mostrou uma alternativa economicamente e ambientalmente viável.

5. CONCLUSÕES

Conforme o estudo apresentado no decorrer do trabalho foi mostrado como uma simples mudança no setor de gestão de qualidade gerou o desenvolvimento de maneira sustentável, nos quesitos econômicos, sociais e principalmente ambientais. A importância que existe na recuperação e transformação dos desperdícios gerados no ramo da construção civil traduz-se na possibilidade de aquisição de materiais por preços mais favoráveis que o dos mesmos materiais antes da sua primeira utilização. O princípio da reciclagem é uma prática utilizada em todos os âmbitos que implicam conservação e manutenção dos recursos naturais da Terra e na resolução de problemas de poluição ambiental decorrentes desta evolução. A redução de custo gerada através do fornecimento dos chaveiros artesanais comprados da empresa de reutilização foi de aproximadamente 64% em cima da empresa de confecção com materiais de primeira mão.

REFERÊNCIAS

ALVES, T. E. R.; SANTOS, M. S. F. A Gestão de Resíduos da Construção Civil em Teresina – Piauí. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 15, n. 1, p. 112- 124, 2019.

BARROS, L. Gestão Ambiental em Projetos: sustentabilidade na construção civil. **Revista Especialize On-line –IPOG**, Goiânia, n. 18, v. 1, p. 1-17, 2017.

BRASIL. Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá

outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 15 maio 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305/10, de 12 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2010/lei-12305-2-agosto-2010-607598-publicacaooriginal-128609-pl.html>>. Acesso em: 15 de maio de 2019.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Revista Cerâmica**, v. 61, p. 178-189, 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 15 maio 2019.

CONSTANTE, R.; ANDRADE, J. J. O. Avaliação das práticas de gerenciamento de resíduos nas construtoras de Porto Alegre (RS, Brasil) através da análise de estudos de caso. **Revista Espacios**, v. 37, n. 12, p. 18, 2016.

DEZORDI, A. P. R.; VIEIRA, E. P.; SAUSEN, J. O. Impactos nos Custos Ambientais dos Resíduos Gerados na Construção Civil. In: Congresso Brasileiro de Custos, 24., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABC, 2017.

FAITA, M. M.; SARMENTO, L. A. V. Gestão dos Resíduos da Construção Civil: Estudo de Caso em Uberaba. **Revista Colloquium Exactarum**, v. 7, n. 4, p. 26 – 35, 2015.

FIGUEIREDO, P. J. M. **A Sociedade do Lixo: os Resíduos, a Questão Energética e a Crise Ambiental**. Piracicaba: Editora UNIMEP, 1994. 240 p.

FILHO, J. A. P.; STOROPOLI, J. H.; DUARTE, E. B. L. Viabilidade Econômica da Utilização de Resíduos de Demolição Reciclados na Execução do Contrapiso de um Edifício Localizado na Zona Leste da cidade de São Paulo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGE**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 928-943, 2014.

FREITA, C. L. V.; SANTOS, V. M. L.; JÚNIOR, J. E. S.; SILVA, T. C. C. Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD): Um Estudo de Caso na Usina de Beneficiamento de Resíduos de Petrolina-PE. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 93-109, 2016.

GONÇALVES, D. B. A Gestão de Resíduos da Construção Civil no Município de Sorocaba-SP. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 11, n. 2, p. 15-26, 2016.

GOLÇALVES, J. S.; SILVA, F. P. Gestão dos resíduos sólidos: Análise dos processos de reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil em duas empresas no município de Rondonópolis-MT. In: IV Congresso de Administração do Sul de Mato Grosso, 4., 2016, Mato Grosso do Sul. **Anais...** Mato Grosso do Sul: Editora UFMG, 2016. p. 1-22.

LEITE, I. C. A.; DAMASCENO, J. L. C.; REIS, A. M. R.; ALVIM, M. Gestão de Resíduos na Construção Civil: Um Estudo em Belo Horizonte e Região Metropolitana. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 14, n.1, p. 159-175, 2018.

LIMA, C. F. O. Gestão dos resíduos da construção e demolição (RCD) e análise de suas estimativas em obras de João Pessoa. **Revista Especialize online**, v. 1, n. 13, jul. 2017.

MARINHO, J. L. A. Tratamento de resíduos da construção civil: Parcerias de políticas públicas visando a sustentabilidade. In: Seminário de Demandas Sociais e Políticas Públicas na Sociedade Contemporânea, 11., 2015, Santa Cruz do Sul. **Anais...** Santa Cruz do Sul: UNISC, 2015.

MORAES, F. F. C.; HOLLNAGEL, H. C. Possibilidades práticas de redução do gasto público com a gestão de resíduos sólidos nas áreas administrativas do setor público e estratégias de contabilização dos resultados econômicos, sociais e ambientais. In: Congresso Consad de Gestão Pública, 7., 2014, Brasília. **Anais...** Brasília: CONSAD, 2014.

PIMENTEL, A. K. S.; RIBEIRO, I. B. G.; ARAÚJO, K. K. S. Descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros Vergel do Lago e Jatiúca em Maceió - AL. In: EL-DEIR, S. G.; PINHEIRO, S. M.; AGUIAR, W. J. (Org.). **Resíduos sólidos: práticas para uma gestão sustentável**. 1.ed. Recife: EDUFRPE, 2016. p. 286- 296. Disponível em: <<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

RIBEIRO, D.; MOURA, L. S.; PIROTE, N. S. S. Sustentabilidade: Formas de Reaproveitar os Resíduos da Construção Civil. **Revista Ciências Gerenciais**, v. 20, n. 31, p. 41 – 45, 2016.

SILVA, G. D.; BICALHO, S. F.; OLIVEIRA, M. S. C. Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em um Condomínio no Município de Vitória da Conquista – BA. In: MELLO, D. P.; EL-DEIR, S. G.; SILVA, R. C. P.; SANTOS, J. P. O. (Org.). **Resíduos Sólidos: Gestão Pública e Privada**. 1.ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 276 – 291. Disponível em: <<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 14 mai. 2019.

SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Ecoeficiência: um instrumento para redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimento de saúde. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, nov./dez. 2015.

TASHIMA, G. H. M; MONDELLI, G. Reflexão sobre os conceitos de rejeitos na lei e na prática paulista. In: EL-DEIR, S. G.; MELO, A. M.; SOUTO, T. J. M. P. (Org.). **Resíduos sólidos: O desafio da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos face aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. 1.ed. Recife: EDUFRPE, 2016. p. 417- 425. Disponível em: <<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

6.2 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL APLICADO NA CONSTRUÇÃO DE UMA PRAÇA EM SÃO LUÍS – MA

SANTOS, Mikhael Ferreira da Silva
Via Vidrih Engenharia e Meio Ambiente
mikhael.santos@ufpe.br

FERREIRA, Cláudio Augusto Bonora Vidrih
Via Vidrih Engenharia e Meio Ambiente
casvidrih@uol.com.br

GUEDES, Flávio Leôncio
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Grupo de Gestão Ambiental de Pernambuco da
Universidade Federal Rural de Pernambuco (Gampe/UFRPE)
f_l_guedes@hotmail.com

FERREIRA, Nádia Horiye
Via Vidrih Engenharia e Meio Ambiente
nahoriye@gmail.com

RESUMO

É notória a importância de um planejamento dos resíduos gerados por uma obra deste porte, sendo previstas as adequadas formas de acondicionamento, disposição, transporte e destinação final. Além de contemplar as exigências legais vigentes, a sociedade é beneficiada por esses dispositivos de qualidade aplicados à construção civil. Nesse sentido, o presente trabalho é produto de ações realizadas em São Luís – MA, referente ao Programa de Revitalização do Centro Histórico de São Luís. Trata-se do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Construção Civil (PGRCC) para a obra da praça da Misericórdia, sendo uma das mais antigas da cidade de São Luís.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos, Resíduos de Construção Civil, RCC.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores mais importantes da economia de um país, fato que pode ser facilmente verificado com sua participação no Produto Interno Bruto (HALMEMAN; SOUZA; CASARIN, 2009). Não obstante, a construção civil é uma atividade de grande impacto ambiental, pois utiliza os recursos naturais para transformá-los em produtos com diversas finalidades construtivas (LIMA; SILVA, 2016). Esse processo de transformar os recursos é responsável por grande parte dos resíduos gerados atualmente (LIMA; CABRAL, 2013). Em 2005, era estimada a geração de 68,5 milhões de toneladas produzidas pela indústria da construção civil (ANGULO, 2005). No ano de 2007, estimaram-se 75 milhões de toneladas de resíduos de construção civil (RCC), sendo representada por 50% de resíduos urbanos (LOVATO, 2007).

A questão ambiental aplicada nas atividades de construção civil ganhou grande relevância nos últimos anos, principalmente com a preocupação da escassez de recursos naturais (SILVA; FARIAS, 2016). Pelos efeitos irreversíveis ao meio ambiente, levou-se a um conceito de construção sustentável, baseado na prevenção de resíduos sólidos (VAZQUEZ, 2011). De acordo com Oliveira *et al.* (2005), cerca de 60% dos RCC podem ser reutilizados. Em Salvador, por exemplo, a maior parcela é de concreto e argamassa (aproximadamente 53%), enquanto 22% são de solo e areia, materiais estes com alto potencial de reciclagem na produção de agregados reciclados (CARNEIRO; BRUM; CASSA, 2001).

A composição gravimétrica do RCC é um importante parâmetro com diversas aplicações, principalmente quando se trata da disposição final dos resíduos. Entender a distribuição fracionária possibilita fornecer alternativas de tratamento e aproveitamento para cada RCC (CORNELLI *et al.* 2006, ARAUJO; LIMA, 2016). No Brasil, existem diversas pesquisas tecnológicas que envolvem o uso do RCC, como na utilização de agregados reciclados na fabricação de argamassa (ASSUNÇÃO; CARVALHO; BARATA, 2007), em concretos (CABRAL, 2007), em pavimentos (LIMA, 2008) e em solos com reforço com fins estruturais (SANTOS, 2007). O presente trabalho é produto de ações realizadas em São Luís – MA, referente ao Programa de Revitalização do Centro Histórico de São Luís. Trata-se do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Construção Civil – PGRCC para praça da misericórdia.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Considerações básicas sobre resíduos sólidos

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004a) define resíduos sólidos como um sólido ou semissólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. O Brasil apresenta um quadro gravíssimo quando se fala de resíduos sólidos, devido à ausência de ações voltadas para gestão desses resíduos. No trabalho de Marques Neto (2009) tem-se um panorama dos resíduos sólidos no Brasil, chegando a conclusões bastante preocupantes, pois dos 5.564 municípios brasileiros, 61% dispõe inadequadamente seus resíduos. Essa situação está em total desconformidade com os instrumentos públicos de gestão, tais como:

- Lei nº 11.107 – dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos (BRASIL, 2005);
- Lei nº 11.445 – estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para política federal de saneamento básico (BRASIL, 2007);
- Lei nº 12.305 – que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Lima (2008) afirma que os resíduos sólidos podem ser classificados em relação a diversas finalidades. A NBR 1004 (ABNT, 2004a) classifica os resíduos de acordo com suas classes, levando em conta o risco potencial ao meio ambiente e/ou as saúdes públicas. Tem-se, portanto:

- Resíduo Classe I – são os perigosos: apresentam pelo menos uma das características como inflamável, corrosível, reativo, tóxico ou patogênico;
- Resíduos Classe II – são os não perigosos, tal como madeira, alimentos, etc.;
- Resíduos Classe II A – resíduos não inertes;
- Resíduos Classe II B – resíduos inertes.

Não obstante, a classificação trazida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) é a mais conhecida e difundida, seguindo os seguintes critérios:

- Resíduos domiciliares;
- Resíduos de limpeza urbana;
- Resíduos sólidos urbanos;
- Resíduos de abastecimentos comerciais e prestadores de serviços;
- Resíduos de serviços públicos de saneamento básico;
- Resíduos industriais;
- Resíduos de serviço de saúde;
- Resíduos de construção civil;
- Resíduos agrossilvopastoris, de serviço de transporte e mineração.

2.2 Resíduos da construção civil (RCC)

A terminologia Resíduos de Construção Civil (RCC) pode ser considerada como sinônimo de entulho, definido pela Resolução nº 307 do Conama (BRASIL, 2002) como resíduos ou restos de obras de construção civil: tijolos, blocos cerâmicos, solos, rochas, metais, gesso, plástico, tubulações, fiação elétrica, pavimento asfáltico, argamassa, madeiras, tintas, compensado e diversos outros tipos. Alguns outros autores, tais como Pinto e Gonzáles (2005), Bultler (2007) e Marques Neto (2009) utilizam a terminologia Resíduos de Construção e demolição (RCD). Pinto e Gonzáles (2005) realizaram um estudo sobre a geração de resíduos sólidos em diversas cidades brasileiras e revelaram que os RCC provêm de diversas fontes, onde se observa que a maior porcentagem está ligada a obras de reformas, ampliações e demolições, cerca de 59%. Isso porque envolvem serviços que é impossível não gerar RCC. Portanto, obras de reforma e afins necessitam de um controle bem mais rigoroso que obras novas criadas, pois a produção de RCC é mais significativa.

Formoso *et al.* (1998) identificou que grande parte dos resíduos gerados ocorre na fase de construção devido às deficiências no processo produtivo. Outros fatores que podem ser associados é a má qualidade do material, perdas no transporte e armazenamento e sempre que houver retrabalho devido a alguma falha durante o processo construtivo.

Vazquez (2001) afirma que a geração de RCC no Brasil está entre 230 a 660 kg por habitante/ano. Na maioria das cidades brasileiras a porcentagem de RCC em relação ao total de resíduos sólidos gerados chega a 50%, alguns casos chegando até 70% como em Ribeirão Preto (SP) e São José dos Campos (SP). A ocupação dos espaços urbanos, sem a preocupação com a sustentabilidade, o que ocorre na maioria das cidades brasileiras, representa grandes impactos ao meio ambiente, até devido à destinação final dos resíduos (PINTO; GONZÁLES, 2005).

2.3 Sistema de coleta e transporte dos RCC

Segundo a resolução n° 307 do Conama (BRASIL, 2002), a responsabilidade do manejo e destinação dos RCC é estritamente do gerador. Não obstante, é comum realizar a terceirização desse serviço, o que ocorre na maioria das vezes. Uma preocupação é que nem sempre as empresas descartam os RCC nos locais autorizados pela prefeitura municipal. Esse panorama ocorre, conforme descrito por Marques Neto (2009), devido a:

- Falta de fiscalização e controle do poder público municipal;
- Alto custo com combustível e manutenção para as coletoras;
- Ausência de incentivo ao desenvolvimento de metodologia de triagem e beneficiamento do RCC;
- Inexistência do mercado financeiro para o uso do RCC.

É importante enfatizar que além das empresas responsáveis pela coleta do RCC, os coletores autônomos que utilizam veículos isolados datados de carroceria, representa uma parcela importante na coleta e transporte destes resíduos (ESKANDARI; HOMAE; FALAMAKI, 2016) (KITA, 2014) (LASSA; NUGRAHA, 2015) (OGIE *et al.*, 2017).

2.4 Destinação dos RCC

O setor da construção civil deve ter a premissa de não gerar resíduos, mas se gerar deve garantir sua utilização, reciclagem ou destinação final adequada (PINTO; GONZÁLES, 2005). A própria resolução n° 307 do Conama afirma que o município tem a responsabilidade de estabelecer ações para que a mesma seja cumprida (BRASIL, 2002).

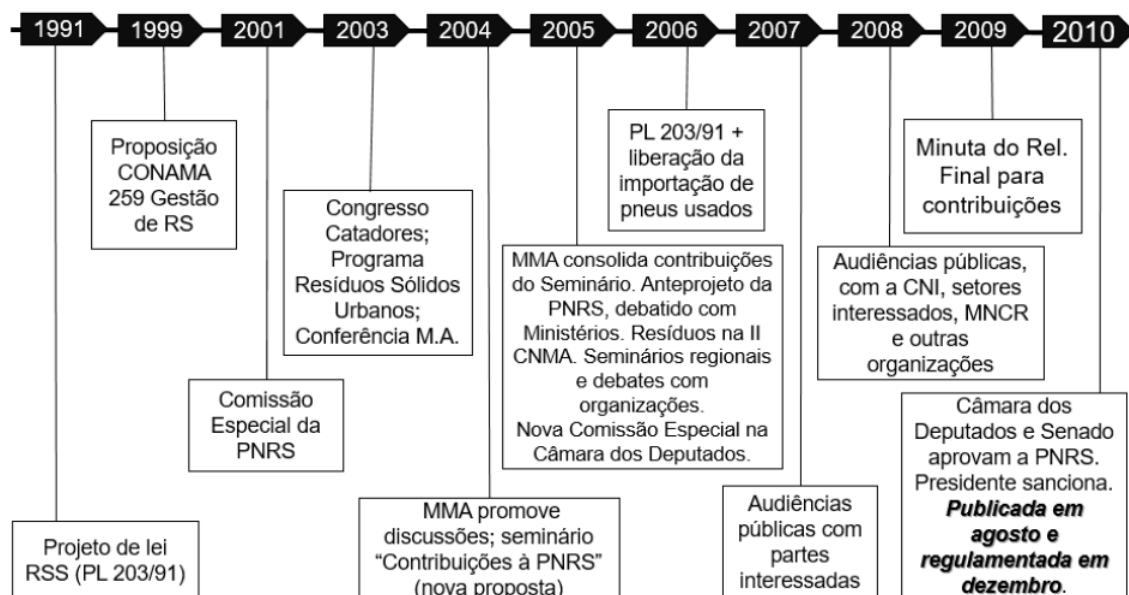
Pinto e Gonzáles (2005) realizaram pesquisas sobre a destinação final em diversas cidades brasileiras. Uma grande parcela dos municípios estudados tem como destinação final locais inadequados, tais como Guarulhos (SP), Uberlândia (MG), Santo André (SP), Piracicaba (SP) e Vitória da Conquista (BA). Geralmente, as deposições finais tem origem no descarte inadequado decorrente da execução de pequenas obras, realizada pela parcela da população urbana com menor aparato financeiro, o que inviabiliza a contratação de coletores devidamente autorizados. Isso porque os problemas de disposição irregulares ocorrem com mais frequência em bairros na periferia, habitado por classe menos favorecida, onde existem diversas áreas sem uso (terreno baldio), estradas sem pavimentação, nenhuma fiscalização, dentre outros (PINTO; GONZÁLES, 2005). Pinto (1999) afirma que tais disposições implicam em impactos ambientais significativamente negativos. Isso porque além de agredir a qualidade do ambiente e paisagem local, prejudicam a drenagem urbana, assoreia córregos e rios, podendo ser um fato considerável em desastres naturais (PRASAD; NARAYANAN, 2016).

Nesse sentido, é imprescindível as ações políticas públicas voltadas à gestão dos RCC nos municípios, com o intuito de minimizar, principalmente, os impactos decorrentes de uma gestão deficiente de resíduos de construção civil ou resíduos de construção e demolição (YIN et al., 2016; WAKABAYASHI et al., 2017; DE LIMA et al., 2017).

2.5 Síntese dos aspectos legais pertinentes

Quanto aos aspectos legais, a princípio é importante destacar dois marcos legais em relação ao meio ambiente. Um deles está destacado na Constituição Federal de 1988, em seu Art. n° 225, alicerce de toda legislação ambiental brasileira, afirmando que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988). O outro marco encontra-se na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), lei n° 6.938/1981, que causou uma significativa mudança no panorama ambiental, pois é a estrutura de todas as outras legislações. Depois de muitos processos, em 2 de agosto de 2010, foi sancionada a Lei n° 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, fornecendo definições a respeito dos tipos de resíduos e da gestão dos mesmos (figura 1)

Figura 1. Linha do tempo da Política Nacional de Resíduos Sólidos



Fonte: Halmeman et al. (2009).

Vale destacar a resolução n° 307/2002 publicada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que determinou o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil, cabendo aos municípios, incluindo o Distrito Federal, buscar soluções para o gerenciamento dos RCC. A resolução atribuiu a grandes geradores a necessidade de projetos específicos, enquanto os pequenos geradores lidam com o programa municipal. Destaca-se também algumas normas publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT que trata dos resíduos sólidos: NBR 7039/1987, NBR 7500/1994, NBR 7501/2003, NBR

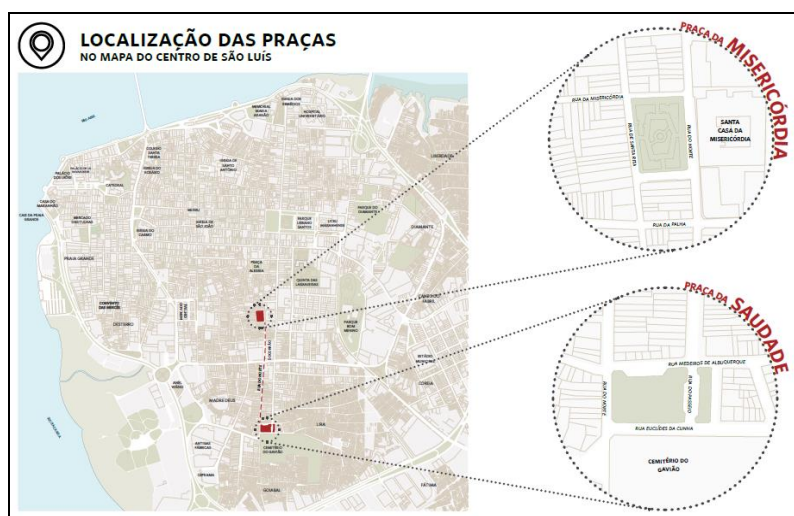
9190/1993, NBR 9191/1993, NBR 9800/1987, NBR 10004/1987, NBR 10005/2004, NBR 10006/2004, NBR 10007/2004, NBR 11174/1990, NBR 12245/1992, NBR 12807/1993, NBR 12808/1993, NBR 12809/2013, NBR 13055/1993 e NBR 13221/1994.

3. METODOLOGIA

3.1 Local de estudo

Localizada entre as ruas do Norte, Misericórdia e Santa Rita, a Praça da Misericórdia é uma das praças mais antigas da cidade de São Luís. Compreendendo cerca de 2.000 metros quadrados, está situada em frente do Hospital Santa Casa. A localização da praça é inserida no contexto urbano do centro histórico de São Luís (Figura 2).

Figura 2. Localização da praça misericórdia



Fonte: Autores (2018).

As aludidas praças localizam-se no centro histórico do município de São Luís, estado do Maranhão. É uma área de aproximadamente 200 hectares de extensão, onde 3000 imóveis foram tombados pelo patrimônio histórico estadual, e outros 1400 pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN. As características arquitetônicas da região são baseadas em soluções para clima quente e úmido, com aplicação de azulejos e grandes telhados venezianos. Entre as edificações existentes, destaca-se o Palácio de La Ravardiére, Catedral de São Luís, Palácio Episcopal e Casa das Tulhas.

3.2 Descrição do empreendimento

A Praça da Misericórdia, por sua vez, apresenta um plano de necessidades semelhante à Praça da Saudade. No entorno, foram previstos:

- Alargamento das calçadas do entorno, buscando atingir critérios mínimos de conforto para os usuários;

- Manutenção do número de faixas por leito carroçável; valorizar a travessia dos pedestres, principalmente nas esquinas.
- Reformulação dos espaços de estacionamento: deslocamento e organização das vagas para o entorno da Praça - para calçada adjacente ao hospital, na Rua do Norte na Rua ao Sul do perímetro da Praça - totalizando 10 vagas para parada de veículos e 3 vagas para taxistas;
- Redesenho da praça de modo a valorizar a relação com o hospital, dando protagonismo a esta edificação histórica e melhoria dos caminhos dos pedestres, proporcionando uma percepção clara e segura do espaço público;
- Remoção de pavimentação asfáltica flexível, a fim de resgatar pavimentação original do entorno da praça em paralelepípedo, visando à redução da velocidade de veículos no local; Para esse tema, também estabelecer conceitos de traffic-calming (moderação de tráfego) no entorno da praça e principalmente na rua do hospital (Rua do Norte), de forma que estes conceitos – por meio de desenho urbano, recursos de cruzamentos, lombos faixas, pisos elevados – deem suporte para cruzamentos acessíveis;
- Reforma e revitalização da pavimentação da Praça, integrada a um projeto de acessibilidade. Propor uma pavimentação com diferentes tipos de materiais, cores e níveis, a fim de se organizar o espaço público em 3 níveis: praça, passeio e rua.

Na área da praça, foram previstas as seguintes medidas de revitalização, conforme Plano de Necessidades:

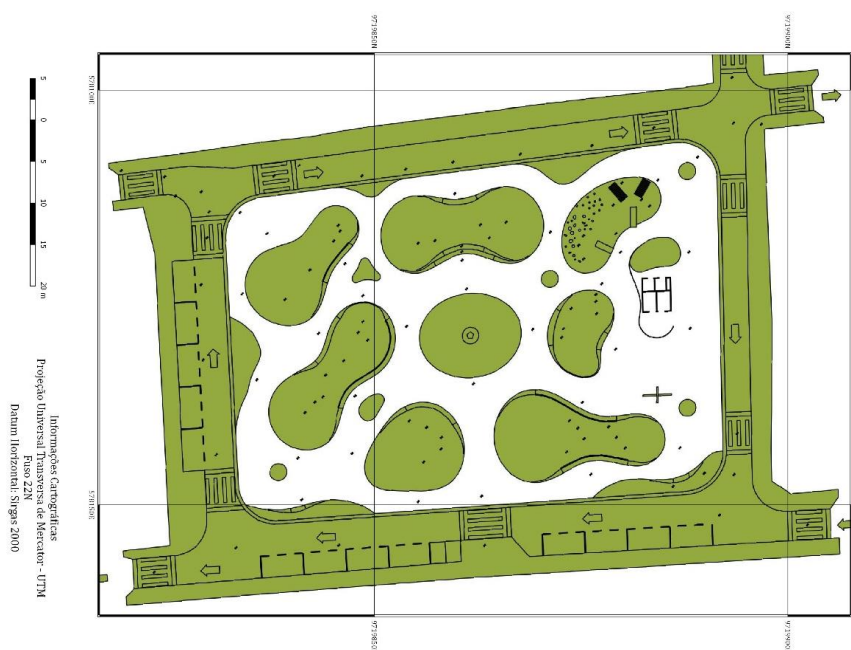
- Readequar a construção do meio fio original da Praça em pedra;
- Com relação à fonte, a mesma deverá ser restaurada, porém que a água seja retirada por causa da manutenção, tornando-se assim um monumento;
- Demolição da construção de apoio aos taxistas por pequeno apoio para telefone; previsão de área sombreada com bancos para espera dos taxistas;
- Remoção do quiosque fixo existente. Implantação de uma nova estrutura com programa complementar de bebedouro e depósito. Nesse espaço funcionará até 4 comércios ou serviços. Deverão seguir os seguintes critérios: construção modular de padrão de equipamentos públicos, de fácil construção e instalação e possíveis de serem replicadas em diversos espaços públicos da cidade. Atento a uma linguagem que crie harmonia com a arquitetura local. Três itens serão levados em consideração para o projeto dos quiosques: armazenamento, produção e segurança (tipos de fechamento). Haverá pelo menos um depósito para os materiais e equipamentos de manutenção da praça, por exemplo: jardinagem, torneira para irrigação da praça.

Quanto aos sistemas de infraestrutura e paisagismo, têm-se:

- Implantação de sistema de iluminação adequado e seguindo padrões de eficiência energética e sustentabilidade: postes de iluminação alimentados por painéis solares instalados no próprio poste;
- Prever fiação embutida para toda a praça; valorização do paisagismo e adensamento da vegetação, com espécies vegetais da região e de baixa manutenção. Concentração de áreas verdes nos setores norte e sul da praça.
- Remanejar árvores existentes: eliminando espécies invasoras e inserindo espécies locais e mais adaptadas ao clima.

O projeto arquitetônico da aludida praça, considerando o plano de necessidades, é um elemento imprescindível para realizar o PGRCC (Figura 3).

Figura 3. Projeto arquitetônico da praça misericórdia.



Fonte: autores (2018).

3.3 Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PGRCC)

O processo para definição do PGRCC da praça baseou-se em:

- i. Caracterização qualitativa dos resíduos de construção civil;
- ii. Estimativa de resíduos de construção civil;
- iii. Minimização e reutilização dos RCC;
- iv. Triagem e acondicionamento dos RCC;
- v. Destinação ambientalmente adequada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro passo para o gerenciamento de resíduos de construção civil é a quantificação de resíduos gerados. A partir dessa informação, é possível realizar o planejamento das ações estratégicas voltadas para a redução do RCC. A utilização de índices de geração de resíduos é uma metodologia muito útil para estimar a quantidade de resíduos sólidos gerados por uma determinada obra. Não obstante, determinação desse índice requer muita atenção, devido às divergências de cultura, projeto e metodologia de execução.

Considerando a característica do projeto, sendo uma obra de revitalização de duas praças no centro histórico do município de São Luís, é necessário utilizar índices adequados para tal caso. Dentre as bibliografias existentes, esse trabalho baseou-se nos indicadores propostos por Sáez *et al.* (2012).

A metodologia baseia-se na determinação de dois indicadores:

- i. ∂_1 – estimativa do volume total de RCC;
- ii. ∂_2 – estimativa de cada tipo de RCC gerado.

Da mesma forma, considerou-se o índice proposto por Sáez *et al* (2012) de 0,0746 (m^3/m^2) para estimativa do parâmetro ∂_1 . Consideraram-se dois grupos de geração de resíduos: praça e via/calçada (tabela 1)

Tabela 1. Estimativa do ∂_1 para praça da misericórdia

Grupo	Área construída (m^2)	Índice de geração de RCC (m^3/m^2)	Estimativa do volume de RCC (m^3)
Praça	2.318,15	0,0746	172,93
Vias e calçadas	1.822,87	0,0746	135,99
Total (m^3)			308,92

Fonte: autores (2018).

Em outras palavras, a estimativa é que a obra da Praça da Misericórdia irá gerar 308,92 m^3 de resíduos sólidos durante sua etapa de execução. É importante observar, considerando uma caçamba com capacidade padrão de 12 m^3 , que serão necessárias 26 viagens para retirar o RCC e dispô-los em locais apropriados. Considerando caminhões com 4 m^3 serão necessárias 78 viagens para transportar o RCC. Considerando, agora, a geração de resíduos gerados classificados pelas principais categorias (tabela 2). Nesse caso, considerou-se a área total englobando praça e vias/calçadas. Vale ressaltar que a união das áreas da praça com as vias/calçadas não influencia nos valores, o mesmo ocorre com a Praça da Saudade, pois os parâmetros são definidos em função da área construída do empreendimento.

Tabela 2. Estimativa do RCC gerados por tipo para aludida praça em estudo

Tipo de RCC	Superfície construída (m^2)	Índice de geração de RCC (m^3/m^2)	Volume estimado de RCC
Papel e papelão	6.829,84	0,00487	33,26
Concreto		0,0109	74,45
Telhas e materiais cerâmicos		0,0116	79,23
Mistura de concreto e cerâmicas		0,00872	59,56
Madeira		0,0208	142,06
Plástico		0,000836	5,71
Metais diversos		0,00219	14,96
Resíduos mistos sem materiais perigosos		0,00797	54,43
Resíduo misto com material perigoso		0,000311	2,12
Embalagens contaminadas		0,00241	16,46

Fonte: autores (2018).

O foco principal do PGRCC é reduzir o máximo possível a geração de resíduos sólidos, aproveitando e reutilizando os mesmos. Entretanto, por mais eficiente que seja o plano de gestão, gera-se uma quantidade significativa de resíduos que não podem ser aproveitados no canteiro de obras, devendo ser separados, tratados e depositados. Por isso, o presente tópico objetiva propor ações para segregar (realizar triagem) dos resíduos gerados, de forma a reduzir os custos de transporte e todos os impactos derivados, contribuindo para reciclagem e reutilização dos materiais. Além de facilitar a destinação de cada tipo de resíduo, a segregação possibilita evitar a contaminação dos resíduos não perigosos.

Assim, os colaboradores das diversas fases de construção receberam instruções educativas para realizar uma adequada triagem. O presente documento propõe 3 (três) versões distintas de ações de segregação e acondicionamento:

- Segregação e acondicionamento transitório na fonte geradora;
- Acumulação temporária;
- Remoção.

4.1 Segregação e acondicionamento

Nessa etapa, os resíduos gerados serão segregados em classes, conforme Resolução nº 307/2002 do Conama. Os resíduos gerados no empreendimento serão segregados em cada frente de trabalho no final do dia ou da atividade realizada. Os resíduos Classe A (escavação, restos de tijolos, produtos cerâmicos, concreto, etc.) serão acumulados, inicialmente, em pequenos montes no decorrer da execução de cada serviço. Vale destacar que os resíduos provenientes da escavação devem ter prioridade alta, isto é, na medida em que são gerados, sejam transportados diretamente para o local de disposição final. Fica a critério de equipe executora realizar o acondicionamento dos resíduos em caixas estacionárias.

Para os resíduos de classe B, que possuem significativo potencial de aproveitamento e reciclagem, serão utilizadas formas de acondicionamento compatíveis com o volume de resíduos gerados. Em locais cuja geração é baixa, poderá utilizar bombona plástica com capacidade de 50 litros, separadas em tipo de resíduos. Em contrapartida, em locais cuja taxa de geração de resíduos seja significativa, pode-se utilizar caixas estacionárias tipo “brooks”, devidamente identificadas em função da tipologia do RCC. O poliguindaste é utilizado no transporte. Seja qual for o tipo de acondicionamento, é necessário que haja, no mínimo, um conjunto por frente de serviço.

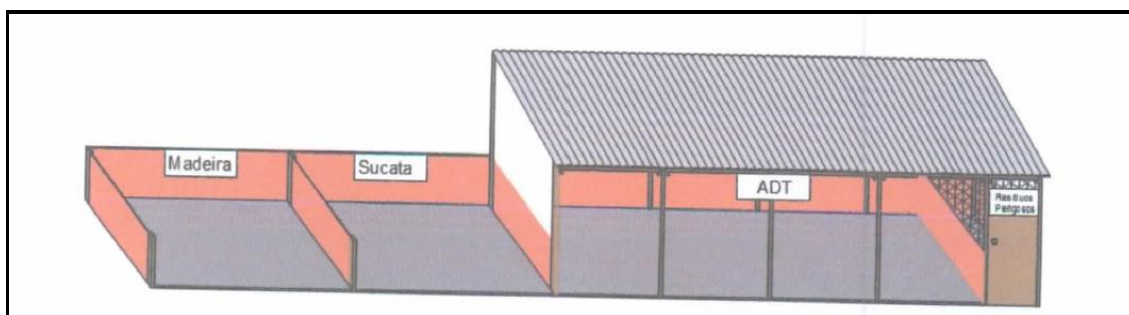
Os resíduos classe C, por sua vez, deverão ser acondicionados semelhantemente aos resíduos classe A. A diferença é forma de acumulação em montes, pois deve-se utilizar proteções adequadas e garantir a segurança do colaborador. Os resíduos classe D serão armazenados, sempre que possível, na própria embalagem em local escolhido no canteiro de obra, cabendo a equipe de gestão escolher. Os resíduos orgânicos provenientes do vestiário e refeitório, se cabível, devem ser acondicionados em contêineres de 240 litros. Os EPI inutilizáveis devem ser devolvidos nos almoxarifados no momento que o colaborador solicitar novo EPI.

4.2 Acumulação temporária

Ao final de cada jornada de trabalho ou serviço, havendo volume de resíduos significativos, deve-se realizar o transporte para sua acumulação temporária. O transporte dos

resíduos segregados na fonte até a ADT (Área de Destinação Temporária) deverá ser feito por cada frente de trabalho. No caso das obras que trata esse documento, em particular, o fluxo dos resíduos será horizontal. As movimentações serão auxiliadas com carrinhos de mão ou tipo armazém, gericas, carrinhos peleteiros e empilhadeira, devendo sempre minimizar ao máximo o esforço físico dos colaboradores. Deve-se instalar no canteiro de obra a ADT, local onde os resíduos sólidos serão armazenados temporariamente até a remoção e destinação final (figura 4).

Figura 4. Croqui da Área de Destinação Temporária



Fonte: Autores (2018).

4.3 Remoção

A escolha do transportador deve ser analisada cuidadosamente, pois se deve sempre verificar os seguintes quesitos:

- i. Se o transportador possui licença ambiental;
- ii. Se o transportador está cadastrado na Prefeitura Municipal de São Luís;
- iii. No caso de resíduos perigosos, verificar se o transportador possui regularidade.

Vale salientar que a Prefeitura Municipal de São Luís apresenta um programa de cadastro de empresas transportadoras através do Decreto nº 48.836/2017, que regulamenta o cadastramento dos Grandes Geradores, Transportadores e Receptores dos Resíduos Sólidos Urbanos. Portanto, é possível realizar a consulta no banco de dados da Prefeitura Municipal de São Luís a fim de se obter empresas transportadoras diferentes da indicada nesse documento, devendo sempre levar em consideração as características legais que tais empresas devem possuir para atuar nessa área. Ratifica-se que no mesmo banco de dado, se encontram empresas receptoras para reciclagem de produtos, caso for necessário.

É importante realizar as considerações devido ao aumento do tráfego de veículos durante o transporte externo, pois no período de obras do empreendimento haverá um aumento do volume de tráfego devido o trânsito de caminhões realizando o transporte externo. Este incremento tenderá a aumentar o nível de serviço da via, trazendo retenção de tráfego em alguns trechos das vias principais dos itinerários.

5. CONCLUSÕES

É notória a importância de um planejamento dos resíduos gerados por uma obra deste porte, sendo previstas as adequadas formas de acondicionamento, disposição, transporte e destinação final. Além de contemplar as exigências legais vigentes, a sociedade é beneficiada por esses dispositivos de qualidade aplicados à construção civil.

As praças em análise localizam-se no centro histórico do município de São Luís, estado do Maranhão. É uma área de aproximadamente 200 hectares de extensão, onde 3000 imóveis foram tombados pelo patrimônio histórico estadual, e outros 1400 pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN.

Destaca-se que o primeiro passo para o gerenciamento de resíduos de construção civil é a quantificação de resíduos gerados. Trabalhos envolvendo parâmetros técnicos de geração de resíduos são muito importantes como ferramenta de tomada de decisão. A utilização de índices de geração de resíduos é uma metodologia muito útil para estimar a quantidade de resíduos sólidos gerados por uma determinada obra. Não obstante, determinação desse índice requer muita atenção, devido às divergências de cultura, projeto e metodologia de execução.

O foco principal do PGRCC foi reduzir o máximo possível da geração de resíduos sólidos, aproveitando e reutilizando os mesmos. Entretanto, por mais eficiente que seja o plano de gestão, gera-se uma quantidade significativa de resíduos que não podem ser aproveitados no canteiro de obras, devendo ser separados, tratados e depositados.

REFERÊNCIAS

ANGULO, S.C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico dos concretos**. 149 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ARAÚJO, I. X.; LIMA, M, A. **Diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos do mercado central de João Pessoa – PB**. In: EPERSOL, 2016, Recife-PE, Livro...Recife: Grupo Gestão Ambiental de Pernambuco, 2016, p. 408-419. Disponível em: <<http://www.epersol.com/ebooks.html>>. Acesso em 15 mai 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB 1264**: Armazenamento de resíduos classe II - Não inerte e III – Inertes – Procedimentos. São Paulo, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB 1265**: Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de desempenho – Procedimento. São Paulo, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. São Paulo: 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. São Paulo, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10005**: Lixiviação de resíduos - Procedimento. São Paulo, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006**: Solubilização de resíduos - Procedimentos. São Paulo, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: Amostragem de resíduos - Procedimento. São Paulo, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10157**: Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação – Procedimentos. São Paulo, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10703**: Degradação do solo – Terminologia. São Paulo, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11174**: Armazenamento de resíduos classe II - Não inerte e III – Inertes – Procedimentos. São Paulo, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11175**: Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de desempenho – Procedimento. São Paulo, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1183**: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos - Procedimento. São Paulo: 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12235**: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento. São Paulo, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12267**: Normas para elaboração de plano diretor – Procedimento. São Paulo, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12807**: Resíduos de serviços de saúde. São Paulo, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12808**: Resíduos de serviços de saúde – Classificação. São Paulo, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12809**: Manuseio de resíduos de serviços de saúde - Procedimento. São Paulo: 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12809**: Resíduos de serviços de saúde - Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento. São Paulo, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12810**: Coleta de resíduos de serviços de saúde – Procedimento. São Paulo, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12988**: Líquidos livres – Verificação em amostra de resíduos – Método de ensaio. São Paulo, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13055**: Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Determinação da capacidade volumétrica. São Paulo, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13056**: Filmes plásticos para sacos para acondicionamento de lixo – Verificação da transparência. São Paulo, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13221**: Transporte de resíduos – Procedimento. São Paulo, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13463**: Coleta de resíduos sólidos – Classificação. São Paulo, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13853**: Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes – Requisitos e métodos de ensaio. São Paulo, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5681**: Controle tecnológico a execução de aterros em obras de edificações - Procedimento. São Paulo, 1980.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7500**: Símbolos de risco e manuseio para transporte e armazenamento de materiais – Simbologia. São Paulo, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7501**: Transporte terrestre de produtos perigosos - Terminologia. São Paulo, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8418**: Apresentação de projetos de aterros para resíduos industriais perigosos – Procedimentos. São Paulo, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento. São Paulo, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8843**: Aeroportos – Gerenciamento de resíduos sólidos. São Paulo, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8849**: Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos - Procedimentos. São Paulo, 1985.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9190**: Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Classificação. São Paulo, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9191**: Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Especificação. São Paulo, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9195**: Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Determinação da resistência à queda livre. São Paulo, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9800**: Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. São Paulo, 1987.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n° 307, de 05 de julho de 2002**: Dispõe sobre a gestão de resíduos de construção civil. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, DF, 05 de Julho de 2002. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 09 mai. 2019.
- BULTTLER, A. M. **Uso agregados reciclados de concreto em blocos de alvenaria estrutural**. Tese (doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2007.
- CARNEIRO, A.P.; BRUM, I.A.S.; CASSA, J.C.S. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: projeto entulho bom**. Salvador: EDUFBA – Caixa Econômica Federal, 2001, 312 p.
- CORNELLI, R.; SCHNEIDER, V.E.; HILLIG, E.; POLETTO, M. **Caracterização de resíduos de construção e demolição (RCD) em dois municípios da serra Gaúcha**. In: Congresso de Iniciação Científica em Engenharia Tecnológica, XXI Anais... Ijuí: UNIJUÍ, CD-ROM, 2006.
- DE LIMA, S. D.; OLIVEIRA, A. F.; GOLLIN, R.; CAIXETA, D. S.; LIMA, Z. M.; MORAIS, E. B. 2017. Gerenciamento de Áreas Contaminadas por Postos de Combustíveis em Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Rev. Ambient.** Água, Taubaté, v. 12, n. 2, p. 299-315, 2017.
- ESKANDARI, M.; HOMAEE, M.; FALAMAKI, A. Landfill site selection for municipal solid wastes in mountainous areas with landslide susceptibility. **Environmental Science and Pollution Research**, [s.l.], v. 23, no 12, p. 12423-12434, 2016.

FORMOSO, C.T; JOBIM, M.S.S.; COSTA, A.L.; ROSA, F.P. **Perdas de materiais na construção civil: um estudo em canteiros de obras no estado do Rio Grande do Sul**. In: Congresso Latino Americano de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. Soluções para o terceiro milênio, v.1, p. 299-307. São Paulo: 1998.

HALMEMAN, M.C.R.; SOUZA, P.C; CASARIN, A.N. **Caracterização dos resíduos de construção e demolição na unidade de recebimento de resíduos sólidos no município de Campo Mourão – PR**. Revista Tecnológica, Edição especial ENTECA 2009, p. 203-209.

HALMEMAN, M.C.R.; SOUZA, P.C; CASARIN, A.N. **Caracterização dos resíduos de construção e demolição na unidade de recebimento de resíduos sólidos no município de Campo Mourão – PR**. Revista Tecnológica, Edição especial ENTECA 2009, p. 203-209.

KITA, S M. Urban vulnerability, disaster risk reduction and resettlement in Mzuzu city, Malawi. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 22, p. 158-166, 2017.

LASSA, J. A.; NUGRAHA, E. From shared learning to shared action in building resilience in the city of Bandar Lampung, Indonesia. **Environment and Urbanization**, [s.l.], v. 27, no 1, p. 161-180, 2015.

LIMA, A. S.; CABRAL, A. E. B. **Caracterização e classificação dos resíduos sólidos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE)**. Eng Sanit Ambient, v.18, n.7, p.169-176, abr/jun, 2013.

LIMA, M. S. P. SILVA, C. O. **Diagnóstico dos resíduos sólidos na Apala. Resíduos sólidos: práticas para uma gestão sustentável**. 1ª Ed. Recife: EDUFRPE, 2016. p. 496-508. E-Book. Disponível em: <<http://www.epersol.com/ebooks.html>>. Acesso em: 15 mai 2019.

LOVATO, P.S. **Verificação dos parâmetros de controle de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição para utilização em concreto**. 2007. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

MARQUES NETO, J. C. **Estudo da gestão ambiental municipal dos resíduos de construção civil e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI - 15)**. Tese (doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

OGIE, R.I.; DUNN, S.; HOLDERNESS, T.; TURPIN, E. Assessing the vulnerability of pumping stations to trash blockage in coastal mega-cities of developing nations. **Sustainable Cities and Society**, v. 28, p. 53-66, 2017.

OLIVEIRA, M.E.D.; SALES, R.J.M.; OLIVEIRA, L.A.S.; CABRAL, A.E.B. Diagnóstico da geração e da composição dos RCD de Fortaleza/CE. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 16, n. 13, p. 219-224, 2011.

PINTO, T. P. **Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (doutorado em engenharia civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Manual de Orientação: procedimentos para solicitação de financiamentos. Vol. 01. Brasília, DF: CAIXA; 2005. 198p.

PRASAD, N. N. R.; NARAYANAN, P. Vulnerability assessment of flood-affected locations of Bangalore by using multi-criteria evaluation. **Annals of GIS**, v. 22, n. 2, p. 151-162, 2016.

SILVA, R. B. FARIAS, A. S. D. **Reciclagem de resíduos de quartzito: características da gestão logística. Resíduos sólidos: práticas para uma gestão sustentável. Resíduos sólidos: práticas para uma gestão sustentável.** 1ª Ed. Recife: EDUFRPE, 2016. p. 351-363. E-Book. Disponível em: <<http://www.epersol.com/ebooks.html>>. Acesso em: 15 mai 2019.

VAZQUEZ, E. (2001). **Aplicación de nuevos materiales reciclados en la construcción civil.** In: Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, 4 Anais... São Paulo: IBRACON.

WAKABAYASHI, Y.; PEII, T.; TABATA, T.; SAEK, T.. Life cycle assessment and life cycle costs for pre-disaster waste management systems. **Waste Management**, [s.l.], v. 68, p. 688-700, 2017.

YIN, Y.; LI, B.; WANG, W.; ZHAN, L.; XUE, Q.; GAO, Y.; ZHAG, N.; CHEN, H.; LIU, T.; LI, A. Mechanism of the december 2015 catastrophic landslide at the shenzhen landfill and controlling geotechnical risks of urbanization. **Engineering**, [s.l.], v. 2, n. 2, p. 230-249, 2016.

6.3 REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO LOCAL DE GERAÇÃO

FERREIRA, Keven Claudio França

Universidade Ceuma (MA)

keven20111@live.com

MACHADO, Alessandro Resende

Universidade Ceuma (MA)

alessandrorm@hotmail.com

RESUMO

O artigo aborda os resíduos gerados na construção civil e as soluções sustentáveis que podem ser aplicadas nessa indústria para proteger o meio ambiente, sem interferir no tempo de produção da obra. Com a justificativa de preservar os recursos naturais, tem o objetivo de melhorar a gestão dos mesmos, reduzindo o uso de matéria prima e, como consequência, diminuindo a produção de resíduos sólidos. O método de pesquisa foi o bibliográfico, com um estudo baseado em artigos publicados em revistas científicas e artigos dos e-books do Epersol, além de relacioná-los com atividades que acontecem durante uma obra. O resultado encontrado foi que a maioria dos materiais utilizados nas etapas iniciais podem ser reutilizados depois. Chegando à conclusão de que uma melhor gestão pode diminuir a produção de resíduos, fazendo mais e gastando menos.

PALAVRAS-CHAVE: Solução sustentável, Obra, Reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil sempre está em constante funcionamento, mas apesar de haver historicamente oscilações na demanda por esse segmento do mercado, sempre há um público para consumo. A constante necessidade de desenvolvimento das cidades, devido ao aumento da população, faz com que as solicitações dos serviços relacionadas à construção civil não parem, ou seja, é uma área que está sempre em movimento e lucrando. A constância desse mercado é boa para os grandes empresários e para o desenvolvimento das cidades, além de fornecer melhor qualidade de vida para as pessoas. Entretanto, quanto mais produção, maior é a geração de resíduos. Os resíduos da construção civil costumam ser em grandes quantidades e não podem ser misturados com resíduos domésticos, o que demanda transporte e locais adequados para o despejo dos mesmos.

Além da grande quantidade de resíduos gerados numa obra, existe também uma grande variedade. Nesse sentido, a Resolução Conama n° 307 de 2002 subdividiu os diferentes tipos de resíduos em classes de acordo com as características pertinentes, facilitando a sua reutilização, reciclagem ou destinação final (BRASIL, 2002). É dever das construtoras seguir essa resolução, implementando a gestão dos resíduos da construção civil através do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, o qual deve conter o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Entretanto, a mesma não discorre sobre como as etapas das obras se interligam e os resíduos gerados em cada etapa, cabendo às empresas entender o funcionamento da sua construção e buscar soluções que vão além das apresentadas pela Resolução Conama n° 307/02, apresentando serviços sustentáveis, a fim de ser reconhecida pela sua responsabilidade socioambiental no mercado por apresentar uma melhor gestão de seus resíduos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é propor uma redução da geração de resíduos sólidos na construção civil, por meio da elaboração de um planejamento em todas as etapas da obra.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Resíduos da Construção Civil (RCC)

A gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCCs) deve estar cada vez mais presente no dia a dia do canteiro de obras, devido ao grande volume gerado no processo. Tal gerenciamento começa juntamente com o planejamento da obra, sendo necessária toda uma preparação econômica e educacional, para se obter um melhor desempenho com uma menor geração de resíduos e menos desperdícios dos recursos naturais.

Considerando os ganhos econômicos, o setor atrai o interesse dos empresários, uma vez que uma melhor gestão de resíduos implica em menos desperdício, ou seja, menos gastos comprando mais materiais, além da menor geração de resíduos, o que resulta em menos gastos com o transporte dos mesmos até os locais adequados. Já a parte educacional ocorre com a conscientização dos colaboradores por meio de palestras e treinamentos, para que a obra tenha menos desperdícios e a forma correta de segregação dos materiais esteja de acordo com o determinado na Resolução Conama n° 307/02, de modo que os materiais tenham a destinação correta. Em relação aos trabalhadores, Silva, Farias e Bezerra (2019) afirmam que para um bom gerenciamento de resíduos, é necessário uma boa conscientização dos trabalhadores sobre os problemas ambientais e a ecologia, o que evidencia a importância da adoção de estratégias de gerenciamento, a partir do disciplinamento de todos os envolvidos na gestão dos RCC. Além disso, Silva et al. (2019) constataram que o método de pagamento é um dos fatores analisados

que impactaram na geração total de resíduos. A foto abaixo (Figura 1) mostra que os colaboradores estão em contato direto com os materiais e resíduos da obra.

Figura 1. Resíduos da construção civil e os colaboradores



Fonte: Cimento Itambé (2015).

Além de obedecer à Resolução Conama n° 307/02, a gestão dos resíduos deve estar de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei n° 12.305/10, a qual prevê a redução de resíduos, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos e destinação correta dos rejeitos. O intuito maior é o de diminuir o número do volume de resíduos que são destinados aos aterros e outros receptores, principalmente os de RCC. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), os receptores de RCC, como as áreas de transbordo e triagem (ATTs), aterros de resíduos da construção civil e áreas de reciclagens, somaram em 2017 quase 2,5 milhões de toneladas, apresentando um aumento em relação ao ano de 2016, e caracterizando a má gestão dos resíduos. Essa situação resulta na lotação desses locais e na necessidade de novos locais, mais distantes das áreas urbanas, o que aumenta bastante o preço do transporte dos resíduos.

2.2 Resolução Conama n° 307/2002

A Resolução n° 307 de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA é a principal referência quando se trata da gestão de RCCs, que mesmo tendo sido alterada pelas resoluções 348/04, 431/11 e 448/12 e 469/15, continua sendo válida e bastante utilizada por engenheiros.

Dentre as alterações, a mais impactante delas foi a primeira, a Resolução Conama n° 348 de 2004, a qual retirou o gesso e os derivados dele da Classe C e o inseriu na Classe B, diminuindo a quantidade de resíduo desperdiçado, já que a Classe B trata dos resíduos que podem ser reciclados (BRASIL, 2004). Segundo a Resolução Conama n° 307, os resíduos da construção civil são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002). Tais resíduos são classificados de acordo com o estabelecido pela resolução (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação dos resíduos da construção civil

Classificação	Tipologia
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, entre outros.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.
Classe D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos, e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: Conama (2002)

Segundo Silva et al. (2015), apesar da resolução não citar exemplos da classe C, fica subentendido que estes sejam pincéis, lixas sem condições de uso e resíduo de lã de vidro, por se enquadrarem nas condições descritas na classe. Os autores também falam sobre o perigo dos resíduos que se encaixam na classe D por causa da inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade dos mesmos.

2.3. Responsabilidade Socioambiental

Responsabilidade socioambiental é quando uma empresa se propõe a fazer mais do que lhe é obrigado pela lei, no caso deste trabalho, seria quando a construtora procurasse, voluntariamente, outras soluções ambientais além das previstas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e pela Resolução Conama nº 307/02. Enquanto isso pode ser visto por alguns como perda de tempo e dinheiro, por outros é visto como uma nova forma de se reinventar no mercado e atrair mais clientes, uma vez que a sustentabilidade é um assunto bastante presente nos últimos anos e as pessoas estão cada vez mais interessadas em soluções sustentáveis, como uma forma de reduzir os impactos ambientais causados pelos seres humanos, procurando empresas que atendam as suas preferências da melhor forma. Desse modo, a responsabilidade socioambiental das empresas foi de algo opcional para uma das prioridades, o que é um grande desafio, principalmente para a área da construção civil, uma das maiores geradoras de resíduos atualmente. Para estimular as empresas a investirem em desenvolvimento sustentável, foram estabelecidos os selos verdes como, por exemplo, o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), certificados que valorizam os imóveis que tiveram um processo de conscientização dos impactos ambientais nas etapas da obra.

2.4. Certificação LEED

A certificação LEED tem se tornado cada vez mais reconhecida e utilizada no Brasil, não apenas pela valorização dos imóveis, mas também por necessidade, já que a maioria dos materiais utilizados na indústria da construção civil não é renovável e alguns não são reutilizáveis. LEED vem do inglês e significa:

(...) LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design* (Liderança em Energia e Design Ambiental), concedida pela organização não governamental americana USGBC - *U.S. Green Building Council*, que avalia através de *checklist* diversos parâmetros adotados na realização da obra onde os pontos obtidos no final definirão qual o nível da certificação, ou seja, quanto mais pontos, melhor será a certificação e, por consequência, mais práticas sustentáveis foram adotadas e menos impacto o projeto causará ao meio ambiente. (OLIVEIRA; SANTOS; BERTEQUINI, 2018, p.148)

A foto abaixo (Figurs 2) mostra como é o selo e classificação LEED.

Figura 2. Classificação da Certificação LEED



Fonte: Espaço da Raquel (2015).

O certificado tem quatro variações que são definidas por meio de pontuações. Quanto mais sustentável a construção, maior a pontuação, mais importante o certificado. O interessante dessa certificação é que não faz parte da obrigação da empresa e que apesar de aumentar o custo da obra, traz inúmeros benefícios para o meio ambiente, e para o dono do imóvel, como já foi citado. Ainda é bem rígido e difícil de ser conseguido, por isso é necessário buscar cada vez mais soluções sustentáveis para alcançá-la.

2.5. Soluções Sustentáveis com Resíduos da Construção Civil

Na busca por soluções sustentáveis, vários pesquisadores realizaram testes relacionados à troca dos resíduos naturais por resíduos reciclados. Um dos primeiros experimentos foi feito com resíduos provenientes de tijolos cerâmicos e argamassa de alvenaria. Segundo Barros e Fucile (2016), o aumento da resistência mecânica com o maior número dos dias de cura possibilita a utilização de agregados miúdos provenientes de resíduos da construção civil em fase de alvenaria para a produção de concretos sem função estrutural. Outro experimento, realizado com madeira pinus como agregado, constatou que a utilização de resíduos de madeira possui potencial na fabricação de blocos de concreto. Por ser facilmente encontrada se torna bastante viável, mas deve-se aprofundar em estudos comportamentais destes blocos em um longo prazo, devido a pequenas fissuras apresentadas nos corpos de prova, evitando contato excessivo com a umidade (KREIDLLOW; SOUZA, 2017).

Os resíduos de cerâmica vermelha também foram utilizados para produzir concreto, usando-o como agregado miúdo, e segundo Correia e Fraga (2018), fica evidente que o uso do agregado miúdo de cerâmica vermelha teve melhor desempenho mecânico sobre o agregado miúdo natural convencional, em condições de pré-saturação 80%, em substituições totais e parciais, se saindo melhor nos valores de *a/c* de 0,55 e 0,45.

2.6. Etapas da obra que geram resíduos

Para o presente trabalho foram desconsideradas a etapa de fundação e as etapas finais da obra, devido à quantidade baixa de resíduos gerados. A fim de um melhor entendimento, as etapas utilizadas para o artigo estão descritas a seguir (Quadro 2).

Quadro 2. Etapas da obra

Etapa	Descrição
Instalação do Canteiro	Área de apoio às operações de execução da obra é fixa e temporária.
Locação	A exata marcação da edificação a ser construída, feita de acordo com a planimetria e altimetria contida no projeto.
Estruturas	É basicamente a sustentação da edificação, que são as estruturas que garantem a integridade física do edifício e transmitem seus esforços para a fundação através de pilares, vigas, lajes, etc.
Vedação	O fechamento do edifício, etapa de vedação e separação de ambientes com paredes de diferentes materiais.
Revestimento	Regularização de paredes e pisos, além da proteção da vedação.
Coberturas	Construção do telhado ou laje superior de acordo com o que foi previsto do projeto de cobertura, deve dar segurança térmica, acústica e referente à umidade.
Forro	Revestimento da parte interna do teto, de forma a garantir uma boa estética, além de isolamento térmico e acústico, o mesmo pode ser feito de gesso, PVC, madeira ou chapas metálicas.
Pintura	Parte importante da estética do prédio, podendo ajudar na impermeabilização da edificação dependendo do tipo de tinta utilizada.

Fonte: Entendantes (2018)

As etapas descritas anteriormente são as que mais produzem resíduos durante a obra. Geralmente os mesmos são separados segundo as classes da Resolução Conama nº 307/02 e enviados para algum lugar que é próprio para receber esse tipo de resíduo. O transporte destes costuma ser constante, uma vez que esse tipo de material ocupa um grande volume, preenchendo os *containers* de forma rápida.

3. METODOLOGIA

Para este trabalho foram realizadas pesquisas teóricas em artigos publicados em revistas científicas, disponibilizados pelo Google Acadêmico, além de artigos presentes nos *e-books* das edições anteriores do Epersol. Os artigos utilizados foram todos voltados para a gestão de resíduos da construção civil e a responsabilidade socioambiental das empresas deste mercado. Após a fundamentação teórica, foram observadas as etapas que fazem parte de uma obra e então elaborado um fluxograma para identificação da sequência das etapas de uma obra, assim como o que cada uma gera de resíduos para identificar as oportunidades de reaproveitamento. As propostas dos artigos foram combinadas com as mesmas, a fim de um melhor planejamento, relacionando essas etapas com a gestão dos resíduos.

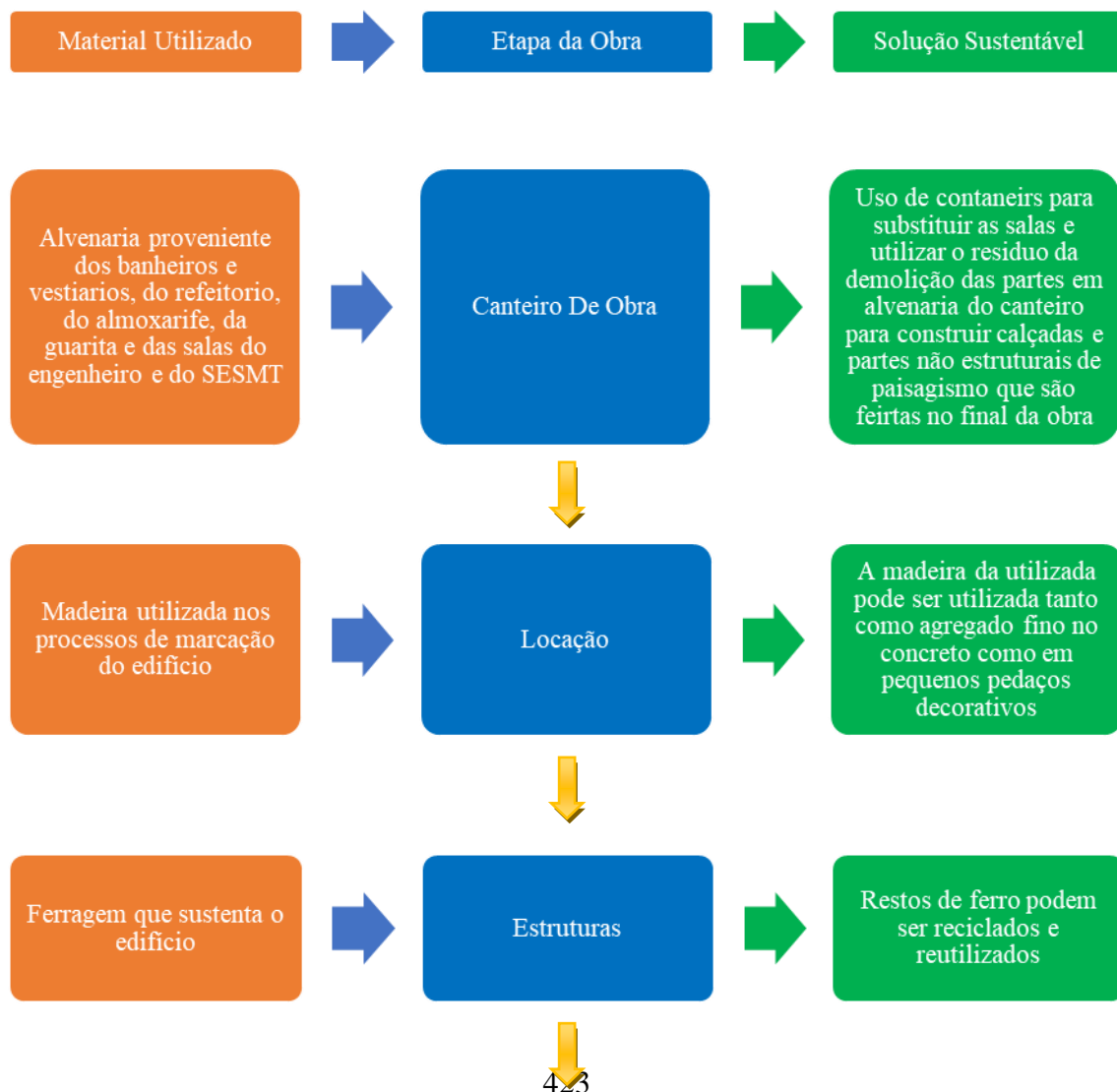
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

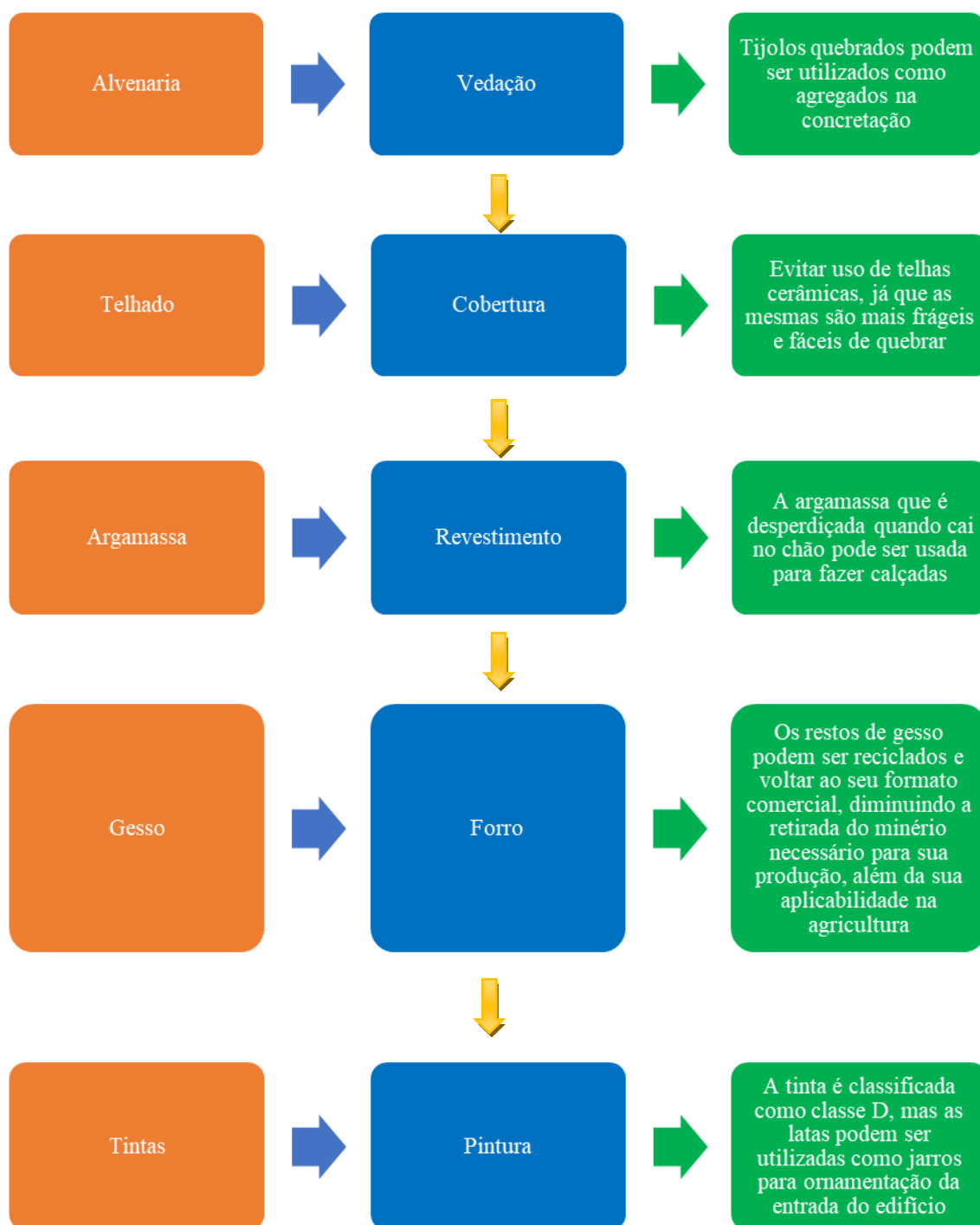
Para uma melhor compreensão dos resultados, é bom lembrar que, como dito na fundamentação teórica, para este estudo foram retiradas algumas partes do processo de construção, principalmente os últimos que possuem baixa geração de resíduos, como as instalações hidráulicas, sanitárias e elétricas, entre outros. Comparando os resultados dos artigos estudados com as etapas restantes da obra, obteve-se o seguinte fluxograma (Figura 3) como base para resultado deste trabalho. O fluxograma mostra o problema, que é o tipo de resíduo gerado em cada etapa da obra, e logo em seguida dá a solução sustentável para este material,

mostrando como seria possível uma melhor gestão dos materiais durante a construção. Por meio deste fluxograma, também se pode perceber como é possível planejar a gestão dos resíduos sólidos, assim como se planeja toda a obra. A base de um bom gerenciamento, como o mostrado no fluxograma, é saber classificar cada tipo de material, para que seja melhor reutilizado ou tenha uma melhor destinação final. A Resolução Conama nº 307/02 subsidia com informações a forma adequada de como realizar a classificação do RCC, de acordo com a mesma, a maior parte dos resíduos faz parte da Classe A, que podem ser reutilizados como agregados.

A norma técnica NBR 15116 mostra a possibilidade de uso do agregado reciclado na produção de concretos sem função estrutural, entretanto poucos são os estudos em relação ao processo de reciclagem nos canteiros com uma análise mais ampla de sua gestão (CHRISTÓFORI; OLIVEIRA; SILVA, 2016). Nota-se que as soluções não são complicadas, basta apenas um bom planejamento do engenheiro civil para que a obra não tenha complicações ou atrasos. Importante ressaltar que além do engenheiro, todos os colaboradores presentes na construção devem estar cientes de como irá ocorrer a gestão dos resíduos sólidos, para facilitar a reutilização e a reciclagem dos mesmos. Aqueles materiais que não se enquadram nos métodos de reuso existentes, necessitam ser encaminhados para um local adequado, a norma técnica NBR 15113 dispõe sobre os requisitos mínimos que um aterro de resíduos da construção classe A precisa, cabe a construtora escolher a opção mais adequada para despejar os resíduos gerados em suas obras.

Figura 3. Fluxograma com as etapas de uma obra da construção civil, com os materiais utilizados e solução proposta





Fonte: Autor (2019)

Em relação à geração de resíduos sólidos no Brasil, utiliza-se o princípio do “poluidor pagador” que também se encontra estabelecido na Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) (BRASIL, 1981) e pela Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) (BRASIL, 1998). Isso significa dizer que “cada gerador é responsável pela manipulação e a correta destinação final dos seus resíduos” (FERNANDES *et al*, 2016).

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que todas as etapas da obra estão interligadas, apesar de estarem em diferentes níveis, além de deixar explícito que é sempre possível obter uma solução sustentável, sendo necessário apenas que seja feita uma busca para encontrar a melhor opção, a que mais se adequa ao tipo de resíduo que está sendo produzido. Também é possível entender a importância de o gerenciamento dos resíduos da construção civil começar junto com o planejamento da obra para uma melhor eficiência da gestão, diminuindo as compras desnecessárias e se preparando para que a obra não pare, já que a indústria da construção civil trabalha com prazos rígidos, onde atrasos não são vistos com bons olhos. Pode-se perceber também o conceito da desmaterialização na prática, o fazer mais com menos, mais serviços feitos com o uso de menos materiais, é possível por meio de uma boa gestão pautada na logística reversa, a qual acompanha o processo da produção do material para melhor reutilizá-lo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15113: **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes –Aterros –Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.
- BARROS, E.; FUCALE, S. O Uso De Resíduos Da Construção Civil Como Agregados Na Produção De Concreto. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*, v. 2, n. 1, 8 nov. 2016.
- BARROS, R. M. B de; MELO, M. A. R. de. RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. *Revista Campo do Saber*, Paraíba, 2018.
- BRASIL. Resolução CONAMA Nº 307 – Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. *Diário Oficial da União*, 2002.
- BRASIL. Resolução CONAMA Nº 431 – Altera os incisos II e III do art. 3º da Resolução nº. 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo novas definições para as classificações B e C de resíduos, 2011.
- BRASIL. Resolução CONAMA Nº 469 – Altera o inciso II do art. 3º, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo nova definição para a classificação B de resíduos, e inclui os § 1º e 2º, 2015.
- CARDOSO, A. A. *et al.* POLÍTICA DE RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NAS INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS COOPERATIVAS. **Seminário de Ciências Sociais Aplicadas**, Santa Catarina, 2018.
- CORREIA, J. V. F. B.; FRAGA, Y. S. B. PROPRIEDADES MECÂNICAS DE RESÍDUOS DE CERÂMICA VERMELHA COMO AGREGADO MIÚDO PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETOS. **Ciências exatas e tecnológicas**, Aracaju, 2018.
- FERNANDES, J. L.; QUALHARINI, E. L.; FERNANDES, A. S. C.; CABRAL, J. C. Um estudo sobre a política nacional de resíduo sólido e o impacto ambiente. *Projectus*. v.1, n. 1, p. 52-57, 2016.
- KREIDLLOW, K.; SOUZA, M. A. de. UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE MADEIRA PINUS COMO AGREGADO PARA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO. **Ignis**, Caçador, maio/ago. 2017.
- MESQUITA, R. M.; CORDEIRO, L. F. A.; SOUZA, V. A. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO TJPE. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**, Recife, 2019.
- NASCIMENTO, T. L.; LEÃO, D. C.; ROCHA, J. S. M. CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA. **REVISTA ACADÊMICA FEOL**, Belo Horizonte, 2016.

OLIVEIRA, C. R. M. D. de; SANTOS, R. C. dos; BERTEQUINI, A. B. T. A CERTIFICAÇÃO LEED NA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Revista Engenharia em Ação UniToledo**, Araçatuba, 2018.

PINTO, R.B. *et al.* Resíduos da Construção Civil: matéria prima verde a ser investigada. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, 2019.

RIBEIRO, D.; MOURA, L. S. de; PIROTE, N. S. dos S. Sustentabilidade: Formas de Reaproveitar os Resíduos da Construção Civil. **Revista de Ciências Gerenciais**, Taubaté - SP, 2016. Disponível em: <http://revista.pgsskroton.com.br/index.php/rcger/article/view/3880/3230>. Acesso em: 19 abr. 2019.

SILVA, C. E. M. *et al.* TRANSPORTADORES DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: INTEGRAÇÃO E LEIS. **Revista Inovação & Tecnologia**, São Caetano do Sul, jan./fev. 2017.

SILVA, E. M. S. da *et al.* SUSTENTABILIDADE E RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: o uso indiscriminado de água. **Revista Maiêutica**, Indaial, 2016.

SILVA, D. B. P. da *et al.* RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE DOS IMPACTOS PROVENIENTES DO REGIME DE EXECUÇÃO DO PROJETO. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**, Recife, 2019.

SILVA, J. C. M.; FARIAS, M. F. L. de; BEZERRA, H. de J. C. L. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: PROPOSTA METODOLÓGICA DE OBRA DE MÉDIO PORTE EM SÃO LUÍS – MA. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**, Recife, 2019.

SILVA, O. H. da *et al.* Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Maringá – PR, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/20558/pdf>. Acesso em: 16 abr. 2019.

6.4 ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS À CONSTRUÇÃO CIVIL

BANDEIRA, Paulo Cesar de Barros

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA – Campus Santa Inês)
paulocesarbandeira17@gmail.com

BARBOSA, Nyce Nayara Santos

IFMA – Campus Santa Inês
nyce.santos14@gmail.com

SOUSA, Ednom Cardoso

IFMA – Campus Santa Inês
ednomcardoso12@gmail.com

MAIDEL, Simone

IFMA – Campus Santa Inês
simone.maidel@ifma.edu.br

RESUMO

A preocupação com os impactos ambientais gerados pelas necessidades do desenfreado crescimento populacional e a constante busca por desenvolvimento financeiro fez com que vários profissionais da Indústria da Construção buscassem o desenvolvimento de tecnologias que alcançassem o ideal de desenvolvimento sustentável global. O presente trabalho tem como objetivo analisar características de inovações tecnológicas sustentáveis aplicadas à Construção Civil. Os dados utilizados foram obtidos a partir de pesquisas bibliográficas feitas no Google Acadêmico, no Portal de Periódicos e na Biblioteca Virtual do Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos, além de sites relacionados à construção. Como principais resultados temos a apresentação e análise de aspectos relacionados a conforto ambiental, eficiência energética, custo e impactos na cadeia produtiva da obra. Conclui-se que o emprego das tecnologias ecológicas apresentadas é economicamente viável na área da Construção Civil e muito vantajoso ao meio ambiente, sendo altamente recomendada sua adoção.

PALAVRAS-CHAVE: Construção, Tecnologias, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o rápido engrandecimento nos setores econômicos são uns dos principais causadores da atual sobrecarga no consumo de insumos e na produção de resíduos sólidos que podem acarretar impactos significativos ao meio ambiente (BISSOLI-DALVI, 2017). No ramo da Construção Civil se fazem necessárias medidas protetivas de maior intensidade, devido seu alto índice de descarte irregular de materiais e sua indispensabilidade em consumo, além da utilização de produtos que tem maior interferência (direta ou indireta) para com as esferas do desenvolvimento sustentável (GUSMÃO et al., 2019). Assim, gradativamente, a preocupação em minimizar esses impactos, nas construções, alcançou órgãos mundialmente importantes e o pensamento ecológico se deu origem juntamente com várias reuniões, conferências, selos que enaltecem empresas que constroem uma relação harmônica com a natureza e legislações que impõem diretrizes na administração de rejeitos. “Conforme estabelecido na Agenda 21, durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD (1992) deve-se aumentar ao máximo a reutilização e reciclagem, promovendo o correto depósito e tratamento dos resíduos sólidos” (GUSMÃO et al., 2019, p. 213).

Percebe-se, então que, a realização de medidas construtivas atinentes à questão e o parecer em inovações tecnológicas que promovam um comprometimento para com a sustentabilidade são imprescindíveis para que haja harmonia entre meio ambiente e Construção Civil. Como por exemplo, aliar o verde ao projeto arquitetônico, aproveitar de forma inteligente a luz solar ou adicionar materiais (Politetraflato de Etileno – PET, gesso), que antes eram acondicionados de forma incorreta pela sua produção excessiva, etc. (PACHECO et al., 2019).

Conhecer e discutir aspectos referentes às tecnologias sustentáveis harmônicas da Construção Civil também é de suma importância, para que, cada vez mais, se equilibrem e se maximizem ações que sejam ambientalmente corretas, socialmente aceitas e economicamente viáveis. (RIBEIRO; MOURA; PIROTE, 2016). Dessa forma, deve-se incentivar a adoção de alternativas que promovam a minimização dos impactos ambientais e do consumo energético exacerbado (SILVA; FERRER SILVA; BRESSAN; PIRES, 2015). Neste contexto, este trabalho tem como objetivo principal, analisar as características das inovações tecnológicas sustentáveis aplicadas à Construção Civil e, para alcançá-lo apresenta aspectos da relação entre sustentabilidade e construção, e expõem historiografia, aplicações, vantagens e desvantagens das novas tecnologias construtivas ecológicas, buscando oferecer uma visão geral ao leitor iniciante no tema.

2. METODOLOGIA

O presente artigo é de caráter exploratório e bibliográfico. Os dados utilizados foram obtidos por meio de pesquisa, realizada no primeiro semestre de 2019, no Google Acadêmico, no Portal de Periódicos CAPES (2018), na biblioteca virtual de e-books disponibilizada pelo VI Congresso Brasileira de Resíduos Sólidos (CBRS) e em sites que fazem referência à Construção Civil. Utilizou-se da inserção das seguintes palavras-chave: construção, tecnologias, sustentabilidade. A partir da leitura e seleção dos materiais encontrados, deu-se a construção deste artigo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sustentabilidade

A sustentabilidade é um termo que vem se tornando o foco de diversos debates ao redor do mundo e, segundo John et al. (2002), seu significado pode ser associado às atividades que promovam o desenvolvimento de produtos por meio de técnicas que minimizem os impactos ambientais, garantindo o bem estar futuro do planeta. Segundo Motta e Aguilar (2009, p. 85), esse termo vem sendo constantemente utilizado com o propósito de valorizar a busca por uma *sociedade mais humana*, evidenciando uma crescente preocupação da sociedade em restaurar o equilíbrio da relação entre o ser humano e a natureza. A busca por caminhos para a sustentabilidade se tornou ainda mais urgente quando, em 1972, um grupo composto por mais de 100 países se reuniram para discutir a respeito de questões sobre política, economia internacional e, principalmente, meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

Desse encontro, foi elaborado um relatório, intitulado *Limites do Crescimento*, apontando o futuro catastrófico que para qual o mundo estava se encaminhando, caso não houvesse uma mudança nos padrões de desenvolvimento (CORRÊA; VIEIRA, 2009, p.15). Esse documento, também conhecido como Relatório *Meadows*, abalou o mundo e agravou a preocupação com a questão ambiental. Dessa preocupação, surge à necessidade de que se esclareçam alguns conceitos fundamentais na procura de soluções para o problema da sustentabilidade global, como por exemplo, a conceituação do termo *desenvolvimento sustentável*, já amplamente disseminado nos vários setores da mídia.

Em 1987, outro encontro foi realizado com o objetivo de criticar as medidas de desenvolvimento adotadas pelos líderes mundiais. Essa reunião, organizada pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, resultou na elaboração de um documento, intitulado *Nosso Futuro Comum*, também conhecido como Relatório *Brundtland*, que conceituava o desenvolvimento sustentável como sendo aquele que garante o suprimento das necessidades das atuais gerações, sem prejudicar o bem estar das futuras (CORRÊA; VIEIRA, 2009, p.16). Desse modo, o processo de obtenção do desenvolvimento sustentável passa pela adoção de medidas que garantam a preservação e manutenção do meio ambiente, a qualidade de vida e bem estar da sociedade, o progresso da economia (BARREIRA; SAMPAIO, 2004, p. 91).

i. Sustentabilidade na Construção

Como já dito anteriormente, após a apresentação dos relatórios de 1972 e 1987, a busca pelo desenvolvimento sustentável se espalhou pelos diversos setores, entre eles, o da Construção que, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2018), é responsável por mais da metade dos resíduos sólidos resultantes das ações humanas. Lopes e Ino (2004, p. 1) afirmam que:

A construção civil é responsável pelo uso de grande parte da energia disponível na terra. Desta forma, medidas que viabilizem a redução ou a racionalização do consumo de energia, tornam-se importantes a partir da elaboração do projeto, da escolha dos materiais e do processo construtivo.

Um outro fator que mostra a importância da preocupação com a sustentabilidade na Construção Civil é que, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção, esse setor é responsável por 6,2% do PIB Nacional (CBIC, 2018). Esse dado reflete o aumento exponencial do crescimento populacional nas últimas décadas. Isso demanda uma expansão do volume de extração de recursos naturais, com o propósito de produção de moradias que atendam às consequências dessa ampliação, o que resulta na intensificação dos impactos ambientais

decorrentes dessa extração (LUCAS, 2011, p. 5). Desse modo, ao mesmo tempo em que esse setor contribui para o desenvolvimento das cidades, ele também acaba gerando enormes quantidades de resíduos que agredem o meio ambiente (SILVA; FARIAS; BEZERRA, p. 341).

Esses impactos estão presentes nas várias fases da obra: 1) na aquisição da matéria prima, causando impactos na fauna e flora local, interferindo no solo e cursos d'água; 2) na produção dos materiais, ocasionando emissão de gases prejudiciais à atmosfera, como por exemplo, o CO₂ gerado no processo de fabricação do cimento; 3) na execução da obra, onde a poluição gerada é através da movimentação constante de caminhões, atrapalhando o tráfego, além do ocasional dano às construções vizinhas e a constante presença de ruídos e partículas de poeira no ambiente da obra; 4) e na disposição final dos resíduos, fase na qual, muitas das vezes, o entulho é destinado a locais impróprios para este uso, sendo estes, lixões, beira de estradas, terrenos baldios, entre outros. (ROTH, GARCIA, 2009, p. 120)

ii. Métodos de Certificação de Construções Sustentáveis

Outro ponto importante refere-se às dificuldades para a implementação de técnicas de construção sustentável por parte das empresas. Isso acontece por causa da falta de procura de materiais e técnicas sustentáveis, pois torna a produção e comercialização mais custosa às fornecedoras (BANDEIRA; MAIDEL, 2018). Segundo Da Silva et al. (2018, p. 93): “As exigências do mercado têm levado cada vez mais empresas a buscarem se certificar, principalmente quanto à qualidade, segurança e saúde ocupacional, gestão ambiental e responsabilidade social”. De modo a garantir e incentivar a adoção de novas tecnologias sustentáveis foram desenvolvidos métodos de certificação para comprovar a existência da sustentabilidade alegada por essas construções (LUCAS, 2011, p. 10). Essas certificações acabam por dar visibilidade para a questão ambiental e conferir maior crédito à imagem das empresas que a recebem. Entre as principais certificações está o selo AQUA.

Desenvolvido no Brasil pela Escola Politécnica e apresentado pela Fundação Vanzolini, o selo AQUA é o primeiro método de certificação que leva em consideração as características próprias do Brasil, como, a relação do edifício com o seu entorno, gestão de energia, água e resíduos, conforto ambiental, entre outros (PRADO, 2008).

iii. Resolução 307/02 do Conama

Considerando a grande possibilidade de impactos ambientais e seus consideráveis prejuízos ao meio ambiente, medidas de regulação foram implementadas para minimizar problemas gerados pela poluição, abrangendo a geração, acúmulo e destinação final de todos os resíduos gerados desde o início até o fim da obra, pois além do volume gerado e dos impactos causados por tais resíduos, uma das maiores problemáticas evidenciadas em seus gerenciamentos é o seu armazenamento e a disposição inadequada (NASCIMENTO; DE JESUS, 2016, p. 54).

Estamos falando da Resolução n° 307 do Conama (2002), que estabelece normas, regras e diretrizes para a gestão de resíduos sólidos. Alguns dos pontos mais importantes dessa resolução é que ela estabelece responsabilidades atribuídas ao poder público, tanto municipal, quanto distrital e as empresas geradoras de resíduos, classificando-os e oferecendo destinações adequadas. Esta resolução prioriza, de forma explícita, a minimização da geração de resíduos, ao invés de focar apenas na sua coleta, reciclagem e destinação. Além disso, estabelece que a incineração ou aterramento do resíduo, só deve ser levado em consideração, se não houver possibilidade de reciclagem do material coletado (Conama, 2002). Essa resolução também determina que os responsáveis pela geração desses resíduos devem possuir um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Construção Civil (PGRSCC), contendo a descrição e detalhamento da quantidade e classificação dos resíduos gerados durante todo o período de execução da obra, bem como seu acondicionamento e destinação final.

3.2 Práticas sustentáveis aplicadas à construção civil

O processo evolutivo pelo qual as sociedades passaram (e ainda hoje passam) trouxe consigo uma nova forma de organização e estruturação socioambiental, e são várias as descobertas e inovações que foram originadas ao longo desse processo.

Se por um lado a indústria favoreceu de forma significativa as diversas populações existentes, por outro, ela foi e é responsável pela degradação de outros sistemas, principalmente, o sistema ambiental e ecológico. Ao longo dos anos o setor ambiental vem sendo afetado drasticamente por um ramo proveniente da indústria, a saber, o ramo construtivo. É possível perceber claramente que a situação se agrava cada vez mais, porém o âmago de tudo isso se encontra nas diversas revoluções que já aconteceram.

De acordo com Meadows, Meadows e Randers (2004), durante séculos o mundo enfrentou diversas revoluções como a agrícola e a industrial, e todas elas mudaram a forma da população interagir com os sistemas existentes. A revolução agrícola trouxe à tona conceitos de propriedade de terra, feudalismo, riqueza, profissão, poder, dinheiro e cidades. Por sua vez, no período decorrente da revolução industrial a população global aumentou significativamente e trouxe máquinas, estradas, ferrovias, combustão, chaminés, fábricas e grandes áreas urbanas (MIHELIC; ZIMMERMAN, 2012).

Os avanços são perceptíveis, entretanto o desenvolvimento urbano e industrial ocorreu de maneira desordenada, sem planejamento algum e com crescentes níveis de degradação e poluição do meio ambiente (BRAGA et al., 2005). Aprofundando o que já foi mencionado, com o objetivo de propor estratégias regulamentadoras para ações de exploração e preservação de espaços ambientais, criou-se o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que segundo o blog Dinâmica Ambiental (2017), pode ser entendido como:

[...] um colegiado responsável por oferecer consultoria de natureza consultiva e deliberativa, permitindo que o governo avalie e adote ações que visam a preservação do meio ambiente. O órgão é formado por representantes do governo federal, estadual e municipal, além de empresários, membros de Organizações Não Governamentais e demais integrantes da sociedade civil

A partir daí, surge então a necessidade de aprimoramento das técnicas construtivas de acordo com as resoluções do CONAMA, de modo a alcançar eficiência na edificação e preservação ambiental. Para isto, vários estudos foram desenvolvidos e a partir de então, novos métodos foram descobertos e aplicados no ramo da engenharia, tais como:

i. Green Roofs (Telhado Verde):

É uma técnica muito utilizada por países europeus, haja vista que o seu resultado é notado de cara tanto no que se refere ao conforto quanto no aspecto estético. Dessa forma o telhado (teto) verde pode ser definido como todo o telhado que agrega em sua composição, uma camada de solo ou substrato de vegetação. Segundo Righi et al (2016), é recomendada a utilização de plantas que sobrevivem em condições climáticas adversas, como é o caso das xerófitas. Um telhado verde é uma alternativa viável e sustentável perante os telhados e lajes tradicionais, pois facilita o gerenciamento de grandes cargas de águas pluviais, desencadeando em melhorias térmica, serviços ambientais e novas áreas de lazer (NASCIMENTO, FREITAS; SCHMID, 2008).

ii. Painéis Fotovoltaicos:

Em primeiro lugar consiste em ser uma técnica econômica aliada à sustentabilidade. De forma simplória, o site de Domosolar (2019) concebe painéis fotovoltaicos como sendo:

[...] mecanismos que convertem a energia do sol em energia elétrica. São constituídos por células solares (células foto eletroquímicas e células de nano cristais) que são a terceira geração de células usadas na construção de painéis solares. Consistem em lâminas capazes de gerar energia elétrica a partir de fontes de luz. A energia do sol é absorvida pelas placas e produzem corrente elétrica. As eficiências das células usadas nos painéis podem ser de 16% a 28% e são como um sensor de luz, atraindo-a para ser armazenada.

Ainda sobre estes, convém ressaltar que esses painéis possuem dimensões, tensões e potências distintas para os mais diferentes fins. De acordo com Junior et al. (2018), as propriedades particulares desse método de produção energética, tem impactos positivos para com o ambiente, tendo em vista que sua principal fonte se caracteriza por ser infinita e inesgotável (energia solar).

iii. Tecido ou Cortinas Green Screen envolve:

Também se resume em uma técnica ecológica de sustentação ambiental, pois além de serem produzidas com materiais descartados recicláveis, contribuem para o melhor conforto térmico dos ambientes e o máximo aproveitamento da iluminação natural (por esta razão auxiliam na redução do consumo energético).

A Associação Brasileiras de Persianas, Cortinas e Toldos (ABRAPE), faz a distinção entre dois tipos de cortinas, sendo elas a Koolblack e Duette. As primeiras podem ser identificadas como sendo telas escuras, que assumem em sua composição fibras de vidro revestidas de PVC, e refletem a energia solar. Ao mesmo tempo, elas oferecem um vantajoso controle da temperatura interna, reduzindo de forma significativa o uso dos ares condicionados ou de aquecedores. Além disso, as telas melhoram o aspecto visual, pois permitem uma vista externa nítida e uma agradável iluminação interior, com menos necessidade de lâmpadas acesas, garantindo uma importante economia de energia (ABRAPE 2018).

Já a segunda, Duette, é definida como um tipo de cortina que possui estrutura interessante, sendo ela inspirada no design dos favos de mel das colmeias de abelhas. O exclusivo formato Architella agrega pelo menos três bolsões de ar dentro de uma célula, responsáveis pela manutenção do ar em seu interior, minimizando a troca de calor entre os ambientes internos e externos. Convém lembrar ainda, que as diferentes texturas do produto utilizado na fabricação da mesma podem oferecer vários níveis de filtragem de luz, garantindo, por fim, um ótimo controle de luminosidade nas residências (ABRAPE 2018).

As empresas que trabalham com a confecção dessas peças, trabalham com afinco a fim de proporcionar baixo custo ao consumidor e acima de tudo garantir melhores condições de sustentabilidade. Existem ainda outras ações que também são consideradas práticas construtivas sustentáveis e bastante acessíveis do ponto de vista financeiro, estas podem ser aplicadas até mesmo no próprio canteiro de obras como, por exemplo, o gerenciamento adequado dos resíduos, realizado através da distribuição de bainhas, tonéis ou tambores; madeiras reflorestadas na utilização de escoras para vigamento, etc.

3.3 Destaque em Inovações Tecnológicas Ambientais

Após incontáveis tentativas, ao longo de anos, de uma harmonização completa entre Construção Civil e meio ambiente, o ser humano ainda não alcançou, de forma totalmente eficiente e benéfica a ambos os lados, esse feito. Todavia, há muitos órgãos importantes cientes de que essa realidade pode ser possível e buscam tecnologias ecológicas inovadoras que contribuam para esse eco negócio sustentável. Segundo Nazário et al. (2016, p. 55), “uma crescente atenção científica e tecnológica vem sendo dada aos estudos e a utilização de novos materiais, especialmente os ecológicos, nos mais diversos segmentos da indústria.”

O mesmo autor também esclarece: “Um material ecológico se caracteriza por um impacto ambiental mínimo e um rendimento máximo para a tarefa requerida pelo *design*. Estes são muito fáceis de reintroduzir nos ciclos naturais” (NAZÁRIO et al., 2016, p. 55). Assim, um destaque a novos materiais que através da utilidade, praticidade e eficiência, transformem todo o acúmulo prejudicial de resíduos sólidos na Construção Civil, se faz extremamente necessário. Expondo tanto suas vantagens e diversas aplicabilidades, quanto suas desvantagens, disponibiliza-se espaço para duas técnicas integralmente distintas, porém com a mesma importância ambiental: A madeira plástica e as telhas ecológicas de PET e gesso.

3.3.1 Madeira Plástica

Para Oliveira (2005, apud DE PAULA; COSTA, 2008, p. 1) “a madeira plástica é um produto moderno, resultado de alta tecnologia industrial aplicada para transformar resíduos plásticos em peças que imitam a madeira comum”.

Inicialmente, em 1970, o surgimento da Madeira Biosintética teve como objetivo central a substituição da madeira natural, para fabricação de deques e cercas. De acordo com Guimarães, Andrade, Santos e Silva (2018), ela foi desenvolvida para obter um destino para materiais descartáveis e altamente danosos ao meio ambiente. Só em 1990, os Estados Unidos tornou-se o país pioneiro em produção e utilização desta. Após isso, essa solução sustentável foi vista como uma potencial alternativa e forma economicamente viável, pois além de ser um produto 100% reciclável, pode substituir quase em sua totalidade a madeira natural, permitindo uma ampla aplicação em vários setores. De Paula e Costa (2008) destacam que entre eles estão: construção civil, agropecuária, indústria de móveis, transportes rodoviário e ferroviário.

No Brasil, a principal preocupação dos órgãos de pesquisas responsáveis pelo produto (UFRJ e UNESP) é o acondicionamento incorreto de seu principal componente, aquele que compõe mais de 50% da massa da madeira plástica, que permanece como inteligente alternativa para esse problema. Segundo a FUNVERDE (2006 apud DE PAULA; COSTA, 2008, p. 3): “2,5 milhões de toneladas de plásticos pós-consumo foram gerados no Brasil em 2004. Desse total, apenas 350 mil toneladas foram recicladas”. “Estima-se que no mundo, sejam descartadas, só em sacolas plásticas, cerca de um milhão a cada minuto”. (DE PAULA; COSTA, 2008, p. 3). O destino de todo esse plástico possivelmente são bueiros, aterros sanitários ou fundos dos rios. Isso poderia perfeitamente ser evitado, pois a fabricação desse composto em polímeros se resume na utilização de madeira comum e vários tipos de materiais plásticos. De acordo com Guimarães et al. (2018), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Politeraftalato de Etila (PET), Policloreto de Vinila (PVC) e Polipropileno (PP) são os utilizados para tal.

Como já mencionada, a Madeira Biosintética possui uma grande semelhança à madeira natural, isso reflete em sua aplicabilidade, que abrange tabuas, deques de piscina, cercas, dormentes, moveis rústicos e até tampas de bueiros. Vislumbrando a importância dessa grande descoberta, o Instituto de Macromoléculas da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – desenvolveu sua própria madeira plástica direcionando o foco para os sacos plásticos. De Paula e Costa (2008, p. 2) informam que:

O IMAWOOD® é uma "madeira plástica", obtida a partir de poliolefinas encontradas nos resíduos sólidos urbanos, constituído principalmente de sacos de plásticos descartados, empregados em embalagens diversas. O material desenvolvido tem aplicações potenciais na indústria de Construção Civil, em divisórias, pisos, treliças, em área agropecuária, na construção de mourões de cerca, estábulo, estrados, etc.

Sendo assim, esta poderia ser aplicada na Engenharia Civil para diminuir os impactos ambientais que ocorrem em decorrência de desmatamentos desenfreados, aumentando a sustentabilidade da construção e diminuindo significativamente a poluição. Além das ecológicas, outras vantagens no uso da madeira plástica, segundo Guimarães et al. (2018) são:

- ✓ Durabilidade indefinida;
- ✓ Fácil manuseio (permite o uso de ferramentas de corte, pregos e parafusos);
- ✓ Não requer elementos de proteção, como seladores e vernizes;
- ✓ Impermeável;
- ✓ Aceita qualquer tipo de pintura;
- ✓ Dispensa manutenções.

“Um das desvantagens é que tem um custo alto na produção inicial, não é uma tecnologia que tenha um tão fácil acesso ainda, se possui certa desconfiança ao optar por algo inovador no mercado” (GUIMARÃES et al., 2018, p. 21). Outrossim, em uma comparação entre o custo/benefício de aplicação entre uma madeira convencional e uma madeira plástica, esta é em média 30% maior, o que ocasiona uma desmotivação inicial. Entretanto, essa diferença é reembolsável ao longo do tempo, pois a madeira sustentável não necessitará de manutenções constantes.

3.3.2 Telhas Ecológicas de PET e gesso

Nessa busca constante por um ambiente realmente sustentável, mais um material inovador vem tentando conquistar seu espaço. A telha vem se destacando de forma gradativa no mercado de Construção Civil, devido às suas possibilidades de maior durabilidade, menores consumo de água, de energia e menor exploração de recursos naturais renováveis, que ocasiona em uma diminuição no teor de poluentes degradantes produzidos por fábricas (SOUZA; BRITO; SILVA, 2019). Dentre essas capacidades de adaptação das telhas, componentes como o Politereftalato de Etileno (PET) e o gesso tem destaque pela sua quantidade exacerbada e pela sua dificuldade de reaproveitamento, respectivamente.

Segundo Souza, Brito e Silva (2019, p.3): “O PET (Politereftalato de etileno), é considerado um dos maiores vilões do mundo contemporâneo, gerador de poluição para o meio ambiente”. Assim, é compreensível a grande necessidade da reciclagem desse tipo de material como alternativa viável para uma melhora significativa que ultrapassa os limites da Construção Civil e atinge o meio socioeconômico e ambiental. Esse polímero termoplástico é altamente resistente no âmbito mecânico e químico e evita a passagem de gases e odores, apresentando muitas vantagens em sua reutilização, como por exemplo, a economia de petróleo, a economia de energia no processo de produção deste e uma grande redução nos impactos ambientais, pois sua degradação é após 400 anos de descarte (SOUZA; BRITO; SILVA, 2019).

Além desse, o gesso merece uma atenção cuidadosa para com o seu acondicionamento e ideias práticas que encontrem maneiras de reaproveitá-lo. Pois, conforme Pini (2012 apud TESKE; GONÇALVES; NAGALLI, 2015, p. 191), apesar de ser “o aglomerante menos utilizado no Brasil, apresenta características e propriedades importantes como a plasticidade da pasta fresca e a lisura da superfície endurecida”. Dessa maneira, este passou a ser considerado um material passível de reutilização e reciclagem, ou seja, mesmo o gesso apresentando uma produção extremamente agressiva ao meio ambiente, ele não tem destinação correta. De acordo com Souza, Brito e Silva (2019, p. 3):

O consumo sustentável pode ser definido, segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), como o uso de bens e serviços que atendam às necessidades básicas, proporcionando uma melhor qualidade de vida, enquanto minimizam o uso de recursos naturais e materiais tóxicos, a geração de resíduos e a emissão de poluentes durante todo ciclo de vida do produto ou do serviço, de modo que não se coloque em risco as necessidades das futuras gerações.

Como fator aglomerante entre esses dois importantes poluidores, as Telhas Ecológicas são uma solução prática e eficiente, 100 % sustentável e harmônica. Neste artigo iremos destacar os dois tipos principais: As telhas PET e as telhas GePET.

I. Telhas PET ou Telhas Leve:

A característica principal é a exclusividade ao seu principal componente, o Politereftalato de Etileno. Sua produção, segundo Souza, Brito e Silva (2019), é através de misturas entre resinas poliméricas e carbonato de cálcio e sua fabricação é feita com a tecnologia *state-of-the-art* (técnica que produz telhas de alta resistência e alto padrão tecnológico de qualidade) e decorre da seguinte maneira: primeiramente as garrafas PET são separadas por colorações distintas; depois, são dispostas em uma máquina específica onde a separação, do rótulo e do plástico, ocorre; após isso, as garrafas são trituradas até atingirem a viscosidade correta e só então, o processo comum de formação das telhas é realizado. O resultado final é uma telha com mais leveza e resistência, como mostrado (Figura 1) abaixo:

Figura 1 – Telhas de garrafas PET recicladas



Fonte: Souza, Brito e Silva (2019).

“No Brasil a demanda por plástico reciclado continuará a expandir e a desenvolver novos mercados com tecnologias que permitem a segregação eficiente e o reprocessamento de resinas de alta pureza” (SOUZA; BRITO; SILVA, 2019, p. 8). Desse modo, o vislumbre de uma maior utilização pela necessidade de consumos sustentáveis, é muito favorável para a evolução das Telhas Leves, que já chegam a possuir cerca de onze cores distintas disponíveis no mercado. Como principais vantagens em seu uso, temos:

- ✓ Maior leveza (pesa 5.8 kg/m²) comparada às telhas cerâmicas convencionais, apesar de apresentarem a mesma resistência – o que influencia diretamente no peso da estrutura e na economia que trará a obra;
- ✓ Sua fixação é através de braçadeiras de nylon próprias, que por prender a telha completamente a estrutura, faz com que ela resista a ventos fortes;
- ✓ Diminuição de 1/3 do material utilizado para sustentação de telhas cerâmicas;
- ✓ Ausência de porosidades;
- ✓ Excelente isolamento acústico;
- ✓ Durabilidade de até 50 anos;
- ✓ Diminuição da extração de recursos naturais importantes;
- ✓ Resistência a temperaturas de até 85°C;
- ✓ Resistência ao ressecamento;
- ✓ Devido à aplicação de aditivos, possui resistência aos raios UV e às degradações por intempéries;
- ✓ Variedades de cores;

- ✓ Preservação da estética por apresentar uma dificuldade na sua alteração de cor;
- ✓ Impermeabilidade.

Já em relação as suas poucas desvantagens, Souza, Brito e Silva (2019) falam que “o custo do metro quadrado do produto é de R\$ 39, duas vezes mais alto que o da telha convencional de barro, que gira em torno de R\$ 19”. É uma ineficiência comum para matérias recentes e inovadoras, entretanto, esta é completamente aceitável se o foco for os gastos ao longo dos anos, pois “[...] de acordo com Formariz, devido à sua leveza, o gasto com a estrutura do telhado custa R\$ 15, um quarto do preço da tradicional, que é de R\$ 70 em média” (SOUZA; BRITO; SILVA, 2019, p.6).

II. Telhas GePET

Como já mencionado anteriormente, inexistente uma conscientização para com a separação e destinação adequada do gesso, porém, após uma análise criteriosa de seus resíduos, observou-se que sua coloração branca poderia denotar meios propícios para fabricação de telhas brancas. Um telhamento que apresenta essa propriedade tem a capacidade de refletir os raios solares, reduzindo, assim, a transferência de calor para dentro da edificação. Esse feito tem relevância tanto para pequenos casos isolados, quando para casos de maiores proporções como, por exemplo, caso ocorra a aglomeração e disseminação desse tipo de telhado em grandes cidades, é viável uma diminuição significativa das ilhas de calor. (TESKE; GOLÇAVES; NAGALLI, 2015)

Entretanto, telhas constituídas apenas desse material apresentam um grande empecilho, a umidade. O gesso é um material higroscópico, ou seja, possui uma característica singular de absorção máxima de água do ambiente, fato completamente contraditório para com o pensamento de sua aplicação como telha, pois elas estão em contato direto com as chuvas. Nesse sentido, a partir de pesquisas no Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, foi evidenciada a necessidade da adição de materiais impermeabilizantes que embarguem o acesso da água até o gesso, duas possibilidades para resolver esse problema foram: a) adicionar impermeabilizantes brancos a base de resina acrílica; b) usar polímeros reciclados na função de camada protetora. Com isso, após vários testes que comprovassem a eficiência de ambas as alternativas, o Politereftalato de Etileno foi escolhido como a melhor opção (TESKE; GOLÇAVES; NAGALLI, 2015).

Nesse viés, uma telha única, inspirada no modelo da Colonial Gigante produzida principalmente pela empresa Maristela, surgiu como fator comum entre o PET e o gesso, denominaram-na como GePET. Esta, por ter como principal constituinte o plástico, manteve a transparência sem perder a coloração esbranquiçada, característica do gesso. Sendo essa apenas uma de suas características vantajosas, outras são:

- ✓ Baixa porosidade, promovendo uma não acumulação de mofo e umidade;
- ✓ Não necessidade de limpezas frequentes;
- ✓ Vida útil de aproximadamente 40 anos;
- ✓ 100% reciclável;
- ✓ Isolamento térmico;
- ✓ Diminuição das ilhas de calor, associado a isso, há uma diminuição na emissão de gases do efeito estufa;
- ✓ Diminuição de até 20% no consumo energético de condicionamento de ar;
- ✓ Facilidade em montagem, transporte e aplicação, devido a sua leveza;

Em relação às desvantagens, Teske, Gonçalves e Nagalli (2015, p. 197) falam que “um dos grandes pontos negativos encontrados foi o preço estimado da telha, que se apresentou muito acima do mercado, incluindo as próprias telhas de PET já produzidas”. Sendo ele o valor aproximado de R\$ 72,00 por peça e de R\$ 720,00 o metro quadrado, duas vezes mais caro que o

valor da Telha PET colonial (R\$ 361,20), um fator desmotivante para um produto inicial no mercado construtivo. É comum que as implantações de novas práticas encareçam o produto final, entretanto, essas práticas colaboram para inúmeras vantagens, como o reembolso gradativo e a maximização do lucro (DE OLIVEIRA; DE FARIA, 2019).

4.CONCLUSÕES

Constantemente o ser humano modifica o espaço de acordo com as suas necessidades, um exemplo claro, é quando esse precisa construir ou reformar. Todavia, a maioria desta população não procura alternativas sábias e sustentáveis para poder agir, simplesmente modificam sem olhar para as consequências que irão causar na natureza. A falta de planejamento no ramo construtivo tem sido um dos fatores que mais agravam a dinâmica ambiental, portanto, surge então a necessidade da elaboração e aplicação de alternativas sustentáveis e econômicas no processo construtivo.

No Brasil, certas práticas já estão sendo executadas. Atualmente está ocorrendo uma grande mudança no foco de algumas empresas que atuam no âmbito da Construção Civil, essas estão incorporando conceitos sustentáveis por meio de soluções de projeto, o que representa grandes melhorias ambientais (Furukawa; Carvalho, 2011, p.104).

O presente trabalho nos mostrou alternativas viáveis e econômicas que podem ser implantadas quando se for construir, tais sugestões surgiram através de muitos estudos e testes, que visavam não só o bem estar e o baixo custo para o consumidor, mas também o equilíbrio ecológico.

REFERÊNCIAS

ABRAPE. Entenda porque a escolha certa de cortinas e persianas te ajudam a ser sustentável! **Net**. 2018. Disponível em: <<https://guiadaspersianas.com.br/a-escolha-certa-de-cortinas-e-persianas-ajudam-na-sustentabilidade/>> Acesso em: 23 abr. 2019.

BANDEIRA, Paulo Cesar de Barros; MAIDEL, Simone. SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO - SISTEMA MONOLÍTICO CASA DE ISOPOR. **CONGRESSO NACIONAL DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS – CONACED**, III, 2018. **Anais...** João Pessoa, Paraíba, 29 de novembro a 01 de dezembro de 2018.

BARREIRA FILHO, Edenilo Baltazar; SAMPAIO, José Levi Furtado. Sustentabilidade Ambiental: discutindo o lugar. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, ano 03, número 06, 2004.

BRAGA, B. et al. **Introdução á Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Pretence Hall, 2005, p. 216.

BISSOLI-DALVI, Márcia et al. Avaliação da Sustentabilidade da Madeira por Meio da Ferramenta ISMAS. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. e00077214, 2017.

CBIC, Em movimento: como a construção movimentou a economia e gera empregos. **Net**. 2018. Disponível em: < <https://cbic.org.br/em-movimento-como-a-construcao-civil-movimentou-a-economia-e-gera-empregos/> > Acesso em 23 abr. 2019.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Monografia - Curso de Especialização em Construção Civil Belo Horizonte. UFMG, 2009.

DE OLIVEIRA, Jairo Cardoso; DE FARIA, Ana Cristina. Impacto econômico da construção sustentável: a reforma do Estádio do Mineirão. **URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

DE PAULA, Roberta Manfron; COSTA, Daiane Leal. MADEIRA PLÁSTICA: ALIANDO TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE. ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO

CIENTÍFICA, XVII, 2008; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, VIII, 2008. **Anais...** São José dos Campos, Universidade do Vale do Paraíba, 16 a 17 de outubro de 2008, p. 1-4.

DINÂMICA AMBIENTAL. Entenda o que é o CONAMA e seu papel na fiscalização de atividades poluidoras. **Net.** 2017. Disponível em: <<https://www.dinamicambiental.com.br/blog/meio-ambiente/entenda-Conama-papel-fiscalizacao-atividades-poluidoras/>>. Acesso em: 23 Abr. 2019.

DOMOSOLAR – DOMOTICA E ENERGIAS RENOVAVEIS. O que é um painel fotovoltaico? **Net.** 2019. Disponível em: <<http://www.domosolar.net/domotica/o-que-e-um-painel-fotovoltaico/>> Acesso: 23 Abri. 2019.

FURUKAWA, F. M.; CARVALHO, B. B. **Técnicas construtivas e procedimentos Sustentáveis – estudo de caso:** edifício na cidade de São Paulo. 2011. 109f. Monografia de Graduação em Engenharia Civil. Guaratinguetá: Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, 2011.

GRAÇAS ROTH, Caroline das; MELLO GARCIAS, Carlos. Construção Civil e a Degradação Ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, vol. 7, núm. 13, enerojunio, 2009, pp. 111-128. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul Ijuí, Brasil. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75212355006>>.

GUIMARÃES, Camila Cynthia Souza. et al. MADEIRA BIOSINTÉTICA/PLÁSTICA/SUSTENTÁVEL. **Net.** Abril, 2018. v. 4, n.3, p. 21-28. Disponível em: <periodicos.set.edu.br>. Acesso em: 23 Abr. 2019.

GUSMÃO, Amanda Cristina Santos. et al. O Uso de Resíduos de Gesso da Construção Civil na Agricultura. **Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas.** CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – EPERSOL, V, 2019. **Anais...** Recife-PE, Brasil, 17 a 19 de setembro de 2019, p. 408-418. ISBN: 978-85-7946-337-2. 2019.

GUSMÃO, Amanda Cristina Santos. et al. Aplicativo Móvel no Gerenciamento de Resíduos Sólidos: Estudo de caso APP Epersol. **Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas.** CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – EPERSOL, V, 2019. **Anais...** Recife-PE, Brasil, 17 a 19 de setembro de 2019, p. 208-218. ISBN: 978-85-7946-337-2. 2019.

INBS, Súmula do Relatório **Bruntland.** **Net.** 20(?). Disponível em: <<https://www.inbs.com.br/ead/Arquivos%20Cursos/SANeMeT/RELAT%23U00d3RIO%20BRUNDTLAN%20%23U201cNOSSO%20FUTURO%20COMUM%23U201d.pdf>> Acesso em 25 Abr. 2019.

JOHN V. M. et al. Durabilidade e Sustentabilidade: Desafios para a Construção Civil Brasileira. **WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES**, 2002. São José dos Campos, 2012.

JÚNIOR, Claudemiro Lima et al. Energia solar: metodologia para avaliação do local de instalação de sistema fotovoltaico fomentando a Educação Ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 13, n. 3, p. 233-244, 2018.

LOPES, Wilza Gomes Reis; INO, Akemi. O emprego da terra crua e de madeira de reflorestamento como materiais de construção. São Paulo: editora, 2004, p. 1-11.

Resolução 307 CONAMA, 2002. Disponível em: <www.lei.adv.br/Conama.htm>. Acesso em: 04 Abr. 2019.

LUCAS, Vanessa Silvério. Construção sustentável – sistema de avaliação e certificação. *Dissertação – curso de Engenharia Civil.* Nova Lisboa, Universidade Nova de Lisboa, 2011.

MEADOWS, D.; MEADOWS, D.; RANDERS, J. Les limites à lacroissance (dansun monde fini). Paris: EditionsRue de l’Echiquier, 2004.

MIHELIC, R. J.; ZIMMERMANN, B. J. Engenharia Ambiental: Fundamentos, sustentabilidade e projeto: LTC, 2012.

MOTTA, Silvio Romero Fonseca; AGUILAR, Maria Tereza. SUSTENTABILIDADE E PROCESSOS DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 1 UFMG, Minas Gerais, 2009.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Construção Sustentável. Disponível em: <www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel>. Acesso em: 20 Abr. 2019.

NASCIMENTO, W. C. do; FREITAS, M. do C. D; SCHMID, A. Coberturas verdes: A renovação de uma ideia. Universidade Federal do Paraná, Paraná, out. 2008.

NASCIMENTO, Priscila do Nascimento; DE JESUS, Luciana Aparecida Netto. Avaliação da sustentabilidade em canteiros de obras: um estudo na Grande Vitória – ES. **Revista de Engenharia Civil IMED**, 3(2): 54-70, jul./dez. 2016 - ISSN 2358-6508.

NAZÁRIO, Gabriel Fernando. et al. MADEIRA PLÁSTICA: UMA REVISÃO CONCEITUAL. **Revista Engenharia em Ação UniToledo**, Araçatuba, SP, out./dez., v. 01, n. 01, p. 54-71, 2016.

PACHECO, João Antônio Lima. et al. TERMO-OXIDAÇÃO ACELERADA EM GARRAFAS PET DESCARTADAS NO MEIO AMBIENTE. **Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas**. CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – EPERSOL, V, 2019. Recife-PE, Brasil, p. 159-169. ISBN: 978-85-7946-337-2, 17 a 19 de setembro de 2019.

PRADO, Thays. AQUA: primeiro referencial técnico brasileiro para construções. **Planeta sustentável Net**. 2008. Disponível em: <www.planetasustentavel.org.br>. Acesso em: 09 Abr. 2019.

RIBEIRO, Denise; MOURA, Larissa Santos de; PIROTE, Natalia Stéfanie dos Santos. Sustentabilidade: Formas de Reaproveitar os Resíduos da Construção Civil. Faculdade Anhanguera de Taubaté. SP, Brasil. **Revista Cienc. Gerenc.**, v.20, n.31, 2016, p. 41-45.

RIGHI, Débora Pedroso et al. Cobertura verde: Um uso sustentável na construção civil. **Mix Sustentável**, v. 2, n. 2, p. 29-36, 2016.

SILVA, Juliana Giradelo da; FERRER SILVA, Ivana Aparecida; BRESSAN, Idineia; PIRES, Willian Luan Rodrigues. INOVAÇÕES SUSTENTAVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. CONGRESSO DE ADMINISTRAÇÃO DO SUL DE MATO GROSSO – CONASUM, 2015. **Anais...** Rondonópolis: Universidade Federal de Mato Grosso. 2015.

SILVA, Júlio César Moraes; FARIAS, Marylin Fonseca Leal de; BEZERRA, Helton de Jesus Costa Leite. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: PROPOSTA METODOLÓGICA DE OBRA DE MÉDIO PORTE EM SÃO LUÍS – MA. **Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas**. CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – EPERSOL, V, 2019. **Anais...** Recife-PE, Brasil, 17 a 19 de setembro de 2019. ISBN: 978-85-7946-337-2.

SOUZA, Lilian Cardoso de; BRITO, Eliézer Rouze; SILVA, Alberto Nogueira da. TELHAS ECOLÓGICAS DE PET GERENCIAMENTO DA QUALIDADE. Manaus, 2019. p. 1-12.

TESKE, S.; GONÇALVES, P. F. A.; NAGALLI, A. Desenvolvimento de modelo conceitual de telha ecológica a partir de resíduos de PET e gesso da construção. **Cerâmica**, 61, 2015, p. 190-198. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581852>> Acesso em: 25 Abr. 2019.

6.5 ANÁLISE CRÍTICA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL QUE SÃO GERADOS NAS PRINCIPAIS CIDADES DA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA

MENDES, Álvaro Avila Franklin
Universidade Federal do Espírito Santo (ES)
alvaro_afm2@hotmail.com

COSTALONGA, Filipe Galina
UFES
filipegcostalonga@gmail.com

PINHEIRO, Sayonara Maria de Moraes
UFES
sayonara.pinheiro@gmail.com

COSTA JUNIOR, Milton Paulino
UFES
milton.paulino@gmail.com

RESUMO

A indústria da construção é conhecida como fonte de impactos ambientais negativos, associados tanto à produção como à extração de matérias-primas e à execução de seus projetos. A geração dos resíduos de construção pode estar ligada a muitas causas, como decisões de projeto, planejamento das construções, problemas de execução, entre outras. No Brasil gerou-se cerca de 45 milhões de toneladas de resíduos de construção civil, o que equivale a 57% de todo o resíduo sólido do ano de 2015. Devido a esse volume de resíduo gerado o governo por meio de resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente e leis buscam orientar a destinação mais adequada para cada tipo de resíduo. O presente trabalho avaliou os principais municípios da região metropolitana da grande Vitória (Vitória, Vila Velha, Cariacica e Serra) verificando os requisitos contidos na Resolução Conama nº 307 de 2002 e nas leis Estaduais e municipais. Os resultados encontrados demonstram a necessidade de uma mudança por parte das prefeituras, principalmente em políticas públicas que possam implementar os requisitos da Resolução e na busca por conscientizar a população e os grandes geradores em relação à importância da correta destinação e da reciclagem dos resíduos da construção civil (RCC).

PALAVRAS-CHAVE: RCC, Gestão, Requisito Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

Nos centros urbanos, responsáveis por agregar a maior parte da população, são muitos os sinais dos impactos ao meio ambiente causados pelo homem. O ritmo imposto pelo crescimento econômico aos diversos setores da cadeia produtiva e os hábitos de consumo, cada vez mais barato e intenso, têm causado a geração de grandes quantidades de resíduos sólidos urbanos. De uma forma geral, dentre os resíduos que compõem a massa de resíduos sólidos urbanos gerados diariamente, a maior parte é proveniente de atividades ligadas à construção civil (ALEXANDRE et al., 2014, COLOMBARI, 2014; FONSECA, 2015). De acordo com Ding et al., (2016), grande parcela dos resíduos de construção tem sido gerada devido a existência de atividades intensas neste setor, e isto pode provocar impactos negativos significantes ao meio ambiente, se não forem adequadamente geridos. Os autores enfatizam que a gestão eficaz dos resíduos de construção é de importância primordial para o desenvolvimento sustentável futuro.

A indústria da construção é conhecida como fonte de impactos ambientais negativos, associados tanto à produção como à extração de matérias-primas e à execução de seus projetos (MAGALHÃES; DANILEVICZ; SAURIN, 2017). A geração dos resíduos de construção pode estar ligada a muitas causas, como decisões de projeto, planejamento das construções, problemas de execução, entre outras. Na fase de projeto, mudanças imprevistas, detalhamentos insuficientes e falhas na especificação do produto, além da má comunicação entre as equipes de projeto, são consideradas causas significativas de desperdício de materiais (LIU et al., 2015). Outro grande problema gerado pelos resíduos de construção civil (RCC) é a deposição destes resíduos em grandes áreas urbanas, o que resulta em problemas, como a degradação da paisagem urbana (BAKSHAN et al., 2017). Além disso, a eliminação de resíduos está associada à contaminação do solo e da água, devido ao descarte de materiais, como o amianto, o gesso e, também, devido aos compostos orgânicos voláteis que são liberados na atmosfera.

Uma quantidade considerável de lixo de construção e demolição é gerada globalmente. Até agora, a maioria dos resíduos de construção e demolição vem sendo aterrados sem qualquer tratamento adicional (BOVEA; POWELL, 2016). No entanto, os resíduos da construção e demolição poderiam ser reutilizados como matéria-prima para a fabricação de materiais/produtos secundários (RODRIGUES et al., 2013). Reciclar e reutilizar os materiais de construção e demolição tem um duplo efeito benéfico, o de evitar o descarte em aterros e preservar os recursos naturais não renováveis (VIEIRA; PEREIRA, 2015). Apesar da gestão dos resíduos de construção e demolição receberem uma atenção crescente de profissionais e pesquisadores de todo o mundo, haja vista que a gestão eficiente de recursos é uma questão desafiadora globalmente (LU; YUAN, 2011), estes resíduos não são geridos de forma eficaz em muitos países (CHENG; MA, 2013). Esta ineficácia no controle dos resíduos de construção e demolição em alguns países geram oportunidades substanciais para melhorar sua gestão em termos de pontos de vista técnicos, ambientais e econômicos (BOVEA; POWELL, 2016).

Com isso, a indústria da construção continua a ser um alvo chave para a agenda global de sustentabilidade, particularmente, esta indústria consome a maior parte dos recursos materiais escavados da natureza e gera a maior parte dos resíduos que vão para os aterros (AJAYI et al., 2017). Dados recentes demonstram números alarmantes em diversos países. No Reino Unido, a indústria da construção produz cerca de 44% dos resíduos de aterros, nos Estados Unidos da América (EUA) 29% e na Austrália 44% (SHEN; TAM, 2002). No Brasil, cerca de 45 milhões de toneladas de resíduos foram produzidas em 2015, o que equivale a 57% do total de resíduos sólidos produzidos no país (ABRELPE, 2015). O número é igualmente preocupante em vários outros países, com uma média geral global de 35% (SOLÍS-GUZMÁN et al., 2009).

Com a visível evolução do setor da construção civil no Brasil e no mundo, e as transformações sofridas pela natureza no decorrer desse processo, o meio ambiente vem sendo degradado cada vez mais em prol da evolução urbana. Diante deste cenário, surgiram em caráter de urgência, buscas por melhorias na gestão dos resíduos de construção e da preservação do meio ambiente, necessitando de estudos tanto na perspectiva ambiental quanto na econômica (YEHEYIS et al., 2013).

No Brasil, atualmente, o processo de reciclagem na construção civil tem se fortalecido no sentido de buscar soluções para o gerenciamento dos resíduos gerados por esta atividade. Essa vertente ganha força principalmente pela procura de novos materiais, que possam substituir as matérias-primas retiradas do meio ambiente. Porém, nosso processo de desenvolvimento da reciclagem ainda está muito atrasado quando comparado com a Europa, por exemplo, que iniciou essa ação desde a Segunda Guerra Mundial (LEITE et al., 2018).

A Alemanha, desde o século XX, destaca-se na construção de ações voltadas para o gerenciamento de seus resíduos. Outros bons exemplos podem ser encontrados na França, Espanha, Canadá e Japão. Dentre as medidas instauradas nesses países tem-se a criação de princípios como o da não geração, redução e valorização dos resíduos antes de seu descarte, a adoção de programas de coleta seletiva, reciclagem, compostagem, responsabilização dos produtores/geradores, entre outros (FRICKE; PEREIRA, 2015; JARON, 2015). A pauta dos resíduos sólidos e sua gestão ganharam destaque nas agendas governamentais de diversos países, sendo percebida como um problema público (PEDROSA; NISHIWAKI, 2014). Os países em desenvolvimento enfrentam sérios problemas na gestão inadequada de resíduos sólidos urbanos (RSU). Assim, o planejamento urbano e sua participação na gestão de resíduos necessita ir além da criação de um local para o descarte de resíduos. São necessárias ações que incluam estratégias para redução, reutilização, recuperação e reciclagem, para enfrentar os problemas e desafios emergentes no âmbito municipal (MAINA, 2016).

Como principais obstáculos para a gestão adequada dos RSU figuram: o não envolvimento de partes interessadas no planejamento e na tomada de decisões, pessoal não qualificado, a ausência de estratégias de gestão de resíduos a longo prazo e a fraca coordenação entre autoridades e associações de moradores. Sendo assim, o envolvimento das comunidades e a integração do esforço de reciclagem de resíduos na gestão local de RSU poderia ter um efeito importante na implementação de um programa de redução de resíduos municipal (RAHARJO et al., 2017). Buscando orientar a gestão dos resíduos sólidos o poder público por meio da resolução 37/2002 do CONAMA e por meio de leis, estaduais e municipais, apresentam requisitos que devem ser seguidos para a adequada destinação dos resíduos. Diante do exposto, o presente trabalho apresenta uma análise crítica do panorama de gestão do RCC nas principais cidades da Região Metropolitana da Grande Vitória – RMGV, Cariacica, Serra, Vila Velha e Vitória, com base nas diretrizes da Resolução N° 307/2002 do CONAMA (CONAMA, 2002) e das Leis Nacionais, Estaduais e Municipais vigentes na região.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, é um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente-SISNAMA, criado pela Política Nacional do Meio Ambiente. Ele não é um lugar físico, mas sim um ambiente vivido por reuniões. O Conselho pode produzir diversos atos, sendo que seu principal e mais conhecido instrumento são as suas Resoluções. Por meio destes dispositivos são estabelecidas normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, com vistas ao uso racional dos recursos ambientais (MINISTÉRIO..., 2018).

Entre diversas outras Resoluções, a que trata especificamente de resíduos da construção civil é a Resolução N° 307/2002, segundo o Artigo 1° (CONAMA, 2002) sua principal função é

estabelecer as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

A Resolução do CONAMA nº 307 (CONAMA, 2002) define os resíduos da construção civil como aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forro, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente conhecidos como entulhos de obras, calça ou metralha.

Apesar da Resolução nº 307 abranger diversos aspectos da gestão de RCC, neste estudo somente serão detalhados os Artigos 5º, 6º e 7º, por tratarem especificamente das responsabilidades dos municípios em relação à gestão de RCC. No Artigo 5º a resolução exige que o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deve ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal. Por sua vez, o artigo 6º define diretrizes específicas que deverão constar no Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e que devem obrigatoriamente ser seguidas pelos municípios, tais como:

I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores.

II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;

IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

V - o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;

VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação (CONAMA, 2002, p. 95).

Por fim, a Resolução em seu Artigo 7º deixa claro que o Programa Municipal de Gerenciamento de RCC deverá ser elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá também, estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana. Na legislação estadual e municipal o governo do estado do Espírito Santo instituiu em 16 de julho de 2009 a Lei nº 9.264, a qual discorre sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios, fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos para a gestão integrada, compartilhada e participativa de resíduos sólidos, contribuindo para a redução, o reaproveitamento e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos no Estado (ESPÍRITO SANTO, 2009).

A Lei nº 9.264 também prevê ações que visam à prevenção e o controle da poluição, à proteção e à recuperação da qualidade do meio ambiente e à promoção da saúde pública. Em relação aos planos de gestão e gerenciamento de resíduos de construção e demolição a Lei segue o estabelecido pela Resolução 307 do CONAMA. O estado e os municípios são responsáveis pela elaboração e implementação do Plano de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos, em

relação aos resíduos gerados ou administrados nos limites de suas circunscrições, enquadrando as atividades geradoras desenvolvidas em seu território, de acordo com as normas técnicas vigentes. Em relação às cidades, a elevada taxa de geração de RCC na maioria dos municípios da RMGV amplia a necessidade de maior disciplinamento dos geradores e das empresas que prestam os serviços de coleta, de maneira a submetê-los aos procedimentos estabelecidos na Resolução do CONAMA 307:2002. Apesar da vigência desta Resolução desde 2002, os municípios da RMGV não possuem planos específicos para este tipo de resíduo (INSTITUTO...2009), ou apresentam planos de gestão muito simplificados.

A cidade de Cariacica, por exemplo, indica em sua página oficial (PREFEITURA DE CARIACICA, 2018) que segundo a resolução do CONAMA 307:2002 o município deve cadastrar locais públicos ou privados para descarte de RCC. De acordo com a própria página, em Cariacica há um local privado para descarte desses resíduos, que é a Marca Ambiental, onde a pessoa ou empresa geradora do resíduo terá que pagar um valor para realizar o descarte de forma correta. Enfatiza também, que conforme a Lei Federal 12.305/2010, o gerador de resíduos é responsável pelo seu descarte. Além disso, o município disponibiliza um canal, via *whatsapp*, para denúncias de descarte irregular de resíduos sólidos.

A cidade de Vitória também disponibiliza minimamente algum direcionamento para o RCC (PREFEITURA DE VITÓRIA, 2018). Moradores que gerarem até 1m³ de entulho podem descartá-lo na estação Bota-Fora, localizada no bairro de São Pedro, sendo o transporte do material de responsabilidade do gerador. Após a disposição dos entulhos na Estação, a Secretaria de Meio Ambiente e Serviços Urbanos transfere o material para a unidade de transbordo, localizada no bairro de Resistência, de onde o entulho segue para o aterro sanitário. Entretanto, caso a quantidade de entulho gerada seja maior que 1m³, o morador deve contratar o serviço de uma empresa especializada na coleta, transporte e destinação dos resíduos. De acordo com a Prefeitura Municipal de Vitória (2018), cabe às empresas que prestam serviços se responsabilizarem pelo transporte e destinação final adequado do material que é recolhido, sendo função do município apenas fiscalizar e controlar a correta disposição em logradouros públicos, das caixas coletoras (caçambas de entulho), atendendo à determinação do Código de Limpeza Pública (Lei Municipal 5.086/2000).

Por sua vez, na cidade de Vila Velha, com o objetivo de garantir a destinação correta dos RCC foi assinado em 20 de maio de 2013 um Termo de Cooperação entre a Prefeitura e os componentes desta cadeia produtiva: geradores, transportadores e empresas licenciadas para receber este material (PREFEITURA DE VILA VELHA, 2018). A prefeitura alega que tem feito mais que sua obrigação, e vem recolhendo o material abandonado em locais impróprios e combatendo os pontos viciados que existem nas cidades, o que resulta em um gasto de aproximadamente R\$900 mil reais mensalmente. Com o intuito de minimizar o acúmulo de resíduos em locais impróprios, foi criado em fevereiro deste ano um “Ecoposto”, localizada na Rodovia Darly Santos, em Araçás. O local vai receber apenas materiais de pequenas obras, onde cada cidadão poderá depositar até 2m³ de entulhos. Para os grandes geradores a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos vai solicitar que todas as empresas que atuam no município apresentem tickets de comprovação de faturamento mensal, assim como a destinação final dos resíduos. Caso não apresentem, a empresa vai ser notificada e poderá ser multada.

Além da formulação do Termo de Cooperação, a Prefeitura, junto aos representantes dos setores envolvidos, criou o Certificado de Transporte de Resíduos da Construção Civil, guia que comprovará o destino do entulho, como também disponibilizou em seu site a lista das empresas transportadoras licenciadas. Recentemente, com o intuito de promover melhorias na limpeza da cidade, com a correta destinação final dos RCC, a Prefeitura de Vila Velha promoveu um treinamento e o cadastramento das empresas coletoras de RCC para o uso do programa “Coletas Online”. De acordo com a subsecretaria da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, o treinamento tratou da nova forma de gerir a destinação final dos resíduos da construção civil. A proposta é trabalhar a mudança cultural desse processo de descarte, evitar que sejam

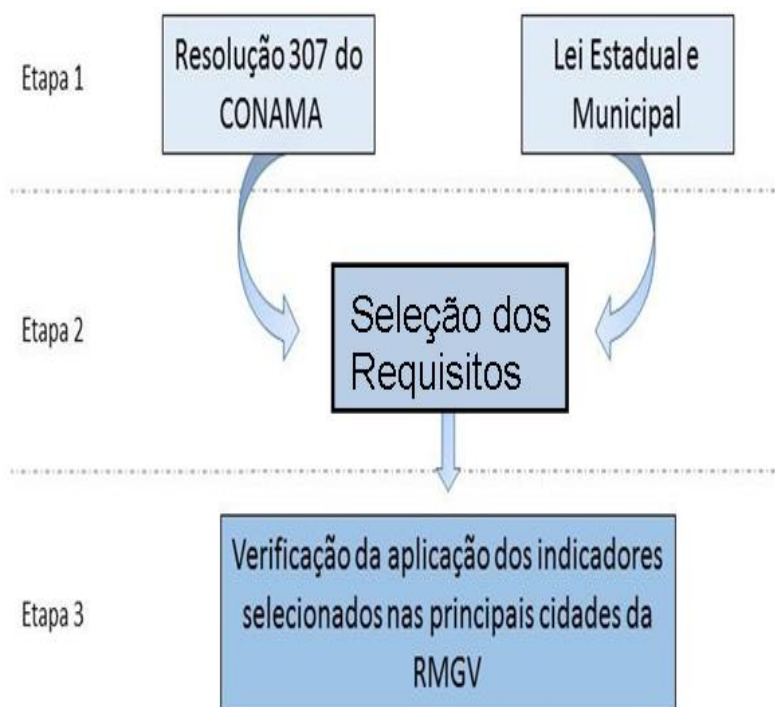
depositados nas ruas, e conscientizar as empresas e a população que esse material pode ser reciclado se coletado de forma correta.

Ainda de acordo com a Prefeitura Municipal de Vila Velha (2018), a cidade será a primeira do estado a realizar o monitoramento online dos RCC. Em breve, por meio de um aplicativo desenvolvido pela empresa CSJ Sistemas, estará disponível também para a população, que poderá acompanhar o ciclo de geração, transporte e descarte dos resíduos de construção. Já no Município da Serra (PREFEITURA DA SERRA, 2018) as soluções são bem mais simplificadas, existe o programa João de Barro - Ecoentulho, no Bairro Novo Porto Canoa, que é próprio para o descarte correto de resíduos da construção civil. O Ecoentulho também conta com o serviço de coleta de móveis e eletrodomésticos inservíveis. Outro ponto é a área de transbordo e triagem, em Barcelona, na Avenida Região Sudeste, que recebe resíduos da construção civil de pequenos geradores. Existe também uma empresa privada, Ureserra, que recicla entulho e resíduos de construção civil e demolições provenientes de grandes geradores.

3. METODOLOGIA

O processo metodológico para levantamento dos dados que sustentam a análise crítica do panorama de gestão do RCC na RMGV foi composto por três etapas, e para melhor apresentá-lo foi elaborado um organograma, como demonstrado na Figura 1.

Figura 1: esquema do processo metodológico



Fonte: Os autores (2018).

A metodologia aplicada nesta pesquisa foi baseada na seleção dos requisitos apresentados na Resolução N° 307/2002 do CONAMA e nas legislações estaduais e municipais, com o intuito de verificar suas aplicações nas principais cidades da Região Metropolitana da Grande Vitória. Assim, foram selecionados os seguintes requisitos:

- 1) Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil;

- 2) Cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento e armazenamento de resíduos oriundos de pequenos geradores;
- 3) Proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;
- 4) Incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- 5) Critérios para cadastramento de transportadores;
- 6) Ações de orientação, fiscalização e controle dos agentes envolvidos;
- 7) Ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitando sua segregação;
- 8) Áreas específicas para os RCC dos grandes geradores.

Na terceira etapa, por meio de pesquisas realizadas nos sites das prefeituras, foi elaborado um quadro com it Cariacica, Serra, Vila Velha e Vitória.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o levantamento dos requisitos requeridos pela Resolução 307 do CONAMA e da Lei Estadual e Municipal vigente no estado do Espírito Santo, foi possível analisar quais destes requisitos estavam de fato sendo utilizados pelas cidades de Cariacica, Serra, Vila Velha e Vitória, como demonstrado (Quadro 1) e discutido a seguir.

Quadro 1: verificação da aplicação dos requisitos analisados nas cidades de Cariacica, Serra, Vila Velha e Vitória.

Requisitos	Cariacica	Serra	Vila Velha	Vitória
Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.	-	-	-	-
Cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento e armazenamento de resíduos oriundos de pequenos geradores.	-	SIM	SIM	SIM
Proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas.	-	-	SIM	-
Incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo.	-	-	-	-
Critérios para cadastramento de transportadores.	-	-	SIM	-
Ações de orientação, fiscalização e controle dos agentes envolvidos.	SIM	-	SIM	SIM
Ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitando sua segregação	-	-	-	-
Áreas específicas para os RCC dos grandes geradores	SIM	SIM	-	-

Fonte: os autores (2018).

Em Cariacica, observou-se que dos 8 requisitos analisados, apenas 2 foram implantados na cidade, ainda assim, um destes requisitos foi implantado de forma parcial. A prefeitura da cidade disponibiliza um número de telefone para que os moradores possam denunciar o despejo indevido de RCC em áreas públicas, não havendo um maior empenho por parte da prefeitura em ações de orientação, fiscalização e controle dos agentes envolvidos. Contudo, existe na cidade a

Vila Recicla, uma empresa privada que recebe e recicla o RCC proveniente de grandes geradores. Na cidade da Serra, observou-se também a aplicação de apenas dois requisitos. No site da prefeitura, é possível encontrar o endereço de dois locais para depósitos de RCC, as chamadas estações “bota fora”. Contudo, em ambos os locais está indicado que eles atendem volumes de até 1m³ por morador, não havendo qualquer instrução para geradores de grande porte. Ainda assim, existe uma usina de reciclagem de entulho e resíduos da construção civil e demolição Ureserra - capaz de atender aos grandes geradores.

Em Vila Velha, constatou-se os melhores resultados, dos 8 requisitos analisados, ainda que haja alguma pequena divergência em relação a total aplicação de algum indicador, 4 podem ser encontrados no site da prefeitura. A cidade conta com um local - inaugurado este ano - no bairro de Araçás, para depósito de RCC, que atende a geradores com um volume máximo de 2m³ e proíbe a disposição de resíduos em áreas não licenciadas. Em relação aos grandes geradores, a prefeitura orienta e fiscaliza as caçambas que transportam RCC na cidade, exigindo a nota fiscal que comprove a devida destinação aos entulhos transportados. Além disso, a prefeitura mantém um cadastro atualizado de todas as empresas responsáveis pelo transporte de RCC no município.

Já na cidade de Vitória, apesar de ser a capital do estado, apresentou apenas dois dos 8 requisitos analisados. A cidade apresenta em seu site oficial um local para disposição de RCC, localizado no bairro de São Pedro. Apesar do tamanho da cidade, este é o único local indicado pela prefeitura para atender à moradores que gerem até 1m³ de entulho. Outro indicador observado, ainda que de forma parcial, foi a fiscalização das caçambas de RCC, a prefeitura deixa claro que irá multar as caçambas que não forem “estacionadas” em locais corretos, como calçadas ou locais que possam obstruir o trânsito. Contudo, não demonstrou nenhuma preocupação com a destinação final do RCC. Neste sentido, Oliveira e Miranda (2019), evidenciam a necessidade de ações governamentais para alavancar os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos. A falta dessas ações causa prejuízos à sociedade e ao meio ambiente durante o percurso de implementação. Tanto quando essas ações são submetidas às decisões de viés políticos ou quando a agenda pública trata a gestão dos resíduos sólidos com uma política dispensável.

Além dos problemas da falta de gestão dos municípios, Nascimento et al. (2019), destacam que o processo de gestão ainda não se tornou algo comum entre as empresas e pessoas físicas, o que dificulta ainda mais o trabalho dos municípios. Entretanto, há uma enorme necessidade e probabilidade de se popularizar nos Resíduos de Construção Civil, devido à grande necessidade de se investir em técnicas que trazem melhorias na gestão ambiental.

Para Aguiar et al. (2019), é indispensável que o gerenciamento de resíduos sólidos observe preceitos para a sua implantação, como a responsabilidade do gerador e a separação dos resíduos com potencial de reciclabilidade dos rejeitos. Destaca-se, ainda, que tais preceitos já estão contidos na resolução 307 de 2002 do CONAMA. Conforme apresentado, o gerenciamento de Resíduos da Construção Civil é instrumento definido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e pela Resolução Conama n.º 307 de 2002, objetivando, sobretudo, a correta gestão dos resíduos gerados nos canteiros de obras. Desta forma, conhecer os resíduos gerados é de fundamental importância, uma vez que a partir disso é que são definidas as etapas de acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final, considerando-se os critérios e diretrizes das legislações pertinentes.

5. CONCLUSÕES

A falta da correta gestão por parte dos municípios analisados da Região Metropolitana da Grande Vitória mostra a necessidade de melhorias na implementação da gestão e a reciclagem dos RCC. Essa correta gestão se apresenta como uma solução sustentável para o controle e

mitigação dos danos causados ao meio ambiente, decorrente do descarte inapropriado. Além disso, a limpeza e a remoção dos resíduos que são depositados em locais inadequados custam milhões de reais aos cofres públicos. Neste sentido, é de suma importância a aplicabilidade dos requisitos analisados nesta pesquisa, visando reduzir a geração de resíduos e possibilitando sua segregação. Os resultados encontrados, demonstram a necessidade de uma mudança por parte das prefeituras, principalmente em políticas públicas, que possam conscientizar a população e os grandes geradores em relação a importância da correta destinação e da reciclagem dos RCC. De modo a buscar a real implementação dos requisitos estabelecidos na resolução do CONAMA nº 307 de 2002 e nas leis estaduais e municipais.

Além disso, percebe-se, de maneira geral, um grande descaso com a gestão e a destinação final dos RCC. Nenhuma das cidades da RMGV apresentaram todos os requisitos exigidos pelas Leis responsáveis. Apesar de Vila Velha ter se destacado, observa-se ainda, uma grande lacuna que precisa ser preenchida, principalmente no que diz respeito a políticas públicas. Nenhuma das cidades, por exemplo, apresentou um programa municipal de gerenciamento de RCC, ou se quer, demonstraram ter um plano de ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitando sua segregação. Além disso, foram contabilizadas apenas duas empresas de reciclagem - entre as quatro cidades analisadas - responsáveis por receber e reciclar o RCC de grandes geradores. Vale ressaltar também, a inexistência de qualquer incentivo por parte das cidades com a correta destinação dos RCC provenientes dos grandes geradores.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

AGUIAR, A. C.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. In Resíduos sólidos: os desafios da gestão / Ilana Lopes da Silva Nunes, Lidiane Almeida Pessoa, Soraya Giovanetti El-Deir. – 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2019. Cap 5.1, p. 313-325.

AJAYI, S. O.; OYEDELE, L. O.; BILAL, M.; AKINADE, O. O.; ALAKA, H. A.; OWOLABI, H. A. Critical management practices influencing on-site waste minimization in construction projects. **Waste Management**, v. 59, p. 330–339, 2017.

ALEXANDRE, J.; FILHO, P.; JOSE, A.; DIAS, G.; CORTES, P. L. Aspectos normativos a respeito de resíduos de construção civil: uma pesquisa exploratória da situação no Brasil e em Portugal Regulatory Aspects Regarding Construction Waste: an Exploratory Research About the Situation in Brazil and in Portugal. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 29, p. 155–169, 2014.

BAKSHAN, A.; SROUR, I.; CHEHAB, G.; EL-FADEL, M.; KARAZIWAN, J. Behavioral determinants towards enhancing construction waste management: A Bayesian Network analysis. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 117, p. 274–284, 2017.

BOVEA, M. D.; POWELL, J. C. Developments in life cycle assessment applied to evaluate the environmental performance of construction and demolition wastes. **Waste Management**, v. 50, p. 151–172, 1 abr. 2016.

COLOMBARI, Juliana Cristina. A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a sua concretização em Paulínia (SP). 2014. 190 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2014.

CONAMA - Conselho nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>>. Acesso em: 28 out. 2018.

CHENG, J. C. P.; MA, L. Y. H. A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning. **Waste Management**, v. 33, n. 6, p. 1539–1551, 2013.

DING, Z.; YI, G.; TAM, V. W. Y.; HUANG, T. A system dynamics-based environmental performance simulation of construction waste reduction management in China. **Waste Management**, v. 51, p. 130–141, 2016.

ESPÍRITO SANTO. Lei nº 9.264, de 16 de julho de 2009. Institui a política estadual de resíduos sólidos e dá outras providências correlatas. Vitória, 2018.

FONSECA, Sergio Azevedo. Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: mito ou realidade? Guaju, v.1, n.1, p.106-122. Matinhos: Jan./Jun. 2015.

FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane. A Alemanha como protagonista do desenvolvimento socioambiental em gestão de resíduos. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.) Gestão sustentável de resíduos de experiência entre a Alemanha urbanas – transferência sólidos e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. p. 17-20.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES - IJSN. Plano diretor de resíduos sólidos da região metropolitana da grande vitória, 2009. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20121003_prod8_pdrsrmgv_vf.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2018.

JARON, Andreas. Gestão internacional de resíduos: desafios, medidas e possibilidades. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.) Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos – transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. p. 65-72.

LEITE, C. de A. I.; LUÍS, J.; DAMASCENO, C.; MAGRINELI DOS REIS, A.; ALVIM, M. Gestão de resíduos na construção civil: um estudo em belo horizonte e região metropolitana Waste management in construction: a study in Belo Horizonte and the metropolitan area. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 14, n. 1, p. 159–175, 2018.

LIU, Z.; OSMANI, M.; DEMIAN, P.; BALDWIN, A. A BIM-aided construction waste minimisation framework. **Automation in Construction**, v. 59, p. 1–23, 2015.

LU, W.; YUAN, H. A framework for understanding waste management studies in construction. **Waste Management**, v. 31, n. 6, p. 1252–1260, 2011.

MAGALHÃES, R. F.; DANILEVICZ, Â. de M. F.; SAURIN, T. A. Reducing construction waste: A study of urban infrastructure projects. **Waste Management**, v. 67, p. 265–277, 2017.

MAINA, B. The challenges of solid waste management in sustainable urban planning. International Conference on Urban Regeneration and Sustainability, 12 jul. 2016.

NASCIMENTO, A. C.; FORTUNATO, C. F.; FONSECA, A. C. N.; HOLANDA, R. M. In Resíduos sólidos: os desafios da gestão / Ilana Lopes da Silva Nunes, Lidiane Almeida Pessoa, Soraya Giovanetti El-Deir. – 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2019. Cap 1.2, p. 31-40.

OLIVEIRA, R. S.; MIRANDA, A. L. P. In Resíduos sólidos: os desafios da gestão / Ilana Lopes da Silva Nunes, Lidiane Almeida Pessoa, Soraya Giovanetti El-Deir. – 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2019. Cap 4.1, p. 209-226.

PEDROSA, D. S. F.; NISHIWAKI, A. A. M. Resíduos sólidos: uma visão prospectiva a partir da análise histórica da gestão. In: EL-DEIR, Soraya Giovanetti. Resíduos sólidos: perspectivas e desafios para a gestão integrada, 1ª ed. Recife, 2014. p. 12-19.

PREFEITURA DE CARIACICA. Disponível em: < <http://www.cariacica.es.gov.br/moradores-tem-novo-canal-para-denunciar-descarte-irregular-de-residuos/>>. Acesso em: 17 out. 2018.

PREFEITURA DA SERRA. Disponível em: < <http://www.serra.es.gov.br/site/publicacao/saiba-onde-descartar-lixo-entulho-e-materiais-reciclaveis-na-serra-1541790250867>>. Acesso em: 15 out. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA. Disponível em: < <http://www.vilavelha.es.gov.br/noticias/2018/11/coleta-de-residuos-da-construcao-civil-aperfeicoada-em-vila-velha-24799>>. Acesso em: 20 out.2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. Disponível em: < http://vitoria.es.gov.br/cidade/limpeza-urbana#a_taxaresiduossolidos>. Acesso em: 16 out. 2018.

RAHARJO, S.; MATSUMOTO, T.; IHSAN, T.; RACHMAN, I. Community-based solid waste bank program for municipal solid waste management improvement in Indonesia: a case study of Padang city. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, v. 19, n. 1, p. 201–212, 2017.

RODRIGUES, F.; CARVALHO, M. T.; EVANGELISTA, L.; DE BRITO, J. Physical–chemical and mineralogical characterization of fine aggregates from construction and demolition waste recycling plants. *Journal of Cleaner Production*, v. 52, p. 438–445, 2013.

SHEN, L. Y.; TAM, V. W. Y. Implementation of environmental management in the Hong Kong construction industry. *International Journal of Project Management*, v. 20, n. 7, p. 535–543, 2002.

SOLÍS-GUZMÁN, J.; MARRERO, M.; MONTES-DELGADO, M. V.; RAMÍREZ-DE-ARELLANO, A. A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management*, v. 29, n. 9, p. 2542–2548, 2009.

VIEIRA, C. S.; PEREIRA, P. M. Use of recycled construction and demolition materials in geotechnical applications: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 103, p. 192–204, 2015.

YEHEYIS, M.; HEWAGE, K.; SHAHRIA, • M; CIGDEM ESKICIOGLU, A. •; SADIQ, R. An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. *Clean Technology Environment Policy*, v. 15, p. 81–91, 2013.

6.6 SISTEMA AUTOMATIZADO PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL; DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA EM AMBIENTE MOBILE

FARIAS FILHO, Marcos Brasileiro

Grupo do Laboratório de Geoprocessamento do Instituto Federal de Pernambuco – Campus Recife
(LabGeo/IFPE)
mbff@a.recife.ifpe.edu.br

OLIVEIRA, Victor Vinícius Amaral de

IFPE
vvao@a.recife.ifpe.edu.br

PAZ, Diogo Henrique Fernandes da

LabGeo/IFPE
diogo.henriquepaz@gmail.com

FERREIRA, Aida Araújo

LabGeo/IFPE
aidaferreira@recife.ifpe.edu.br

RESUMO

O desenvolvimento dos resíduos sólidos de construção civil (RCC), como consequência da acelerada urbanização e atuações em larga escala da construção civil, tem crescido muito nos últimos anos no Brasil. Esse estudo apresenta o desenvolvimento do sistema automatizado para gestão de resíduos sólidos baseados em Sistema de Informações Geográficas (SIG) em plataforma mobile. O sistema denominado como Sigercon *Mobile* abrangeu várias etapas, tais como: Aquisição de conhecimento, estruturação do sistema, codificação e validação. O SIGERCON versão mobile, o aplicativo foi desenvolvido em *Ionic*, um *framework* que auxilia na construção de software multiplataforma (*Android* e *IOS*) e *Leaflet* para uso de mapas na aplicação. O sistema desenvolvido oferece muitas camadas de informações, e proporciona utilidades como cadastro de construtoras e denúncias. O Sigercon *Mobile* mostrou-se eficiente em acelerar as atividades associadas ao gerenciamento dos RCC.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de Resíduos Sólidos, *Framework Ionic*, Aplicativo móvel híbrido.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, em 2017, a Construção Civil era responsável por 6.2% do produto interno bruto (PIB), sendo um dos maiores geradores de empregos diretos e indiretos do país. Além disso, o setor também era responsável por cerca de 40% a 75% do consumo total de recursos naturais da sociedade (FIBRA, 2017). Segundo o G1 (2018), 80% dos municípios brasileiros descartam entulhos de forma incorreta, em São Paulo, a maior cidade nacional em questão de urbanização, recolhe diariamente duas mil toneladas de entulho. A distribuição dos resíduos sólidos em região proibida por lei promove uma série de impactos ambientais, como proliferação de vetores de doenças, depreciação imobiliária das áreas em que os Resíduos da Construção Civil (RCC) foram lançados, obstrução dos sistemas de drenagem urbana, deslizamento de encostas e poluição, tanto da água quanto do solo.

No Brasil, foram estabelecidas normas legais para ajudar as empresas de construção civil na gestão de RCC, como a resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente Conama (2019), na qual enfatiza diretrizes, procedimentos e critérios para gestão dos resíduos sólidos, a fim de minimizar os impactos ambientais. Outras leis como a nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (Brasil, 2018), na qual estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Sinir (2018), contém meios importantes para auxiliar no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes dos RCC.

Para auxiliar no gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil, o projeto previu a criação de um aplicativo móvel híbrido (suportado nas plataformas *Android* e *IOS*) com intuito de analisar e exibir dados referentes às posições dos pontos irregulares de depósito dos RCC em superfície terrestre. Segundo a IDC (*International Data Corporation*) (2018), no primeiro trimestre de 2017, o sistema operacional portátil *Android* (desenvolvido pela *Google*) é o mais usado no mercado mundial, dominando 85% dos celulares no mundo, em segundo, o *IOS* (desenvolvido pela *Apple*) com 15 % dos dispositivos móveis. Já sobre quantidade de aparelhos, dados de pesquisa realizada em 2018 pela Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV-SP), o país conta com 220 milhões de *smartphone* em atividade, atingindo uma média de 1.05 % de dispositivos por habitante.

Então ao invés de desenvolver uma aplicação nativa para cada sistema operacional, foi escolhido o *Ionic*, um *framework* (coleção de códigos comuns entre vários projetos de software provendo uma funcionalidade genérica) para o desenvolvimento do aplicativo móvel híbrido. O *IONIC* (2019) é distribuído pelo *Apache Cordova* e tem como principal característica o uso de linguagens *web* (*HTML*, *CSS* e *JavaScript*) para o desenvolvimento de software. Para exibição de dados em mapa, foi utilizado o *Leaflet* (LEAFLET, 2019), uma ferramenta de código livre que tem objetivo auxiliar na criação aplicativos de mapeamento *web*. O *Leaflet* permite que os desenvolvedores exibam facilmente mapas, podendo carregar dados, estilizar ou criar camadas interativas, como marcadores *pop-up*

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ionic Framework

De acordo com Tavares (2018), o desenvolvimento de aplicações híbridas surgiu para revolucionar o mercado, muitas empresas da área usam para diminuir o consumo de tempo, mão de obra e manutenção, pois é preciso construir apenas um código base para geração do aplicativo em diferentes plataformas. O *Ionic* é caracterizado como uma ferramenta para desenvolvimento de aplicativo móvel híbrido. Este usa o *Angular* (um *framework* em *JavaScript*

criado pela Google), HTML5 (utilizada na construção de páginas na web) e CSS3 (usado para adicionar estilo a um documento *web*) para criação do *software* Barbosa et al. (2016).

O HTML5, segundo Giroldo e Fressati (2015), é uma linguagem de marcação e serve para melhorar na criação de páginas web, uma das melhores linguagens da atualidade, ele proporciona eficiência e uma boa performance no seu desenvolvimento. O *Angular*, usado como suporte no *Ionic*, facilita não só no desenvolvimento, como também na manutenção, sua curva de aprendizagem para criação de aplicativos é base essencial para uso de outros *frameworks*. Fonseca et al. (2018). Para Lange e Mercado (2018), as vantagens de se desenvolver em *Ionic* são:

- Ser completamente gratuito.
- Tecnologia baseada em web, podendo assim ser simulado tanto em *browser* quanto em *smartphone*.
- Redução de 75% em custos de suporte e portabilidade.
- Acessar quase todos os recursos proporcionados pelo celular, como câmera e *GPS* (*Global Positioning System*).
- Desenvolvedor só se preocupa em desenvolver um único código base, pois é com ele que o aplicativo irá ser executado nos diferentes sistemas operacionais portáteis.

Segundo Matos e Silva (2016), a produtividade em desenvolver com *Ionic* é altíssima, pois iria ser criado apenas um código base para todas as plataformas (*Android* e *IOS*), causando assim na redução de custo e tempo no processo de desenvolvimento. Para Lange e Mercado (2018), as desvantagens estão em não utilizar totalmente os recursos nativos, como também na velocidade do *software* (devido à lentidão).

2.2 Resíduos Sólidos da Construção Civil

Segundo Aguiar et al. (2019), há um aumento na procura de sustentabilidade ambiental, devido ao crescimento populacional presente principalmente em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, a fim de diminuir os impactos tanto ambientais, como aquecimento global, quanto social e econômico. O crescimento do setor da construção civil acarreta não só no desenvolvimento do país, como também na quantidade de recursos naturais e de energia, esse consumo exacerbado é originado da falta de planejamento e padronização na extração de recursos e baixa condição de trabalho (VIEIRA et al., 2019).

Para Cardoso (2017), a área da construção civil é responsável por produzir 50% dos resíduos nacionais, para auxiliar no controle desses entulhos, foi criado a resolução Conama n° 307/2002 (Brasil, 2002), na qual objetiva em estabelecer diretrizes e procedimentos para a gestão dos RCC, como a responsabilidade referente ao destino, como reciclagem ou disposição final, que passou a ser do gerador.

No Artigo 3° da resolução n° 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil, 2002) definiu a classificação dos resíduos sólidos nas seguintes classes:

- a) Classe A: Resíduos reutilizáveis ou recicláveis, tais como: Tijolos e telhas.
- b) Classe B: Resíduos recicláveis para outras destinações, como exemplo: Vidro, plástico e papelão.
- c) Classe C: Resíduos que não possuem tecnologias viáveis para sua reciclagem ou reutilização, como lixas e produtos originados do gesso.
- d) Classe D: Resíduos perigosos, tais como: tintas, solventes, óleos ou itens contaminados ou que prejudicam a saúde, como: Telhas e materiais em amianto.

De acordo com Paz et al. (2019), devido à falta de ferramentas para controle de resíduos sólidos e fiscalização nas obras, as empresas geradoras descartam os RCC em lugares ilegais

por lei ou em terrenos baldios, causando a proliferação de doenças e poluição, como de rios e solos.

3 METODOLOGIA

3.1 Análise e projeto

Nessa etapa foi determinado a arquitetura do aplicativo, casos de uso, fluxogramas, diagramas de classe e o banco de dados. Foi utilizada a ferramenta *Astah Professional* (ASTAH, 2019), na qual usa o *Unified Modeling Language* (UML) para elaboração dos diagramas. O UML (UML, 2019) é uma linguagem desenvolvida por volta dos anos 2000, que objetiva em facilitar a elaboração das estruturas de projetos. Ela pode ser empregada de diversas formas, como: Visualização, especificação e construção do *software*.

A arquitetura do aplicativo foi definida como MVC (*Model-View-Controller*) (MVC, 2019). O *Model* tem a característica de manipular informações de uma maneira detalhada e que possui o acesso a qualquer informação vinda do banco de dados. O *View* é responsável por tudo que o usuário final irá visualizar, como interfaces e informações. E o *Controller* tem objetivo de controlar todo o fluxo de dados no *software*.

3.2 Desenvolvimento e testes

Para criação do aplicativo, foi usado o *Ionic* (IONIC, 2019), uma ferramenta na qual permite desenvolver softwares híbridos (com suporte tanto para o *Android* quanto pelo *IOS*) para *smartphones* utilizando linguagens web (HTML e CSS) e TypeScript (MICROSOFT, 2019). Criada pela empresa americana Drifty Corporation, o *framework* auxilia seus usuários em aumentar a produtividade do desenvolvimento. Para fazer a comunicação entre o aplicativo móvel e o banco de dados, foi desenvolvido em *Spring* o *web service*, um *framework* para linguagem Java e tem objetivo de facilitar a transferência de dados para diferentes plataformas. Com isso, o aplicativo teria seus dados coletados armazenados no banco de dados (PIVOTAL, 2019).

O banco de dados utilizado foi o *MySQL*, um dos mais conhecidos sistemas de gerenciamento de banco de dados (SGBD) no mercado, distribuído pela *Oracle Corporation*, tem como características a facilidade em seu manuseio e possui excelência em desempenho e estabilidade (MYSQL, 2019). Para a visualização de diversos pontos no mapa, como denúncias feitas por cidadãos e pontos irregulares, foi utilizado o *Leaflet*, uma ferramenta gratuita criada por Vladimir Agafonkin na qual se baseia em biblioteca em *JavaScript*, tem como vantagem a flexibilidade em seu uso, possuir vários tipos de camadas para ser anexadas no mapa e como citado acima, o seu custo (LEAFLET, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Discussão

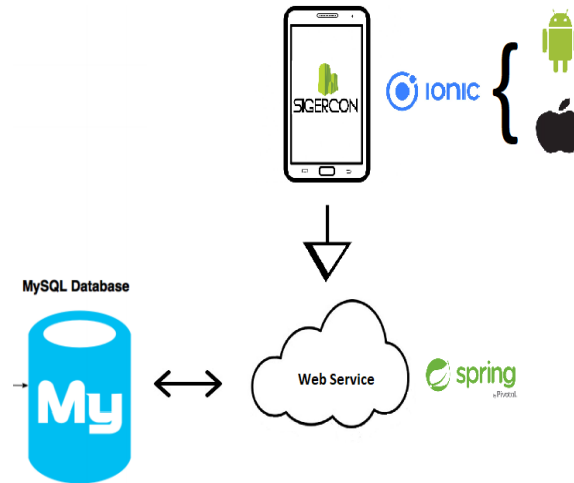
A sua aplicação na prática parece ser fácil, porém é necessário um treinamento para uso administrativo dos pontos irregulares e denúncias. Primeiramente, o conhecimento prévio da técnica e suas funções, é primordial para que exista incentivos em aplica-la. Uma vez propagado o conhecimento para a população e fiscais, muitas pessoas podem ainda criar obstáculos para uso do aplicativo. Como exemplo, pode-se citar a falta de tempo em criar denúncias. Na questão funcional, o aplicativo para dispositivos móveis é voltado para facilitar a denúncia de pontos irregulares de resíduos sólidos da construção civil. Para o agente ambiental, o *software* ajuda na administração dessas denúncias, pois pode valida-las, removê-las ou visualiza-las no mapa. Para

o cidadão, o sistema *mobile* auxiliará na criação dessas denúncias, dando dados sobre a região e anexando imagens.

4.2 Criação da arquitetura

O sistema móvel desenvolvido em *Ionic* se comunicará com o banco de dados *MySQL* por meio do *web service* feito em *Spring* (Figura 1).

Figura 1. Arquitetura do aplicativo para *smartphone*.



4.3 Criação de denúncias

O cidadão comum pode cadastrar pontos irregulares presentes numa determinada localização, dando dados sobre quantidade, tipo de resíduos e entornos e imagem mostrando o ponto (Figura 2).

Figura 2. Tela de cadastro para denúncias

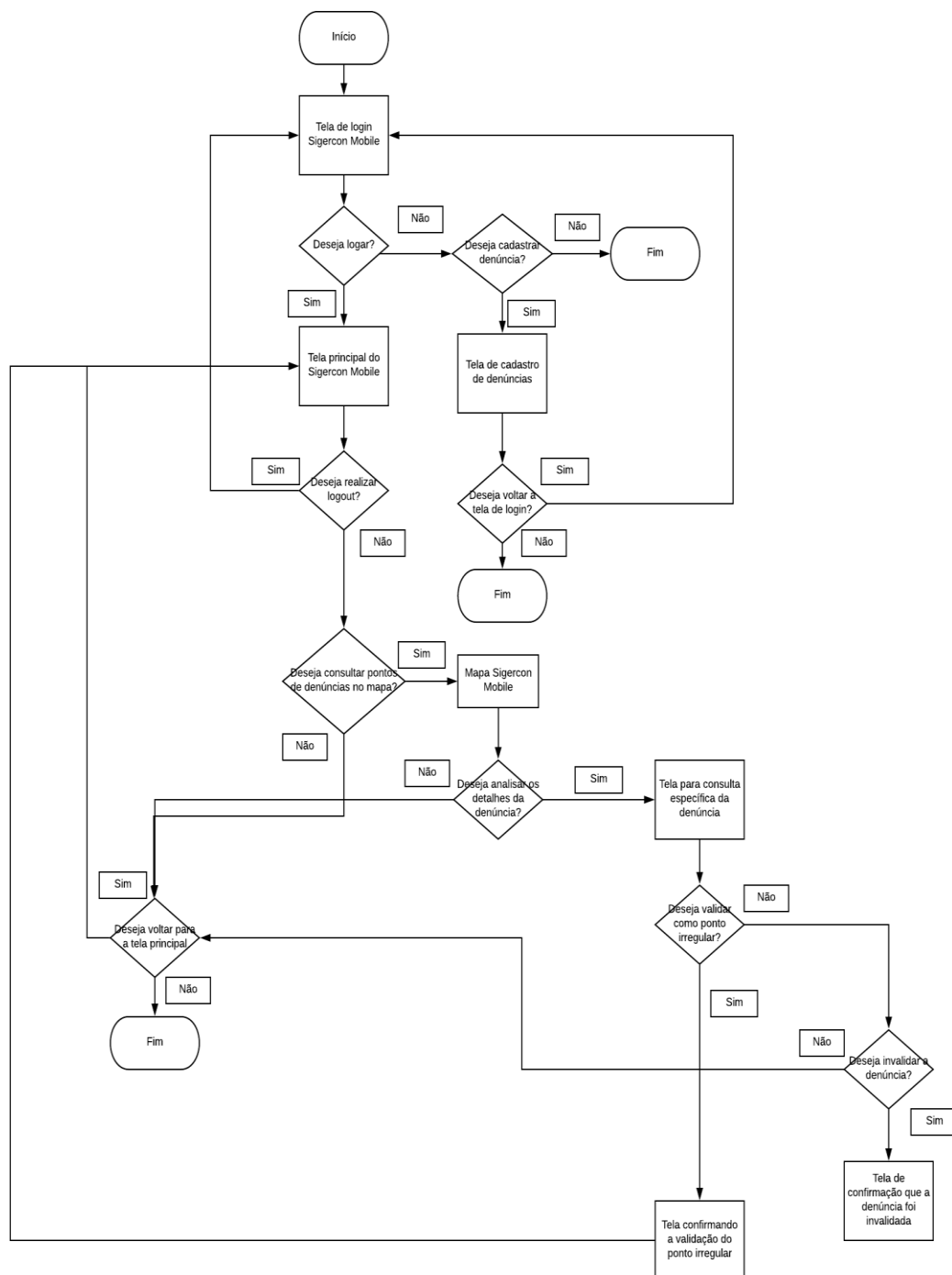
Captura de tela de um aplicativo móvel mostrando a tela de cadastro para denúncias. O título da tela é 'Realizar Denúncia'. A interface contém as seguintes seções:

- Porte da Pilha de Resíduos:**
 - Saco(Pequeno porte)
 - Caçamba(médio porte)
 - Terreno(grande porte)
- Entorno:**
 - Casa
 - Escola
 - Hospital
 - Comércio
 - Vegetação
 - Rio
- Tipo de Resíduos:**
 - Entulho

4.4 Criação de fluxograma

O fluxograma é um diagrama que descreve processo ou sistemas, é usado para documentar e comunicar processos complexos por meio de diagramas fáceis e claros. A (Figura 3) mostra precisamente o fluxo presente no aplicativo, apresentando as funcionalidades como logar no sistema, visualizar no mapa os pontos irregulares, como também validar ou remover as denúncias cadastradas no aplicativo.

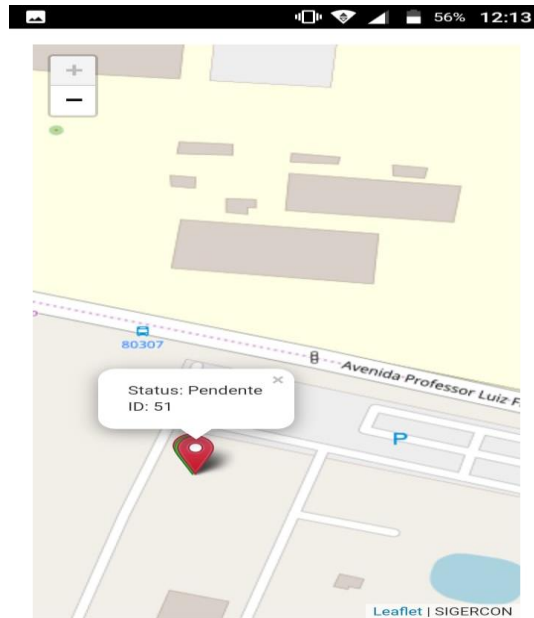
Figura 3. Diagrama de caso de uso do aplicativo



4.5 Visualização de denúncias no mapa

O fiscal licenciado pelo órgão ambiental pode visualizar no mapa todas as denúncias armazenadas no banco de dados (figura 4), o mapa dura em cerca de 10 segundos para carregar por completo, tempo esse usado para processamento de dados. Os pontos vermelhos são denúncias ainda não validadas pelo fiscal, e os pontos verdes são os pontos validados.

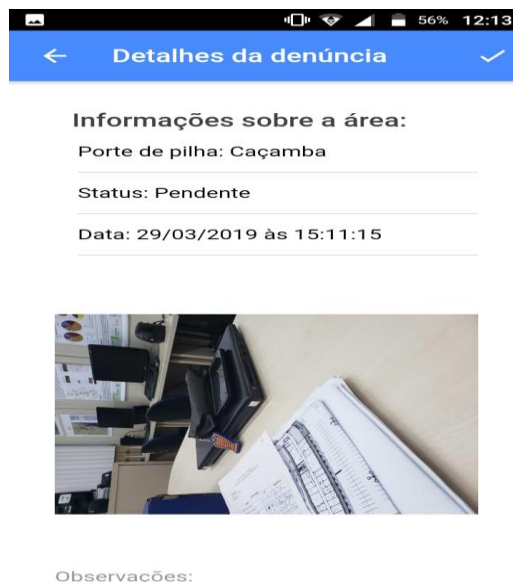
Figura 4. Tela de visualização de denúncias no mapa



4.6 Validação das denúncias

O fiscal pode validar a denúncia feita por cidadãos comuns, o mesmo visualizará dados específicos da denúncia, como status, tipo de entorno e a imagem referente ao lugar (figura 5).

Figura 5. Tela de validação de denúncia.



5. CONCLUSÕES

O aplicativo apresentou-se eficiente na coleta e visualização de dados, visto que antes eram feitos na versão web do sistema Sigercon. Além do mais, o Sigercon *Mobile* auxilia à população de modo geral, no cadastro de denúncias, com finalidade de diminuir a proliferação de doenças e poluição. O aplicativo está disponível na loja Google Play Store (pelo nome Sigercon *Mobile* ou através do link: <https://play.google.com/store/apps/details?id=thabit2.recife.ifpe.edu.br>). Outra vantagem foi no desenvolvimento do aplicativo híbrido usando o *framework Ionic*, pois agregou os benefícios tanto de aplicações *web* quanto das aplicações *mobile*, possibilitando apenas um código base para todos os sistemas operacionais móveis (*Android* e *IOS*).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. C. P. L. A.; E. S. G.; **Modelos de gerenciamento de resíduos sólidos: Proposta para melhoria contínua.** Resíduos sólidos: Os desafios da gestão v. 1. Ed. Edurfppe: Recife, 2019. Disponível em: <https://www.dropbox.com/s/zsv4md08esygz4s/ebook_epersol_RS_DG.pdf?dl=0>. Acesso em: 25/04/2019.

ASTAH, **Astah Professional.** Disponível em: <<http://astah.net/editions/professional>>. Acesso em: 10/04/2019.

BARBOSA, T. M. R.; J. C. M. T.; N. J. C.; V. M. C.; **Uso da plataforma Ionic para desenvolvimento de aplicativo móvel.** Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1065118/1/PLMostraUsoBarbosa.pdf>>. Acesso em: 25/04/2019.

CARDOSO, L. M.; **TUDO SOBRE OS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.** Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 02/04/2019.

CONAMA, **Ministério do Meio Ambiente - Conselho Nacional do Meio Ambiente.** Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 12/03/2019.

COUTINHO, G. L.; **A era dos Smartphones: Um estudo exploratório sobre o uso dos smartphones no Brasil.** 2014. 67 p. Trabalho de conclusão de curso – Universidade de Brasília. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/9405>>. Acesso em: 25/04/2019.

FIBRA, **Sistema Fibra.** Disponível em: <<https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil>>. Acesso em: 11/03/2019.

FGV, **Pesquisa Anual de TI.** Disponível em: <<https://eaesp.fgv.br/>>. Acesso em: 01/04/2019.

FONSECA, M. R.; J. L. C. F.; R. H. A. L.; **Um estudo aplicado sobre framework Angular 2.** Disponível em: <<http://periodicos.unisanta.br/index.php/sat/article/download/801/1215>> . Acesso em: 25/04/2019.

G1, **Descarte de entulho é feita de forma incorreta em 80% dos municípios.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2018/01/descarte-de-entulho-e-feito-de-forma-incorreta-em-80-dos-municipios.html>> Acesso em: 11/03/2019.

GIROLDO, B. C.; FRESSATI. W.; **Evolução no desenvolvimento com o HTML5.** Disponível em: <http://web.unipar.br/~seinpar/2015/_include/artigos/Bruno_Chesine_Giroldo.pdf>. Acesso em: 25/04/2019.

IDC, **Smartphone Market OS**. Disponível em: < <https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os>>. Acesso em: 01/04/2019.

IGTI, **10 motivos para desenvolver apps com Ionic**. Disponível em: <<http://igti.com.br/blog/10-motivos-desenvolver-apps-com-ionic/>>. Acesso em: 02/04/2019.

IONIC, **Cross-Platform Mobile App Development**. Disponível em: <<https://ionicframework.com/>>. Acesso em: 02/04/2019.

LANGE, N. N.; MERCADO, N. B. G.; **VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO IONIC FRAMEWORK PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS MÓVEIS**. Revista Científica. v. 01, n. 000145, 22 nov. 2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_74.pdf>. Acesso em: 02/04/2019.

LEAFLET, **An open-source JavaScript library for mobile-friendly interactive maps**. Disponível em: <<https://leafletjs.com/>>. Acesso em: 02/04/2019.

LIMA, A.; RODRIGUES, C.; ALBUQUERQUE, PAZ, D.; LAFAYETTE, K. **Avaliação dos impactos ambientais e destinação dos resíduos da construção civil em área urbana na cidade do Recife/Brasil**. In: Congresso Nacional de Geotecnia, 14, Covilhã, Portugal. Anais... Covilhã, 2014.

MATOS, B. R. D.; SILVA, J. G. B.; **Estudo comparativo entre o desenvolvimento de aplicações móveis utilizando plataformas nativas e multiplataforma**. 2016. 63 p. Trabalho de conclusão de curso – Universidade de Brasília. Brasília, 2016. Disponível em: <https://fga.unb.br/articles/0001/5114/Beatriz_Joao_TCC_Aplicativos_M_veis.pdf>. Acesso em: 25/04/2019.

MICROSOFT. **TypeScript**. Disponível em: < <https://www.typescriptlang.org/>> Acesso em: 10/04/2019.

MVC, **Model-View-Controller**. Disponível em:< <https://pt.wikipedia.org/wiki/MVC>>. Acesso em: 10/04/2019.

MYSQL, **Oracle MySQL**. Disponível em: < <https://www.oracle.com/br/mysql/>>. Acesso em: 10/04/2019.

PAZ, D. H. F.; HOLANDA M. J. O.; LAFAYETTE K. P. V.; SOBRAL M. C. M.; **Desenvolvimento de um SIG para monitoramento da deposição irregular de resíduos sólidos da construção civil em Recife – PE**. Resíduos Sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas v. 1. Ed. Edurfpe: Recife, 2019. Disponível em: < https://www.dropbox.com/s/welg7whcb9ip5ti/ebook_epersol_RS_IAIT.pdf?dl=0>. Acesso em: 25/04/2019.

PIVOTAL. **Spring.io**. Disponível em: <<https://spring.io/>>. Acesso em: 29/01/2019.

SINIR, **Ministério do Meio Ambiente - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos**. Disponível em: < <http://sinir.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 12/03/2019.

TAVARES, H. L.; **Introdução a desenvolvimento de aplicações híbridas**. V. 6 n.1 (2016): Revista Eletrônica e-f@tec. Disponível em: < <http://revista.fatecgarca.edu.br/index.php/efatec/article/view/113/109>>. Acesso em: 25/04/2019.

UML, **Unified Modeling Language**. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/o-que-e-uml-e-diagramas-de-caso-de-uso-introducao-pratica-a-uml/23408>>. Acesso em: 10/04/2019.

VIEIRA, C. R.; LAFAYETTE K. P. V.; ROCHA J. H. A.; OLIVEIRA M. S.; **Avaliação da deposição irregular de resíduos da construção na região político administrativa 2, Recife – PE**. Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas v. 1. Ed. Edurfpe: Recife, 2019. Disponível em: <https://www.dropbox.com/s/welg7whcb9ip5ti/ebook_epersol_RS_IAIT.pdf?dl=0>. Acesso em: 25/04/2019.

6.7 ANÁLISE TÉCNICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL; ESTUDO DE CASO DOS ECOPONTOS DA CIDADE DE SÃO LUÍS – MA

SILVA, Gabriel Alencar
Engenheiro Civil
alencargabriel.eng@outlook.com

GONZAGA, Lorraine Freitas
Grupo de Inovação e Sustentabilidade da Universidade CEUMA (UNICEUMA)
lorrainefreitas.amb@gmail.com

MELO, Rodrigo da Silva
UNICEUMA
rodrigo145889@hotmail.com

MACHADO, Alessandro Resende
UNICEUMA
alessandrorm@gmail.com

RESUMO

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) são resíduos de obras de construção, reformas ou demolição que podem ser compostos por tijolos, blocos cerâmicos e de concreto, a areia e brita dentre outros, a disposição inadequada de tais resíduos ocasiona a proliferação de vetores transmissores de doenças. Atualmente, no município de São Luís - MA, estão sendo implantados pontos de entregas de resíduos, entre eles os RCC's, os ecopontos, e dessa forma auxiliando no plano de gerenciamento proveniente da construção civil, possibilitando a redução expressiva dos impactos ambientais causados pelo descarte irregular e a falta de coleta. Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo mostrar, através de um estudo de caso, a gestão do RCC gerado na capital maranhense, analisando quanto às vantagens e dificuldades para se reciclar os resíduos que são depositados nos ecopontos do Bequimão e Renascença. O estudo foi desenvolvido de modo investigativo e descritivo, por meio de revisão bibliográfica utilizando artigos, leis e dados oficiais do município, em seguida foram realizadas visitas aos ecopontos localizados nos bairros Bequimão e Renascença, houve registros fotográficos de modo a evidenciar como é realizado o gerenciamento do RCC nos locais. Com os resultados obtidos no presente estudo, foi constatado que o RCC coletado nos ecopontos dos bairros estudados são destinados ao aterro da Ribeira, onde é feita a segregação, e se tomada as soluções e propostas cabíveis quanto ao melhor gerenciamento, a reutilização desse material se torna uma alternativa economicamente viável, podendo gerar uma redução de custo na obra e consequentemente preservando o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Ecopontos; Impactos Ambientais; Disposição Inadequada

1. INTRODUÇÃO

A disposição dos resíduos por anos foi realizada de maneira inadequada, onde a gestão destes se resumia nas ações de coleta e no afastamento do resíduo dos centros urbanos, dessa forma, os impactos ambientais não era evidente, entretanto, com o crescimento elevado das cidades, essa solução tornou-se inviável, tendo consequência grave para o meio ambiente (FERREIRA; PANTALEÃO FERREIRA, 2019). No Brasil, um dos principais problemas relacionados a temática da gestão de resíduos sólidos, são os provenientes de obras de construções civis, de acordo com Fonseca et al. (2019) a geração desses resíduos representa em média de 300 a 500 kg/hab.ano. Toda obra, sendo de pequeno, médio ou grande porte acarreta impacto ao meio ambiente desde a remoção da matéria prima até a geração de demasiada porção de resíduos como os da construção civil, que são destinados a locais impróprios, como terrenos baldios e lixões, ou em aterros sanitários.

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) são resíduos de obras de construção, reformas ou demolição que podem ser compostos por tijolos, blocos cerâmicos e de concreto, a areia e brita dentre outros (PINTO et al., 2019). A aplicação de RCC's em lugares inadequados sem empregar técnicas próprias conforme preconiza a resolução nº 307/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA e a Norma Brasileira NBR nº 10004:04, é uma grave problemática que traz consequências para a sociedade, uma vez que, esses locais geralmente são próximos de ocupações urbanas (CONAMA 2002; ABNT, 2004a). Nesse sentido, a disposição inadequada de tais resíduos ocasiona a proliferação de vetores transmissores de doenças como ratos e baratas se tornando um problema causado pela influência da construção civil ao meio ambiente (RIBEIRO; MOURA; PIROTE, 2016; SILVA et al. 2015; SILVA et al. 2017).

Segundo os autores Ribeiro, Moura e Pirote (2016) e Fonseca e Maintinguer (2019), apesar dos impactos negativos gerados pelo mau gerenciamento do RCC, estes materiais podem ser vistos como uma oportunidade. Atualmente nas obras realizadas em grande parte dos municípios brasileiros há uma grande geração de resíduos da construção civil, que poderiam ser reaproveitados, de modo reduzir os custos da própria obra.

Para que os RCC's possam ser reaproveitados, inicialmente deve haver a segregação de outros resíduos, pois caso contrário pode dificultar o processo de reciclagem, por possibilitar a contaminação de produtos tóxicos, como tintas e solventes, comprometendo assim a vida útil dos materiais fruto dessa reciclagem (PINTO et al. 2019). Diante disso, é necessário que os RCC's tenham locais apropriados para que os geradores do resíduo os destinem em locais que haja uma preservação adequada dos materiais. Dentre os locais existentes, existe o ecoponto. Os ecopontos são instalações elaboradas para o recebimento gratuito de pequenos volumes de resíduos que podem ser reaproveitados como o RCC (SAMPAIO et al. 2015).

Com as gestões atuais e novas legislações, no município de São Luís - MA, estão sendo implantados esses pontos de entrega voluntário. Esses ecopontos surgiram com a finalidade de serem pontos de recepção voluntária de resíduos, auxiliando no plano de gerenciamento dos RCC's, e possibilita a redução expressiva dos impactos ambientais causados pelo descarte irregular e a não coleta destes. Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo avaliar, através de um estudo de caso, a gestão do RCC que é gerado na capital maranhense, identificando as vantagens e dificuldades para se reciclar os resíduos que são depositados nos ecopontos do Bequimão e Renascença, observando as recomendações da Resolução nº 307 do CONAMA.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos tem como finalidade apresentar diretrizes e objetivos visando a destinação final dos resíduos sólidos de forma ambientalmente adequada e economicamente viável, é citada na Lei Federal 12.305 de 2010, tem como seus princípios a prevenção, a não geração, a redução e a reutilização dos resíduos sólidos bem como a disposição dos resíduos de forma ambientalmente correta (BRASIL, 2010; FONSECA e MAINTINGUER 2019; LIMA et al. 2019; CAVALCANTI et al. 2019). A lei conceitua resíduo sólido como:

[...] material, substância, objeto ou bem rejeitado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja finalidade se procede, se sugere proceder ou se está obrigado a proceder, no estado sólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem impraticável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou solicitem para isso soluções técnicas ou economicamente inviável em face da melhor tecnologia disponível.

De acordo com a Norma Técnica NBR 10004:2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), resíduos sólidos são aqueles resíduos no estado sólido ou semissólido, que acarretam de atividades industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (ABNT, 2004). Os RCC's podem ser definidos, segundo a resolução do CONAMA nº 307/2002, como os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras da Construção Civil, assim como também os resultantes da elaboração e da escavação de terrenos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, metais, colas, tintas, madeiras e compensados, forro, gesso, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, fiação elétrica (BRASIL, 2002; RIBEIRO, MOURA e PIROTE, 2016; SILVA et al., 2017).

Em se tratando da resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2004), são identificadas certas definições para melhor clareza em relação aos resíduos sólidos e sua gestão, como é mostrado abaixo:

- RCC: resíduo oriundo de construções, reparos, reformas e de movimento de terra;
- Geradores: pessoas ou empresas que tem alguma atividade que gere resíduos;
- Agregado reciclado: resultado do procedimento de beneficiamento dos resíduos da construção civil;
- Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de gestão que tem como objetivo, reduzir, reciclar, e reutilizar os resíduos.

Reconhecidamente pelo Ministério do Meio Ambiente e pelo Conselho Internacional da Construção (CIB), a indústria da construção civil é o setor de práticas humanas que mais consome os recursos naturais e emprega energia de forma exorbitante, no que gera vários impactos ambientais, inclusive a geração de resíduos (MMA, 2014; SILVA et al. 2017). A resolução do CONAMA nº 307/2002 admite que os geradores de resíduos da construção civil são:

[...] os responsáveis pelos resíduos de atividades da construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles decorrentes da retirada de vegetação e escavação de solos, e os define como pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, encarregados por atividades ou empreendimentos que acarretem os resíduos descritos na resolução (BRASIL, 2002).

Dessa forma, vale ressaltar que além dos impactos relacionados à devastação de recursos naturais, consta-se que uma determinada porção dos resíduos gerados no processo de construção são descartados da maneira incorreta, pelos geradores, o que gera inúmeros problemas sociais e ambientais, como obstrução dos elementos de drenagem urbana pluvial (córregos, bueiros, sarjetas) que chegam a causar alagamentos em pontos da cidade e problemas quanto à limpeza pública e à organização do espaço urbano (RIBEIRO, MOURA; PIROTE, 2016; SILVA et al. 2015; SILVA et al. 2017).

A criação da Lei Federal 12.305/2010, que diz respeito a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, é visto como um progresso para a preservação do meio ambiente, pois por intermédio dessa lei, houve mudanças na legislação nacional, quando se trata da gestão dos resíduos sólidos da construção civil. Dentre os assuntos abordados pela lei, tem-se a elaboração de um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos que é condição para os municípios terem a aquisição dos recursos da união, destinados a empreendimentos e atividades relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem favorecidos por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou incentivo para tal finalidade (BRASIL, 2010; SILVA et al. 2015; SILVA et al. 2017).

Dentre os assuntos abordados pela lei, tem-se a elaboração de um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos que é condição para os municípios terem a aquisição dos recursos da união, destinados a empreendimentos e atividades relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem favorecidos por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou incentivo para tal finalidade. Pode-se constar no art. 14 da Lei Federal 12.305/2010 citada acima, alguns tipos variados que contemplam as diferentes organizações territoriais e arranjos institucionais, caracterizando como planos de resíduos sólidos, que são geralmente nas seguintes esferas governamentais: nacional, estadual, microrregional, intermunicipal e municipal, além dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos e os planos de gerenciamento integrado (BRASIL, 2010).

De acordo com a resolução nº 307 do CONAMA o gerenciamento de resíduos é a técnica de gestão que objetiva reduzir a geração de resíduos da construção civil, e/ou prioritariamente reutilizar, reciclar, tratar e dispor adequadamente os resíduos seguindo condições e leis ambientais. Dessa forma, os RCC's ficam proibidos de ser dispostos em lugares protegidos por lei, em encostas, em aterros de resíduos urbanos, ou em corpos d'água (BRASIL, 2002).

Segundo a Resolução CONAMA nº 307 de 2002, o gerenciamento de resíduos da construção civil deve abranger o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final apropriada e adequada para os resíduos sólidos. Aliado a esse panorama, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), em seu artigo 18, condiciona a elaboração Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos pelas prefeituras como requisito à obtenção de repasses de verbas destinadas aos serviços de limpeza dos municípios. Ainda, no artigo 20 da PNRS, indica-se a necessidade da elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para empreendimentos cujos resíduos gerados, mesmo sendo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não são equiparados aos resíduos domiciliares, como os de origem da construção civil (BRASIL, 2002; BRASIL, 2010; LOMBARDI FILHO et al. 2017).

De acordo com Klein e Gonçalves-Dias (2016), o poder público tem como obrigação e responsabilidade controlar, orientar e fiscalizar o cumprimento de exigências para o processo de criação de um plano integrado de resíduos da construção civil. Dessa forma devem ser analisadas as situações e soluções para assumir medidas para organização das áreas de recebimento, quanto a sua triagem e armazenamento de pequenos volumes de RCC. Segundo Lombardi Filho et al. (2017), as dificuldades mais comuns de ser encontradas no gerenciamento de resíduos dentro de canteiro de obra, são dadas a seguir:

- Determinar a porção gerada de resíduos;
- A quantidade elevada de pessoas presentes em um processo construtivo (o que dificulta a informação);
- Recursos cada vez mais escassos dos municípios para investirem em pesquisas e projetos sobre a grande problemática de resíduos;
- Incompatibilidade entre projetos;
- Grande falta de planejamento em canteiros de obras para o seu processo de reciclagem;
- Responsabilidade e comprometimento do setor produtivo para cumprir com exigências;

Uma grande dificuldade que se tem em etapas de construção é o desafio de compatibilizar diferentes maneiras de disposição de resíduos, o que exige uma compreensão por parte de todos os envolvidos, o que pode limitar uma gestão adequada dos resíduos. A cidade de São Luís – Maranhão, elaborou em 2006 a lei nº 4.653/06, que diz respeito à criação da sistemática de gestão sustentável do RCC's e do plano integrado desses resíduos. Entretanto, foi observado que os RCC's não são tratados de maneira adequada, devido à falta de interesse dos grandes geradores e do poder público, que é o principal responsável, pois tem o dever de fiscalizar e normatizar o desenvolvimento dos municípios. Foi verificado, também, que a cidade de São Luís possui somente duas leis que cita a gestão de RCC's, e que consideram a Resolução nº 307/2002 da CONAMA:

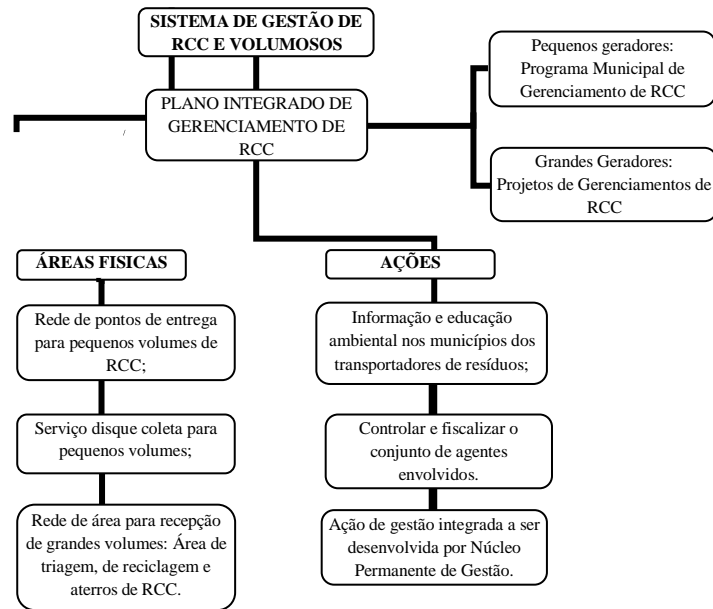
I. Lei Municipal nº 4.653/2006: Cria o Sistema de Gestão Sustentável de RCC's e resíduos volumosos, e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil na cidade de São Luís e dá outras providências (São Luis, 2006).

II. Lei nº 4.996/2008: Dispõe sobre Saneamento e Gestão de Resíduos Sólidos no município de São Luís e dá outras providências (São Luis, 2008).

Segundo a lei nº 4.653/2006, explicitada acima, no que diz respeito ao Sistema de Gestão Sustentável e o Plano Integrado de Gerenciamento de RCC's (figura 1). Em se tratando da estrutura acima sobre a gestão de RCC's no município de São Luís – MA, observou-se que depois de criada a lei, foram adaptadas algumas medidas para tornar a lei mais complexa. Dessa forma foi instalada a nova Unidade de Reciclagem, localizado no antigo aterro da Ribeira, em 2014, que integra um aterro de inertes, uma central de transbordo de triagem de resíduos e um pátio de compostagem, conforme determina a PNRS, Lei nº12.305/2010, (BRASIL, 2010). Também na discussão sobre medidas da adaptação desta lei, foram implementadas as primeiras unidades de recebimento de pequenos volumes, em terrenos públicos, os Ecopontos, com objetivo de compor a demanda por locais adequados de descarte de resíduos (MENDES, 2014).

Os Ecopontos são instalações criadas para recebimento dos mais variados tipos de resíduos, como vidros, óleos utilizados em frituras, óleos automotivos, resíduos da construção civil (RCC), entre outros. A estrutura conta com uma área administrativa, áreas de recebimento e acondicionamento temporário dos materiais e um espaço destinado para que possa ser feito a manobra de veículos e equipamentos, que se totaliza num espaço de cerca de 1100 m² (SAMPAIO et al., 2015). Para recebimento do material, existem quatro baias de alvenaria cobertas e que são coloridas e sinalizadas seguindo as especificações da Resolução CONAMA nº 275/2001, e conta também com uma baía específica para resíduos de poda e capina, e também se verifica a presença de caixas estacionárias para que nelas sejam feitas o descarte de entulhos provenientes de demolições ou até mesmo obras da construção civil (BRASIL, 2001).

Figura 1. Estrutura do Sistema de Gestão de RCC's e resíduos volumosos



Fonte: Adaptado de Mendes (2014)

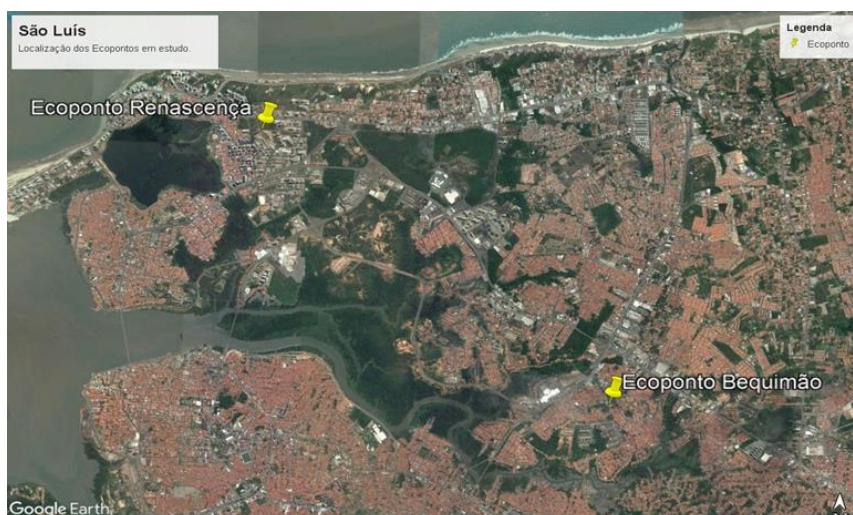
Diante disso, observa-se que no município de São Luís – MA os ecopontos são locais fixados no perímetro urbano da ilha, onde a população encaminha pequenos volumes de resíduos sólidos como o RCC e outros materiais que não são recolhidos na coleta habitual, e são uma alternativa para extinção dos espaços utilizados para descarte inapropriado, além de cooperar com a coleta seletiva na capital maranhense. É de suma importância ressaltar que no município de São Luís já estão em pleno funcionamento 10 ecopontos, que se encontram localizados no Bairro de Fátima, no Residencial Esperança, Jardim Renascença, Bequimão, Anil, Habitacional Turu, Angelim, Jardim América, São Francisco e Cidade Operária.

3. METODOLOGIA

No presente artigo, o estudo de pesquisa foi realizado com o intuito de obter dados relativos ao gerenciamento do RCC nos bairros Renascença e Bequimão, da cidade de São Luís - MA. O estudo foi desenvolvido entre os anos de 2017 e 2018. Trata-se de um estudo investigativo e descritivo sobre os resíduos sólidos da construção civil. Inicialmente foram verificados os conceitos relativos ao tema por meio de revisão bibliográfica utilizando artigos, leis e dados oficiais do município. Em seguida foram feitas visitas aos ecopontos localizados nos bairros Bequimão e Renascença e realizados registros fotográficos de modo a evidenciar como é realizado o gerenciamento do RCC nos locais. Os ecopontos em questão foram implantados nos anos de 2016 e 2017 e já eram considerados uma forma de mitigar algumas problemáticas do gerenciamento do RCC. As localizações Renascença e Bequimão podem ser observado a baixo (figura 2).

O estudo se justifica devido à escassez de dados sobre o tema RCC na capital maranhense mesmo sendo informações imprescindíveis para o reaproveitamento e redução de custos em obras, além de favorecer melhores condições ambientais e de saúde pública

Figura 2. Localização dos Ecopontos de São Luís - MA



Fonte: Adaptado do Google Maps (2018)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dois ecopontos estudados apresentam características semelhantes quanto a formação, pois foram instalados em áreas que já foram degradadas anteriormente devido ao descarte inadequado dos resíduos. Os dados relativos ao endereço, data de inauguração, área e bairros que atendem, podem ser verificados no quadro abaixo (Quadro 1).

Quadro 1. Informações básicas dos ecopontos estudados

Ecoponto	Endereço	Inauguração	Área total	Bairros atendidos	Coordenadas
Renascença	Rua Netuno, bairro Jardim Renascença.	06/09/2017	1100 m ²	Renascença, Ponta do Farol, Jaracati e Calhau.	Latitude 2°29'41.11" S Longitude 44°17'19.61" O
Bequimão	Avenida 1, s/n°, Bequimão.	15/06/2016	1100 m ²	Bequimão, Ipase, Maranhão Novo, Rio Anil e Vila Palmeira	Latitude 2°31'42.77" S Longitude 44°14'53.35" O

Fonte: os autores (2018)

De acordo com Resch et al. (2012) os ecopontos são ferramentas que auxiliam as cidades, em termos estéticos e na qualidade de vida dos municípios, pois são considerados um método eficaz de extinguir pontos de descartes irregulares na capital, recebendo de forma adequada os resíduos descartados. A maior parte do RCC destinado a esse local é oriundo de pequenas reformas e construções. Assim que cada material chega ao ecoponto, são destinados a caixas estacionárias.

Na unidades dos ecopontos, o materiais recebidos são direcionados ao local correto dentro do ecoponto, os resíduos das construção civil são direcionadas as caixas estacionárias

existentes nos ecopontos, essas caixas são estruturas metálicas que possuem capacidade de receber cerca de duas toneladas equivalente a um volume de 2m³ de RCC (Figura 3). O volume a ser recebido no ecoponto é limitado a cada gerador, para este resíduo, é especificado de modo se atingir o limite disponível de 2 m³ das caixas estacionárias.

A retirada do RCC dos ecopontos é realizada por caminhões guindaste, projetados principalmente para este fim, que levam a caixa estacionária até o local de triagem, pesagem e tratamentos dos resíduos ou destinação final. Os resíduos designados aos ecopontos são, em maior parcela, produzidos a partir de reformas de pequeno porte, restos de poda, móveis e eletrodomésticos antigos, que comumente são descartados nas vias públicas.

A vantagem de se ter instalado esses pontos de descarte regular na cidade, é uma contribuição do gerenciamento de resíduos do poder municipal para o meio ambiente. Dessa forma, fica evidente ressaltar o crescimento das cidades em termo de construção, pois com várias obras de pequeno, médio e grande porte, a geração de resíduos é bem significativa e estava ocasionando locais impróprios de descarte desses resíduos, como terrenos baldios.

Figura 3. Caixas estacionarias dos ecopontos



Fonte: Os autores (2018)

Assim, com a destinação dos resíduos nos ecopontos, o município torna-se um local mais limpo, pois deixam de ser alocado em locais indevidos, além de evitar destinar aos aterros sanitários, aumentando a vida útil. Essa adequação, por sua vez representa o início para o correto gerenciamento do RCC, favorecendo posteriormente o reaproveitamento em obras da construção civil (SAMPAIO et al., 2015; ROSADO; PENTEADO, 2018). Apesar da implantação do ecopontos demonstrarem ser uma ótima alternativa para a gestão dos RCC's, foram observados alguns pontos de descarte irregular, para Rosado e Penteado (2018), esses descartes, também observados em sua pesquisa, se da devido a falta de informação e de percepção ambiental do moradores, outro motivo também apresentado pelos autores, é que esses descartes irregulares acontecem em horários nos quais os ecopontos já se encontram fechados e uma das maneiras de combater esse problema, é através de ações de educação ambiental e de fiscalização.

Para que o ecoponto seja utilizado de modo eficaz, deve ser adotado a educação ambiental, que é de suma importância e deve ser tratado com seriedade pela população, e também pelo poder público municipal, de modo a conscientizar a população a não efetuar descartes irregulares em ruas, rodovias, rios, praias e terrenos baldios (SAMPAIO et al., 2015; GONÇALVES, 2016).

4.1 DIAGNOSTICO DO ECOPONTO RENASCENÇA

O ecoponto Renascença é espaço apropriado para o descarte de resíduos, segundo a norma ABNT 15112:2004, isto é, apresenta identificação correta, cercamento e portão, os funcionários são treinados e utilizam Equipamento de Proteção Individual (EPI), além de também apresentar sistema de proteção ambiental (ABNT, 2004b). Foi observado também, que o local beneficia cerca de 50 mil moradores, de 6 bairros da capital maranhense, segundo o portal da prefeitura de São Luís (SÃO LUÍS, 2017). Dessa forma, o correto descarte de RCC neste local, favorece a sustentabilidade e também uma melhoria das condições de saúde pública de toda a comunidade.

Uma melhoria relevante que o ecoponto favoreceu à região foi em relação à drenagem pluvial urbana. No período de chuvas, quando os resíduos depositados irregularmente nas ruas, como o RCC, entopem os bueiros e conseqüentemente inundam os imóveis do bairro, próximo à avenida Colares Moreira. Assim a implantação do ecoponto é vista como uma forma do poder público dividir a responsabilidade com a população, que já faz uso do local para depositar resíduos, assim como os carroceiros que levam os entulhos proveniente de pequenas obras dentro dos bairros (LOMBARDI FILHO et al. 2017; RESCH et al. 2012). A iniciativa aos poucos permite modificar o comportamento da população, de modo a coletar os resíduos e destina-los nos locais apropriados, pois o município possui estrutura adequada, reduzindo a destinação inadequada em terrenos baldios, áreas públicas, beira de córregos e canais.

4.2 DIAGNÓSTICO ECOPONTO BEQUIMÃO

Foi verificado no ecoponto do bairro Bequimão, que a quantidade de RCC recolhido pela prefeitura de São Luís – MA, corresponde a duas caixas estacionárias por vez, com frequência de três vezes na semana. No entanto foi verificado também que todo o resíduo do ecoponto, seja ele RCC ou não, é destinado ao aterro da Ribeira, para que seja feita a triagem, separação e pesagem desses resíduos, segundo a resolução nº 307 do CONAMA.

Após o recebimento, os resíduos são destinados para a etapa de segregação, que é a fase onde é feita a triagem desses resíduos entre as classes distintas. A triagem é realizada pela divisão do RCC, seguindo a classificação da Norma ABNT 15114:2004, onde o resíduo é subdividido nas classes A, B, C e D, sendo os de classe A que são os resíduos reutilizáveis como agregados em obras da construção civil. Os de classe B são aproveitados em outros meios de produção, como o papel, vidro e metais, estes são segregados pela população no momento da entrega dos resíduos no ecoponto. Os resíduos de classe C e D, por sua vez, respectivamente, não possuem tecnologias atualmente para a reciclagem e são perigosos, estes são destinados ao aterro sanitário (ABNT, 2004c). Foi possível constatar, contudo, alguns problemas na destinação do RCC. Como mostra a (Figura 4), foi verificado que mesmo coexistindo o ecoponto no bairro Bequimão, ainda existem pontos onde se é feita a destinação inapropriada de RCC.

Entretanto, apesar das melhorias apontadas, ainda não há controle adequado quanto a reutilização e à destinação final do RCC em São Luís – MA, pois ainda é visto problemas no sistema de gestão desses resíduos. Os desafios se encontram essencialmente na geração e na destinação adequada, pois a população ainda não é consciente dos problemas ocasionados pelo descarte irregular, compromete a realização do reaproveitamento deste resíduo.

Nesse sentido, apesar a infraestrutura investida, é fundamental que haja um engajamento popular para que melhore a destinação final de resíduos sólidos aos ecopontos. Para isso deve-se elaborar, também, um programa de educação ambiental focada na importância de um gerenciamento adequado de resíduos sólidos, informando e conscientizando a população sobre a destinação adequada dos resíduos sólidos nos ecopontos (RESCH et al. 2012).

Figura 4. Destinação inadequada de rcc próximo ao ecoponto Bequimão



Fonte: Os autores (2018)

5. CONCLUSÕES

Por meio desse trabalho foi possível observar que os Ecopontos se mostram uma alternativa para a gestão dos resíduos sólidos urbanos, em especial os provenientes da construção civil, pois nesses locais é possível a reutilização desse material, assim promovendo uma destinação ambientalmente correta e consequentemente preservando o meio ambiente. Foi observado também que, apesar do investimento realizado na estrutura dos ecopontos na cidade de São Luis – MA, ainda existem falhas relacionadas aos hábitos da população em relação à destinação final, pois mesmo com a possibilidade de uma destinação final, ainda existem locais irregulares onde são depositados os resíduos urbanos, entre eles, os RCCs. Esta situação, por sua vez, demanda investimento na educação ambiental, aprimorando a percepção ambiental da população e promovendo também informações acerca da importância do ecoponto para a melhoria da qualidade de vida do município.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15112: Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Tranbordo e Triagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15114 Resíduos da Construção Civil – Áreas de Reciclagem – Diretrizes para Projeto. Rio de Janeiro, 2004c.

BRASIL - CONAMA : Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002). Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Publicada no Diário Oficial da União em 17/07/2002.

BRASIL. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acessado em: 11 de abril. 2018.

BRASIL - RESOLUÇÃO CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Publicada no DOU no 117-E, de 19 de junho de 2001, Seção 1, página 80.

CAVALCANTI, Maria Luíza Coelho; CRUZ, Arturo Dias da; MOURA, Isaac Anderson Alves de; CAVALCANTI, Rafael de Siqueira Tenório. Avaliação do Cenário Jurídico e Políticas Públicas no Setor de Resíduos Sólidos. In: NUNES, Ilana Lopes da Silva; PESSOA Lidiane Almeida; EL-DEIR Soraya Giovanetti (org.). **Resíduos Sólidos: Os Desafios da Gestão**, 1. ed, Recife – PE, Brasil, p. 21-30, 2019. ECOPONTOS. Disponível em: <<http://www.agenciasaoluis.com.br/noticia/18007/>> Acessado em: abril. 2018.

FERREIRA, Elvis Pantaleão; FERREIRA, José Thales Pantaleão. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos; o O Desafio do Saneamento Rural no Município de Santana do Mundaú – Al. In: EL-DEIR Soraya Giovanetti (org.). **Resíduos Sólidos: Perspectivas e Desafios para a Gestão Integrada**, 1. ed, Recife – PE, Brasil, p. 155-161, 2014.

FONSECA, Andréa Catarina Nascimento da; FORTUNATO, Carla Fernanda; FONSECA, Agnes Camila Nascimento da, HOLANDA, Romildo Morant. Resíduos da Construção Civil; Aspectos da Legislação Ambiental e Destinação Final. In: NUNES, Ilana Lopes da Silva; PESSOA Lidiane Almeida; EL-DEIR Soraya Giovanetti (org.). **Resíduos Sólidos: Os Desafios da Gestão**, 1. ed, Recife – PE, Brasil, p. 31-40, 2019.

FONSECA, Maria Julia M.. MAINTINGUER, Sandra I. Aplicação da Logística Reversa na Construção Civil como Mecanismo Ambiental Sustentável em Políticas Públicas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 1, jan. 2019, p. 140-149. Disponível em: <<http://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/872/754>> Acessado em: 11 de abril. 2018.

GONÇALVES, Daniel Bertoli. A Gestão de Resíduos da Construção Civil no Município de Sorocaba-SP. REEC - **Revista Eletrônica De Engenharia Civil**, v. 11, n. 2, 2016, p. 15-26. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/35791/pdf>> Acessado em: 11 de abril. 2018.

KLEIN, Flávio Bordino. GONÇALVES-DIAS, Sylmara Lopes Francelino. A Deposição Irregular de Resíduos da Construção Civil no Município de São Paulo. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 40, p. Abril 2017, p. 483-506.

LIMA, Allan Pereira.SANTOS, Cristiane Nogueira. CARVALHO. Heber de Godoi FERNANDES. João André Tavares. UMIJI, Sandra Sayuri, URYU, Tatiana de Melo Ferraz. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Eficácia da lei na cidade de Mogi das Cruzes. **Revista Diálogos Interdisciplinares**, Ed. Especial, v.7 , n.2 , 2018, p. 24 - 39. Disponível em: <<https://revistas.brazcubas.br/index.php/dialogos/article/view/420/516>> Acessado em: 11 de abril. 2018.

LOMBARDI FILHO, Pedro. VIANA, Ednilson. MATTIOLI, Luciann. PISSIGUELLI, Gabriella Manolio. Transporte e Destinação dos RCC Gerados no Município de São Paulo: a Importância da Qualidade das Informações Disponibilizadas aos Usuários. **Revista Multitemas**, Campo Grande, v. 22, n. 52, jul./dez. 2017, p. 11-33. Disponível em: <<http://www.multitemas.ucdb.br/article/view/1449/1431>> Acessado em: 11 de abril. 2018.

MENDES, Claudiceia Silva. Potencial energético e aproveitamento dos resíduos da construção civil em São Luís, MA/Claudiceia Silva Mendes. – São Luís, 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Construção Sustentável. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel>>. Acessado em: 09 de abril. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/residuos-solidos>> Acessado em: 06 de abril. 2018.

PINTO, Rodrigo Barcelos. FABRÍCIO, Edmar Pereira. BRUM, NelciDenti. KÖHLER, Felipe Ariel. Resíduos da Construção Civil: matéria prima verde a ser investigada. **Brazilian Journal of**

Development, Curitiba, v. 5, n. 2, fev. 2019, p. 1339-1351. Disponível em: <<http://brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/1108/958>> Acessado em: 11 de abril. 2018.

RIBEIRO, Denise. MOURA, Larissa Santos. PIROTE, Natália Stéfanie dos Santos. Sustentabilidade: Formas de Reaproveitar os Resíduos da Construção Civil. **Revista Ciências Gerenciais**, v.20, n.31, 2016, p. 41-45. Disponível em: <<http://revista.pgsskroton.com.br/index.php/rcger/article/view/3880/3230>> Acessado em: 06 de abril. 2018.

ROSADO, Laís Peixoto. PENTEADO, Carmelucia Santos Giordano. Análise da eficiência dos Ecopontos a partir do georreferenciamento de áreas de disposição irregular de resíduos de construção e demolição. **Revista Sociedade e Natureza**. Uberlândia, MG, v. 30, n. 2, mai/ago 2018, p.164-185. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/40985/pdf>> Acessado em: 10 de abril. 2018.

RESCH, Sibelly. MATHEUS, Ricardo. FERREIRA, Meire de Fátima. Logística Reversa: O caso dos Ecopontos do Município de São Paulo. **Revista Eletrônica de Gestão e Serviços**. v3, n.1, Jan/Jun 2012, p. 413-430. Disponível em: < https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35136040/3150-8522-PB.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1558041756&Signature=iNXqwkXqVTMyLGbVQixMgg6DM%3D&response-content-disposition=inlin%3DLogistica_Ecopontos_pd> Acessado em: 10 de abril. 2018.

SAMPAIO, Rubens Jesus. OLIVEIRA, Juliana Santos. BONFIM, Dirlêi Andrade. SILVA JUNIOR Milton Ferreira. Ecopontos: Uma Estratégia para Redução dos Impactos Gerados pelos Resíduos da Construção Civil no Município de Vitória da Conquista (Ba). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v.6, n.2, 2015, p.227-245. Disponível em: <<http://sustenere.co/journals/index.php/rica/article/view/SPC2179-6858.2015.002.0016/591>> Acessado em: 10 de abril. 2018.

SÃO LUÍS. Lei Municipal nº 4.653, de 21 de agosto de 2006_Cria o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos, e o Plano Integrado de Gerenciamento de resíduos da construção civil no Município de São Luís – MA e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/ma/s/sao-luis/lei-ordinaria/2006/466/4653/lei-ordinaria-n-4653-2006-cria-o-sistema-de-gestao-sustentavel-de-residuos-da-construcao-civil-e-residuos-volumosos-e-o-plano-integrado-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-no-municipio-de-sao-luis-ma-e-da-outras-providencias> Acessado em: 20 de abril. 2018

SÃO LUIS. Lei Municipal nº 4996, de 17 de julho de 2008_Dispõe sobre saneamento e gestão de resíduos sólidos do município de São Luís - MA, e dá outras providências. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a/ma/s/sao-luis/lei-ordinaria/2008/500/4996/lei-ordinaria-n-4996-2008-dispoe-sobre-saneamento-e-gestao-de-residuos-solidos-do-municipio-de-sao-luis-e-da-outras-providencias>> Acessado em: 20 de abril. 2018.

SEMOSP. Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos. Ecopontos. São Luís, 2018. Disponível em: < <https://www.saoluis.ma.gov.br/semosp>> Acessado em: 06 de abril. 2018

SILVA, Otavio Henrique. UMADA, Murilo Keith. POLASTRI, Paula. NETO, Generoso De Angelis, ANGELIS, Bruno Luiz Domingos. MIOTTO, José Luiz. Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Ed. Especial GIAU-UEM, Santa Maria, v. 19, 2015, p. 39 - 48. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/20558/pdf>> Acessado em: 06 de abril. 2018

SILVA, Carlos Eduardo Masetti. SILVA, Debson Bernardo. AZEVEDO, Igor. BETETE, Welton Barro. FERRANTE, Audrei. Transportadores de Resíduo de Construção Civil: Integração e Leis. **Revista Inovação & Tecnologia**, v. 01, n. 01, 2017, p. 14- 25. Disponível em: <http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_inovacao_tecnologia/article/view/4490/2066> Acessado em: 10 de abril. 2018.

6.8 GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E AS CARACTERÍSTICAS DE OBRAS NA CIDADE DO RECIFE - PE

BATISTA, Júlia Maia
Universidade de Pernambuco
jmaibatista95@gmail.com

LAFAYETTE, Kalinny Patrícia Vaz
Grupo de Pesquisa de Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente da Universidade de Pernambuco
(AMBITECH/UPE)
klafayette@poli.br

SILVA, Luciana Cássia Lima da
Universidade de Pernambuco
lucianacassialima_@hotmail.com

RESUMO

Apesar dos benefícios gerados para a economia nacional, nos moldes como se desenvolve atualmente, o setor da construção civil é causador de grande impacto ambiental por ser responsável por grande parte da geração de resíduos. Para minimizar os danos, é necessária uma gestão eficiente baseada em um diagnóstico local que forneça informações para a tomada de decisões. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é avaliar a correlação entre características das obras e a quantidade de resíduos gerados a fim de analisar a influência desses aspectos na produção dos Resíduos da Construção Civil (RCC). Para isso, foram analisados dados de 5 (cinco) obras na cidade do Recife - PE. Os resultados apontaram que a relação entre a dimensão de área construída e a geração de resíduos nem sempre é diretamente proporcional e, por isso, não deve ser o único parâmetro para a elaboração do plano de gestão. Outros fatores como complexidade e possíveis erros na execução das atividades revelaram ter igual importância na geração de RCC. Por fim, o diagnóstico permite auxiliar as construtoras na adoção de medidas técnicas e administrativas necessárias para efetivar a redução da geração de resíduos em suas obras.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão, Indicadores, Impactos ambientais.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é de grande importância para a economia, abrangendo desde a extração de insumos até a construção propriamente dita (SILVA et al., 2017). Este setor é ainda um importante agente de desenvolvimento nacional, uma vez que é responsável por grande parte do emprego gerado no país (SILVA; CALLADO; CALLADO, 2016). Paradoxalmente, nos moldes como é produzida atualmente, é uma atividade causadora de grande impacto ambiental por ser responsável por grande parte da geração de resíduos sólidos, mais especificamente dos intitulados Resíduos da Construção Civil (RCC). Segundo estimativa feita pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2017, foram coletadas cerca de 45 milhões de toneladas de RCC nos municípios brasileiros (ABRELPE, 2018). Apenas na Região Nordeste foram coletadas 24.585 toneladas por dia.

Para Moraes (2018) o gerenciamento de resíduos da construção civil no Brasil é pouco explorado e reflete a evolução lenta e retardatária do setor no quesito de sustentabilidade. Existe uma grande quantidade de resíduos sólidos decorrentes das atividades da construção civil e poucas atividades de reutilização, reciclagem e disposição apropriada desses resíduos inertes. Considerando esse panorama, instrumentos legais que estabelecem critérios, diretrizes e procedimentos para a gestão de resíduos sólidos, como a Resolução nº 307/02 e a Lei nº 12.305/10 - que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - podem ser considerados um grande avanço no que se refere à gestão dos RCC. Essas políticas públicas objetivam a minimização dos problemas ambientais e sociais devido à destinação incorreta e visam a não geração, redução, reutilização e reciclagem dos resíduos gerados.

Contudo, é importante salientar que para um planejamento adequado da gestão de RCC, é necessário possuir um conhecimento prévio do que está sendo gerado (dados qualitativos), o quanto está sendo gerado (dados quantitativos) e qual a destinação adequada a ser dada a esse material. Apesar de já existirem pesquisas voltadas à caracterização e geração desses resíduos, ainda não foi elaborado um banco de dados confiável que dê subsídios aos gestores na tomada de decisão referente ao gerenciamento dos RCC. É no intuito de contribuir para a gestão de RCC que o presente trabalho objetiva analisar a correlação entre a geração de resíduos da construção civil e as características das obras no município de Recife – PE.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Resíduos da Construção Civil (RCC)

A Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define esses resíduos como “os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos”. Palamin (2016) complementa essa definição ao afirmar que esses resíduos são compostos por restos ou aparas de materiais provenientes de canteiros de obras e demolições planejadas ou mesmo as que são resultantes de desastres. Segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004), os RCC podem ser classificados em resíduos de Classe III – inertes, pois são, geralmente, compostos por componentes minerais não poluentes e são praticamente inertes quimicamente. Contudo, a composição desses resíduos é variável e depende de diversos fatores como: estágio de desenvolvimento da indústria local, da qualidade da mão de obra, tipo de materiais empregados, região econômica da obra, processos construtivos, práticas de construção e demolição, entre outros. (BEZERRA et al., 2016; PAZ et al., 2018).

Importante salientar que, tendo em vista que em um canteiro de obras são realizadas simultaneamente diversas atividades, o entulho gerado é bastante heterogêneo e sua composição química está vinculada à composição de cada um dos seus constituintes (GONÇALVES, 2016). Nesse sentido, é possível nesses resíduos a presença de materiais orgânicos, produtos químicos, tóxicos e embalagens diversas.

2.2 Geração dos Resíduos da Construção Civil

Na prática, todas as atividades desenvolvidas no setor da construção civil têm potencial para gerar resíduos. Em cada obra, a quantidade de RCC gerados depende da intensidade da atividade de construção, da tecnologia empregada, das taxas de desperdício e manutenção, da negligência da questão ambiental, baixa qualificação da mão de obra, entre outros aspectos (SANTOS et al., 2015; MIOTTO et al., 2015). Segundo diferentes autores como Baptista Junior e Romanel (2013) e Pegoraro et al. (2018), grande parte da produção diária desses resíduos deve-se ao elevado desperdício de materiais que ocorre em diversas fases da obra como, por exemplo, na aquisição devido ao transporte, recebimento e armazenamento inadequado nos canteiros; na execução de construções, graças a projetos construtivos malfeitos, com especificações errôneas de materiais e detalhes e à falta de planejamento da execução da obra, resultando em improvisos, entre outras.

Quanto à geração de RCC no Recife, Valença et al. (2008) estimou em torno de 2.000 toneladas por dia. Mais recentemente, Silva et al. (2016) apontou que a geração aproximada era de 3.000 a 4.000 ton/dia de RCC. Nota-se, portanto, que a cidade acompanha o ritmo de crescimento nacional na produção de resíduos. Importante ressaltar que esses números referentes à coleta municipal envolvem apenas os resíduos que foram lançados ou abandonados em locais públicos. Assim, estima-se que a geração total de RCC no país ultrapasse a geração de resíduos sólidos urbanos (resultantes da atividade doméstica e comercial), tendo em vista que uma parte dos RCC é coletada por empresas privadas (SCREMIN et al., 2014). A elevada produção dos resíduos da indústria da construção civil é responsável por diversos impactos ambientais, sendo estes decorrentes de diferentes etapas, desde a exploração de recursos naturais até a deposição final dos resíduos.

2.3 Impactos ambientais

O setor da construção civil é responsável por significativo impacto ambiental. A exploração de recursos naturais para obtenção de matéria prima é um dos vários processos responsáveis pela geração de danos ao meio ambiente. Afinal, para a realização das obras é necessária a utilização de diversos recursos naturais como areia e argila, e o nível de consumo de matéria prima é diretamente proporcional à quantidade de obras realizadas. Nesse sentido, Santos (2015) aponta que a degradação ambiental no processo de extração, fabricação e/ou transporte dos recursos naturais, pode resultar em danos como a extinção e escassez de fontes e jazidas, aceleração da erosão, emissão de gases poluentes, contaminação da água e lençóis freáticos e aumento de ruídos.

Vale salientar, ainda, que a produção de materiais de construção a partir dos recursos naturais extraídos, também gera diversos impactos ao meio ambiente. Cita-se, como exemplo, a fabricação de tijolos e telhas. Para produzi-los, ocorrem danos à saúde humana e ao meio ambiente devido à emissão de CO₂, efluentes oriundos da limpeza de equipamentos, utilização de lenha e conseqüentemente desmatamento para a realização da queima dos materiais em forno, entre outros (FONSECA, 2018). Os impactos ambientais resultantes dos diversos processos da construção civil não se esgotam na exploração e manejo dos recursos naturais. Durante e após as obras outro problema é ocasionado, a geração de RCC. A maioria desses resíduos são, por vezes, dispostos em aterros sanitários, em locais não controlados ou inadequados como vias públicas, lixões etc.

A deposição irregular é uma das principais responsáveis pela geração de impactos ambientais. Ela pode gerar problemas de ordem estética, ambiental e saúde pública. Algumas das consequências são a poluição do solo, degradação da paisagem, obstrução de vias de tráfegos, criação de nichos ecológicos de vetores transmissores de doenças, entre outras (PASCHOALIN FILHO; GRAUDENZ, 2012; COSTA, 2012; MENDES; BECK, 2017). É possível perceber, portanto, que os danos ambientais resultantes do setor da construção civil não se limitam às obras. Trata-se de um fluxo de geração de desperdícios e impactos ambientais significativos ao meio urbano. Diversas leis e resoluções estão em vigor para orientar e disciplinar práticas mais sustentáveis no setor da construção civil. Elas revelam um esforço por parte do poder público para minimizar os impactos ambientais resultantes das atividades desse setor.

2.4 Gestão dos Resíduos da Construção Civil

No Brasil, a gestão dos RCC é uma imposição legal e, por isso, deve ser implementada e fiscalizada. A Resolução nº 307/2002 estabeleceu as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos Resíduos da Construção Civil (CONAMA, 2002). Ampliando o que foi determinado por esse dispositivo, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305, baseando-se no princípio da responsabilidade compartilhada estabelece que todos os agentes envolvidos na fabricação, distribuição, venda e consumo são responsáveis pelos resíduos (BRASIL, 2010). Em relação às empresas de construção civil, a PNRS (BRASIL, 2010) estabelece ainda que os planos de gerenciamento de resíduos a serem elaborados e implementados por essas devem atender ao disposto no plano municipal. Além disso, reforça a responsabilidade dessas empresas em gerenciar os resíduos desde a geração até a destinação final, desenvolvendo procedimentos e metas que visem à minimização da geração de RCC, a reutilização e a reciclagem, cabendo ao poder público, entre outras coisas, normalizar, orientar, controlar e fiscalizar a atividade dos geradores, garantindo a efetiva execução dos planos de gestão de cada empresa.

Reis et al. (2017) alerta que uma gestão ineficiente pode provocar vulnerabilidade dos rios próximos, danificações em edificações, poluição, insalubridades decorrentes da deposição incorreta, entre outros danos. Assim, o canteiro de obras que funciona gerido por um sistema de gestão eficiente, além de ser mais organizado e limpo, contribui para a melhoria da qualidade de vida no meio urbano. Para tanto, além do conhecimento de todas as normas e dispositivos legais, é necessário elaborar estratégias de acordo com o diagnóstico da realidade local (LOPES et al., 2018). Contudo, Leite et al. (2018) aponta que há desconhecimento da natureza desses resíduos e grande dificuldade em se estabelecer estimativas de geração, tratamento e disposição exata dos resíduos. Assim, é importante o desenvolvimento de pesquisas que busquem identificar o panorama de geração de resíduos em um lócus específico.

Apesar da existência de diversos trabalhos voltados à caracterização e quantificação dos RCC, grande parte dos diagnósticos visa subsidiar a elaboração de planos municipais de gerenciamento desses resíduos². Considerando que, conforme a legislação vigente, as construtoras também têm essa responsabilidade, este trabalho objetiva fornecer subsídios que fundamentem as tomadas de decisões nessas empresas para uma gestão eficiente. Para tanto, foram avaliadas a correlação entre a quantidade de resíduos gerados e características de cinco obras - duração, número de pavimentos e área construída - a fim de mensurar o nível de influência desses aspectos na produção de RCC.

3 METODOLOGIA

² Cf. FARIAS et al., 2016; DEBACKER; REZENDE, 2018; MEDEIROS et al., 2018.

A primeira etapa da pesquisa envolveu o levantamento das obras concluídas na cidade do Recife – PE, onde o critério para a seleção foi a existência de sistema de monitoramento da geração de RCC. A definição da amostra de obras foi baseada, ainda, na análise da compatibilidade das características entre estas, onde foi observado, por exemplo, a semelhança entre o padrão construtivo e as técnicas construtivas utilizadas. Todas as obras analisadas são verticais com finalidade residencial e já concluídas, sendo executadas por uma única construtora da cidade de Recife – PE, isto garante a observação dos mesmos procedimentos de planejamento e execução. Vale salientar ainda que todos os edifícios são de alto padrão e compostos de uma torre.

Foram solicitadas as planilhas de controle interno de resíduos à construtora em questão. De posse do quantitativo de RCC gerado nas obras, foi possível a criação de indicadores para analisar as correlações entre a geração total de RCC com a área construída (kg/m^2), número de pavimentos (kg/pav) e duração da obra ($\text{kg}/\text{mês}$). Vale salientar que o quantitativo de geração de RCC considerado é referente a toda a obra e não a uma etapa construtiva específica. As informações obtidas foram organizadas em um banco de dados em planilha eletrônica (Tabela 1), onde consta um resumo do levantamento das características construtivas das obras como a área construída, o número de pavimentos, duração da obra, entre outros.

Tabela 2. Características das obras analisadas

Obras	Área construída (m^2)	Nº de pavimentos	Duração da obra (meses)	Geração total de RCC (kg)	Índice (kg/m^2)	Índice (kg/pav)	Índice ($\text{kg}/\text{mês}$)
Obra 01	19.370,00	38	46	709.000	36,60	20.852,94	15.413,04
Obra 02	12.630,00	39	45	713.000	56,45	19.805,56	15.844,44
Obra 03	19.789,60	43	51	2.292.520	115,84	57.312,88	44.951,27
Obra 04	14.062,00	31	43	1.567.000	111,44	55.964,29	36.441,86
Obra 05	10.495,25	32	46	1.228.490	117,05	40.949,79	26.706,38

Fonte: Autora (2019)

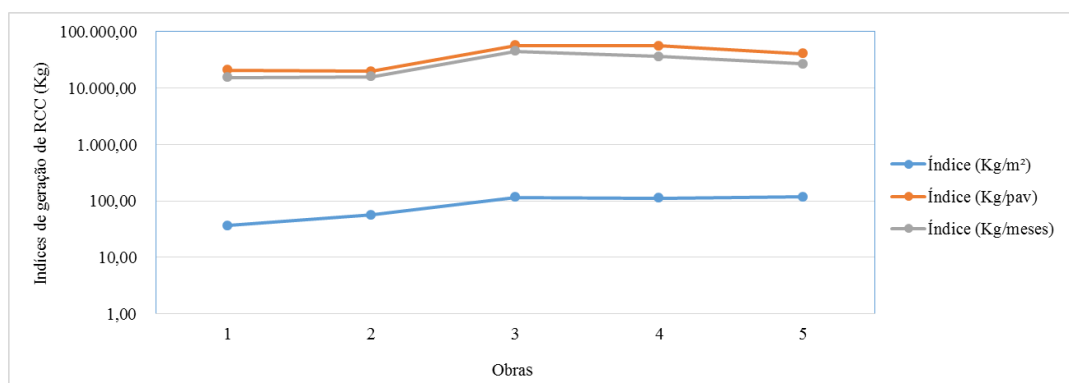
Para avaliação das correlações, o critério adotado é uma adaptação ao proposto por Bertol et al. (2013), onde o coeficiente de correlação (R^2) é obtido a partir das curvas geradas no software *Microsoft Office Excel*. Assim, se o coeficiente de correlação (R^2) estiver entre 0,00 e 0,29, a relação é considerada fraca; entre 0,30 e 0,59, moderada e, por fim, se estiver entre 0,60 e 1,00, é classificada como forte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise das 5 obras, obteve-se a caracterização da geração de RCC de acordo com a área construída, número de pavimento e duração da obra. A geração total de RCC está relacionada a estas características através dos indicadores criados a partir da divisão do quantitativo de resíduos pela área, número de pavimentos e duração da obra (Figura 1).

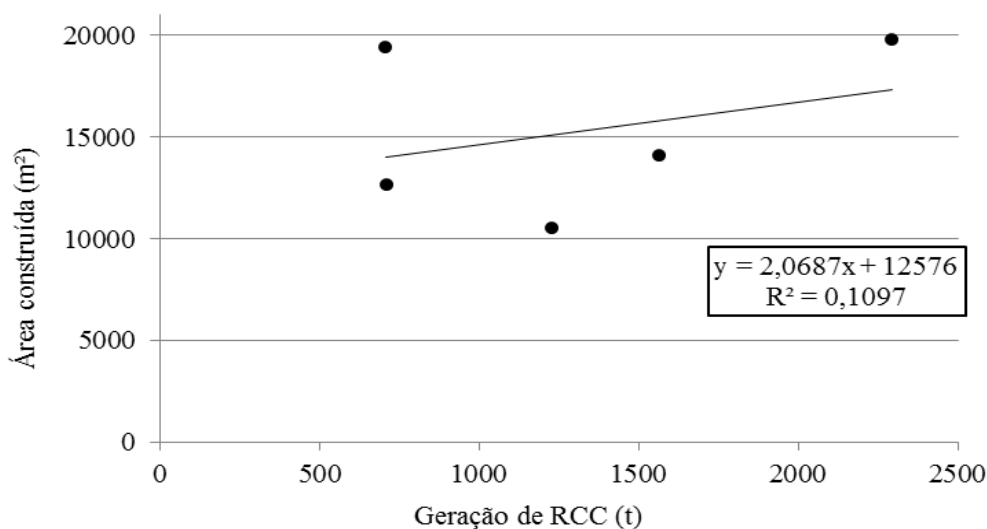
É possível observar que os índices encontrados das relações entre a geração de RCC, o número de pavimentos e a duração da obra possuem curvas semelhantes, sugerindo uma relação direta entre si. Este resultado também foi observado por Bertol et al. (2013). É possível observar a relação entre a geração total de RCC (t) e a área construída (m^2) (Figura 2).

Figura 1. Características das obras analisadas



Fonte: Autora (2019)

Figura 2. Geração de RCC por área construída

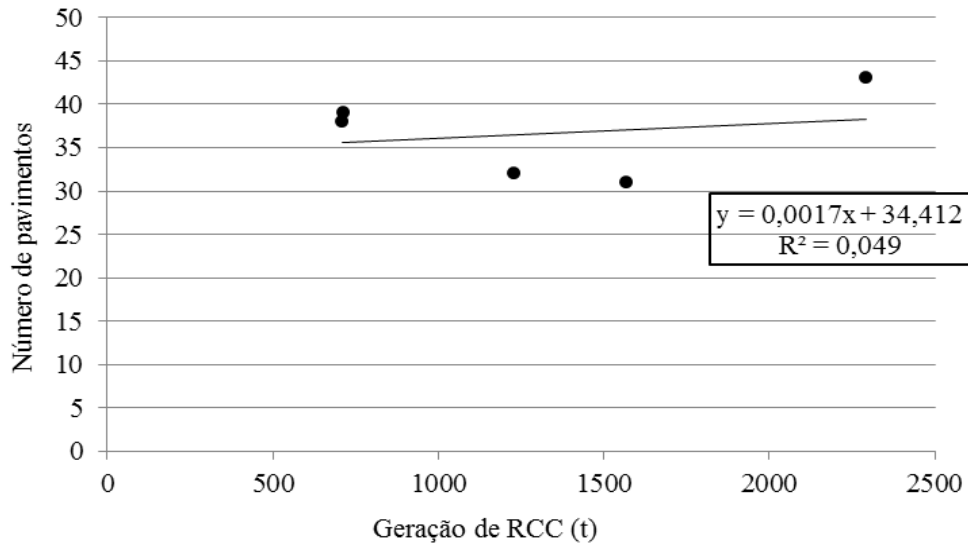


Fonte: Autora (2019)

Observa-se que a relação entre a geração de RCC e a área construída é classificada como fraca, já que o R^2 está entre 0,00 e 0,29. Verificou-se que a geração total de RCC não está diretamente ligada a maior área construída. As obras, ainda que apresentem um menor porte, podem ser responsáveis por uma intensa geração, a depender de fatores como características do projeto e controle das atividades. Assim, é preciso considerar o porte da obra de forma a utilizar o índice correto de geração de RCC (PAZ et al., 2018). Este resultado também foi observado por Bertol et al. (2013).

É possível analisar que não há como estabelecer uma relação direta entre a geração de RCC nas obras e o número de pavimentos (Figura 3). O coeficiente encontrado expressa a fraca correlação entre os dados.

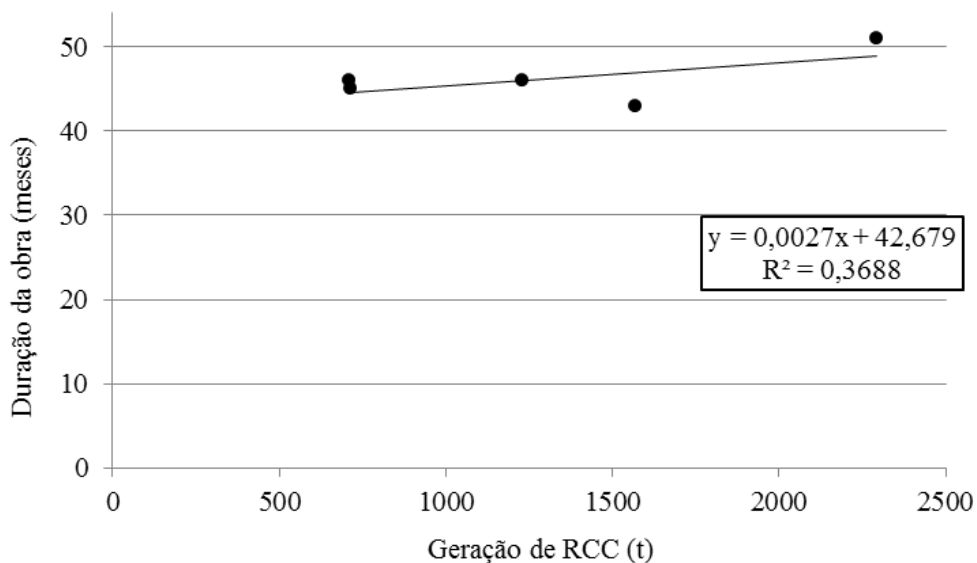
Figura 3. Geração de RCC por número de pavimentos



Fonte: Autora (2019)

Este resultado evidencia que uma obra com menor número de pavimentos pode gerar mais resíduos que uma obra com maior número de pavimentos. Isto pode ser decorrente de fatores como uma maior complexidade construtiva. Tem-se como exemplo uma obra com muitos pavimentos, mas poucas paredes internas, tendendo à menor utilização de materiais e geração de resíduos que outra obra com menor número de pavimentos e muitas paredes de vedação. Em relação à duração das obras (Figura 4), é possível verificar que há uma moderada correlação com a geração de resíduos total, pois apresenta um coeficiente de, aproximadamente, 0,37.

Figura 4. Geração de RCC por duração da obra



Fonte: Autora (2019)

Observa-se também que as obras 01 e 03 possuem duração e áreas semelhantes. Sendo 19.370 m² com duração de 46 meses na obra 01 e 19.789,60 m² em 51 meses na obra 03. Apesar disso, houve uma diferença na geração de resíduos de, aproximadamente, 1580 toneladas entre

as obras. Uma possível explicação para essa ocorrência está na defasagem de controle de geração de resíduos no processo de execução em cada uma das obras. Erros na execução do projeto que acarretam no retrabalho são um dos fatores responsáveis por esse resultado.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos pela análise das 5 (cinco) obras indicaram que as relações entre a geração de resíduos, a área construída e o número de pavimentos são classificadas como fracas (R^2 entre 0,00 e 0,29). Isso confirma que as obras, mesmo que apresentem menor porte, podem ser responsáveis por uma elevada geração de Resíduos da Construção Civil.

Em contrapartida, os coeficientes revelaram que a relação com o tempo de duração da obra é moderada. Assim, entre as obras analisadas, as que tinham áreas semelhantes – cerca de 19.500 m² - com variação de apenas cinco meses no tempo de conclusão, apresentaram uma diferença aproximada de 1580 toneladas de resíduos para a obra com maior duração. Dessa forma, é possível observar que o índice de geração de RCC por m² não deve ser o único parâmetro utilizado na elaboração de planos para a gestão dos Resíduos da Construção Civil.

A pesquisa demonstra ainda a necessidade de maior atenção por parte das construtoras no controle da qualidade das atividades das obras para a diminuição de erros que causam retrabalho e perdas durante o processo de execução, podendo acarretar no aumento da duração da obra, fator que apresentou moderada correlação com a geração total dos resíduos.

Em virtude desse diagnóstico, observa-se a importância da utilização de diversos índices de geração para a implementação de um plano de gestão eficiente dos RCC nas empresas geradoras para que haja contribuição com o gerenciamento adequado e, conseqüentemente para a preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, SP: ABRELPE, 74 p., 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004 - Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BAPTISTA JUNIOR, J. V.; ROMANEL, C. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. urbe, **Rev. Bras. Gest. Urbana, Curitiba**, v. 5, n. 2, p. 27-37, dez. 2013.

BERTOL, A. C. et al. **Análise da correlação entre a geração de resíduos da construção civil e as características das obras**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

BEZERRA, R. P. L. et al. **Avaliação do desperdício de materiais em obras de edificações**. In: Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos, V; Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos, III, 2016, Anais... Recife-PE.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília - DF, 2 ago. 2010.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, nº 136, 17 jul. 2002.

COSTA, R. V. G. **Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa**. 2012 68f. Dissertação (Mestrado em Pós-graduação em Engenharia Urbana e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB, 2012

DEBACKER, J. K.; REZENDE, G. B. M. Gestão de resíduos da construção civil no município de Primavera do leste-MT. **Estudo & Debate (Online)**, v. 25, p. 111-133, 2018.

FARIAS, A. B. et al. Diagnóstico de Gestão de Resíduos da Construção Civil no Município de Olinda. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 02, n. 01, p. 3-12, 2016.

FONSECA, L. O. **Avaliação de Impactos Ambientais Causados Pela Indústria Ceramista na Região de Monte Carmelo - MG**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica) - Universidade Federal de Uberlândia.

GONÇALVES, D. B. A gestão de resíduos da construção civil no município de Sorocaba-SP. REEC - **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 11, p. 15-26, 2016.

LEITE, I. C. A. et al. Gestão de resíduos na construção civil: um estudo em Belo Horizonte e região metropolitana. REEC – **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 14, n.1. p. 159-175, jan./jun. 2018.

LOPES, G. K. M. et al. Metodologia de avaliação da eficácia do gerenciamento dos resíduos da construção civil pela gestão pública municipal. **Revista Caminhos de geografia**, Minas Gerais, v. 19, p. 78-90, 2018.

MEDEIROS, C. R. et al. Resíduos da Construção Civil: cenário atual, planejamento e propostas para o município de Macaé-Brasil. **Revista Internacional de Ciências**, v. 8, p. 225-243, 2018.

MENDES, J. S.; BECK, C. G. Desafios das administrações municipais na implementação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos: o caso do Curimataú Paraibano. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, 2017.

MIOTTO, J. L. et al. Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, p. 39-48, 2015

MORAES, A. M. **Análise da normatização, gestão e destinação dos resíduos da construção civil: estudo de caso de três empresas**. 2018. Dissertação (Mestrado em Avaliação de Impactos Ambientais). Universidade La Salle.

PALAMIN, C. M. **Subsídios para elaboração de um plano de gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil em cidades de pequeno porte**. 2016. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 2016.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; GRAUDENZ, G. S. Destinação irregular de resíduos de construção e demolição e seus impactos na saúde coletiva. **RGSA: Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 6, p. 127-142, 2012.

PAZ, D. H. F. et al. **Diagnóstico da geração de resíduos da construção civil de obras da cidade do Recife**. In: VI Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos, 2018, Recife. Anais do VI Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos, 2018.

PEGORARO, V. et al. **Análise qualitativa e quantitativa dos resíduos da construção e demolição gerados na construção de uma rodovia do estado do Rio Grande do Sul**. In: 9º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 2018, Porto Alegre. Anais do 9º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. Porto Alegre: Instituto Venturi, 2018. v. 1. p. 1-9.

REIS, A.C. et al. Proposta de melhoria na gestão de resíduos em uma empresa de construção civil. **Revista Fatec Zona Sul**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 46-65, abr. 2017.

SANTOS, A.L. et al. Percepção da Legislação Ambiental, Gestão e Destinação Final dos RCC – Resíduos Da Construção E Demolição: Um Estudo De Caso Em Parnamirim/RN/Brasil. **HOLOS**, [S.l.], v. 2, p. 33-49, abr. 2015.

SANTOS, I. R. **Medidas para redução dos impactos ambientais gerados pela construção civil**. 2015. 96f. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

SCREMIN, L. B. et al. Sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição para municípios de pequeno porte. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 203-206, Jun. 2014.

SILVA, A. R.; CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C. **Análise das relações entre o uso de indicadores de desempenho e fatores contingenciais de empresas do setor de construção civil**. In: Congresso Brasileiro de Custos, 23, 2016, Anais...

SILVA, A. C. et al. **Avaliação da Adição de Resíduos de Construção Civil (RCC) para Estabilização de Solos Colapsíveis**. Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 18, 2016, Belo Horizonte, MG. Anais Belo Horizonte, MG. 2016.

SILVA, G. D. et al. **Reaproveitamento de Resíduos da Construção Civil em um Empreendimento na Região do Sudoeste da Bahia**. VI Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos e do IV Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos – Epersol. Recife, 2017.

VALENÇA, M. Z. et al. A degradação de corpos d'água e a deposição irregular de resíduos da construção civil na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil. **Revista Intertox de Toxicologia**, Risco Ambiental e Sociedade, V. 1, n. 1, p.45-57, out. 2008.

6.9 GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

SILVA, Luciana Cássia Lima da
Universidade de Pernambuco (UPE)
lucianacassialima_@hotmail.com

BATISTA, Júlia Maia
UPE
jmaibatista95@gmail.com

LAFAYETTE, Kalinny Patrícia Vaz
Grupo de Pesquisa de Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente da Universidade de Pernambuco
(AMBITECH/UPE)
klafayette@poli.br

SILVA, Thiago Augusto da
Grupo de Pesquisa de Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente da Universidade de Pernambuco
(AMBITECH/UPE)

RESUMO

A área da construção civil é de grande importância para redução do déficit habitacional (principalmente com residências populares do Programa Minha Casa, Minha Vida) que aceleram a economia. No entanto, se mal fiscalizadas, impactam negativamente o meio natural através da geração de resíduos. O objetivo desse estudo é observar a influência da implantação de uma metodologia de racionamento, na geração de resíduos da construção civil em obras populares. A geração do RCC foi analisada para 4 obras, de residências populares, em três etapas (fundação, estrutura e acabamento), com a influência do sistema produtivo e da metodologia de fundação. A obra 1 gerou mais resíduos (37%), com um tipo de fundação simples e área semelhante à obra 2, mas não possuía ferramenta de redução de RCC; a obra 2 (31%), mesmo tendo um sistema produtivo, possuía uma fundação especial aumentando a geração; a obra 3 (23%) comprova pela diminuição, a importância do tipo de fundação e do sistema Toyota e a obra 4 (9%) com menor área construída, menor quantidade de torres e um sistema produtivo consolidado. Observa-se a que a geração de resíduo é intensa e, se mal gerenciada, torna-se necessária gradativa entre todas as etapas de monitoramento.

PALAVRAS-CHAVE: Obras residenciais populares, gerenciamento de resíduos, resíduos de construção civil.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a área da construção civil é uma das mais importantes no crescimento econômico e social de um país, logo quando o setor não vai bem os efeitos são rapidamente percebidos na economia. Com a crise econômica que se instaurou no Brasil a partir de 2015, várias empresas do setor diminuíram suas demandas e/ou declararam falência. Esse agravante tornou desinteressante atuar no ramo, mas independente das circunstâncias, algumas empresas tiveram uma atitude diferenciada e aderiram a novas metodologias construtivas, possibilitando sua reinserção no mercado e a conquista de novos clientes. De forma a influenciar esse ambiente de inovação e reaquecer a economia brasileira o governo federal buscou intensificar a quantidade de obras de infraestrutura, atendendo as demandas habitacionais das classes menos favorecida. Um desses programas é o Programa Minha Casa, Minha Vida. Segundo França (2017), esse programa foi inserido para aumentar a aquisição de unidades habitacionais, com subsídios voltados para a melhoria de imóveis urbanos e rurais. É um instrumento legal de suma importância para reduzir o déficit habitacional, melhorar a economia e gerar empregos além de reaquecer o mercado da Construção Civil.

Como as obras do programa não eram de uma tipologia tão costumeira, as preocupações com os fatores ambientais não eram tão expressivas, faltando fiscalização e monitoramento dos problemas de proporção ambiental que estas obras traziam. Segundo Oliveira et al. (2018), um dos principais fatores preocupantes em obras é a geração de resíduos e o tratamento do mesmo, além do planejamento e gestão. Logo, é importante entender a realidade das obras realizadas para que seja feito um gerenciamento de qualidade. Em obras de cunho popular, o cuidado com a gestão de resíduos da construção civil tem que ser tão importante quanto em qualquer obra de grande porte, visto que a geração dos mesmos sem o devido cuidado pode ocasionar grandes problemas ambientais. Segundo Guedes et al. (2018), seus principais impactos estão relacionados ao manuseio e ao descarte irregular que pode interferir direta ou indiretamente na sustentabilidade local, além de trazer riscos a sociedade. Paz et al. (2019), relata que esses resíduos quando depositados em locais irregulares, podem agir como agravantes na proliferação de insetos e vetores transmissores de doenças, elevando o risco a saúde, além de atrapalhar a mobilidade, dificultar a drenagem e elevar a poluição atmosférica.

Percebe-se que obras populares podem ser grandes geradoras de resíduos sólidos e que, independente do porte, é importante gerenciar os mesmos de forma correta. Logo, busca-se observar a influência das obras populares na geração desses resíduos da construção civil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Programa Minha Casa, Minha Vida

A preocupação com o sistema habitacional da população brasileira é antiga, passando por várias modificações ao longo dos anos, através de alterações que vão desde o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941 até os dias atuais (BRASIL, 2009). Diante destas alterações, criou-se o Programa de Arrendamento Residencial (PAR) com a Lei Nº 10.188, de 12 de fevereiro de 2001 (BRASIL, 2001), instituindo o arrendamento residencial com opção de compra. Para Mello, Santos R. e Santos C. (2016) o PAR que fornece ao arrendatário a opção de, ao final do prazo de arrendamento, comprar o imóvel foi algo bastante promissor para o período. Esse foi o programa que antecedeu os moldes atuais que o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) têm-se pautado, e é considerado de grande importância, devido ao número de unidades contratadas. Usando como base o PAR para se fundamentar a criação do PMCMV foi oficializada a partir da lei de nº 11.977, de 07 de julho de 2009, com alterações com a Lei Nº 12.424, de 16 de junho de 2011, que de acordo o Art. 1º:

O Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV tem por finalidade criar mecanismos de incentivo à produção e aquisição de novas unidades habitacionais ou requalificação de imóveis urbanos e produção ou reforma de habitações rurais, para famílias com renda mensal de até R\$ 4.650,00 (quatro mil, seiscentos e cinquenta reais) (BRASIL, 2009).

Com isso o PMCMV está consolidado como um meio facilitador da população de baixa renda adquirir sua casa própria.

2.2 Resíduos da Construção Civil

Com o crescimento exorbitante que o mercado da construção civil experimentou nas últimas duas décadas, as bases que sustentam o seu desenvolvimento tiveram que prover cada vez mais essa crescente demanda (OLIVEIRA NETO; CORREIA, 2018). Um dos campos que mais contribuiu, e que ainda contribui, para suprir essa demanda foi o de produção de matéria prima, de longe o que mais afeta negativamente o meio natural (RODRÍGUES-ROBLES et al., 2015).

Segundo Brasileiro e Matos (2015), a indústria da construção é a que mais consome recursos naturais no mundo, com percentuais variando entre 41% e 70% de todos os recursos naturais em massa consumidos. Essa alta consumação de matéria prima terá graves consequências para o meio ambiente tanto no seu início, com destruição de biomas e poluição atmosférica, como no fim de seus processos, com a geração desenfreada de resíduos (MACEDO; FUCALE; FERREIRA, 2016). Esses resíduos da construção civil (RCC) podem ser descritos como todos e quaisquer restos, sobras ou descartes de materiais provenientes de atividades executadas pela indústria da construção civil (GHOSH, Sadhan; GHOSH, Sannidhya, 2016). Segundo Paz e Lafayette (2016), era estimada uma geração de 70 milhões de toneladas de RCC, ao fim do ano de 2017, evidenciando as alarmantes taxas de geração associadas a indústria no país e o quanto o meio natural tem sido impactado para compatibilizar esse volume imenso de geração.

Com a crescente geração dos RCC as empresas do setor e órgãos públicos competentes, perceberam a necessidade de observar os processos de geração e os impactos ambientais oriundos dos mesmos, na tentativa de desenvolver e fornecer medidas para reduzir este processo (SILVA; MATOS; FISCILETTI, 2017). Vale salientar que já há políticas para fiscalização dos resíduos da construção, tornando os geradores responsáveis pelos resíduos das atividades voltadas à construção civil, assim como a elaboração e implementação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil (PGRCC) (SILVA; BIERNASKI, 2018). A elaboração desse plano tem o intuito de deixar evidenciado para as prefeituras locais o volume de resíduos gerado durante as diversas fases de implementação do empreendimento, tendo como base a sua área construída, materiais utilizados e volume de solo movimentado; para que melhor seja feito o controle do que foi previsto e do que está sendo gerado.

Segundo Leite et al. (2018), para o planejamento e execução desse projeto, é necessário procurar investigar se há uma política da qualidade na empresa e, caso não haja, como implementar essa política. A deficiência no planejamento e no seu controle e acompanhamento estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor da construção, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade de seus produtos, o que acaba trazendo consequências desastrosas para uma obra e, por extensão, para as empresas que a executam. Segundo Castro (2012), a própria geração dos RCC também pode ser considerada uma consequência de uma dessas deficiências de planejamento, que vão desde fatores como fiscalização e monitoramentos deficientes, como mão de obra pouco qualificada ou mal treinada. Através de seu estudo Ikau, Joseph e Tawie (2016) demonstraram que os fatores nível de conhecimento e

vivência/experiência dos funcionários tem alto grau de contribuição para a geração desses resíduos.

A geração de grandes quantidades de resíduos e sua gestão deficiente coloca o ramo da construção civil no centro das discussões sobre a sustentabilidade, temática essa que tem ganhado bastante notoriedade nos últimos anos (LLATAS, 2013; RAM; KALIDINDI, 2017). Desse modo, buscam-se maneiras e ações para a diminuição dos impactos negativos, contribuindo para ampliar a qualidade do meio ambiente, como a viabilização de procedimentos de reutilização e reciclagem dos RCC nas mais diversas aplicações (SILVA, 2015; RAHGOZAR; SABERIAN; LI, 2017).

3. METODOLOGIA

A fase inicial do estudo foi delimitar que parâmetros relacionados à geração de RCC nas obras seriam analisados garantindo a capacidade de comparação entre os dados de cada uma. Em seguida, foi realizada a coleta de dados que buscaram obras realizadas, conforme o PMCMV. O número final de obras analisadas foi determinado de acordo com a disponibilidade das empresas em fornecer informações sobre a geração de RCC.

As obras selecionadas pertencem a uma mesma empresa construtora, que possui atuação marcante no estado de Pernambuco para essa tipologia de empreendimento nos últimos cinco anos. A construtora em questão possuía certificação da ISO 9001. SiAC/ PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) Nível A, tornando o empreendimento um padrão popular de excelência. Os dados foram obtidos a partir dos relatórios mensais de geração de resíduos fornecidos pela construtora. Ao total foram analisados dados de quatro obras distintas, com a mesma tipologia (Tabela 1).

Tabela 1 – Relação descritiva dos parâmetros estudados

Obra	Área Const. (m ²)	Fundação	Nº Torres	Nº Pav/Torre	Total De Aptº	Conclusão Da Obra
1	13770,06	Radier	16	4	256	6 meses
2	13666,08	Radier/Radier estaqueado	16	4	256	8 meses
3	13374,40	Radier	20	4	320	7 meses
4	11891,91	Radier/Radier estaqueado	11	4	176	6 meses

Fonte: Autores (2019).

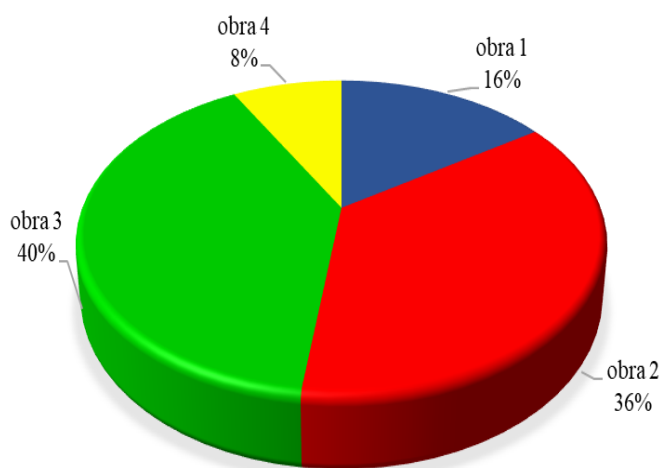
Os dados de geração de resíduos foram subdivididos em três etapas construtivas: fundação, estrutura e acabamento. Como a empresa adotou o Sistema Toyota, conjunto de processos que tem como objetivo tornar a execução das obras semelhantes a fábricas diminuindo seu tempo improdutivo e seu desperdício, foi possível acompanhar a evolução de cada etapa. A adoção desse sistema organizou o andamento das obras da seguinte maneira: para o início de cada etapa do sistema construtivo, foi necessário se alcançar metade da compleição da etapa anterior, ou seja, para se iniciar a etapa de estrutura, a etapa de fundação tinha que ter alcançado seu estado intermediário e assim sucessivamente até a etapa de acabamento.

Os dados foram analisados em função da quantidade gerada, em kg, e dos tipos RCC transportados, sendo possível relacionar os mesmos: as tipologias de fundações; ao tempo de duração de cada etapa (fundação, estrutura, acabamento e entrega.) e da obra comum todo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada a utilização de fundações radier, nas obras 1 e 3, e mistas, nas obras 2 e 4 (Radier Estaqueado). Ao se analisar as obras na etapa de fundação, foi possível observar o quanto um determinado tipo de metodologia, empregada na concepção da mesma, pode influenciar na geração do RCC. Isto é facilmente percebido nos empreendimentos que fizeram uso da solução do tipo Radier que gerou cerca de 56% do total de resíduos para essa etapa (Figura 1).

Figura 1 – Geração de resíduos na etapa de fundação



Fonte: Autores (2019).

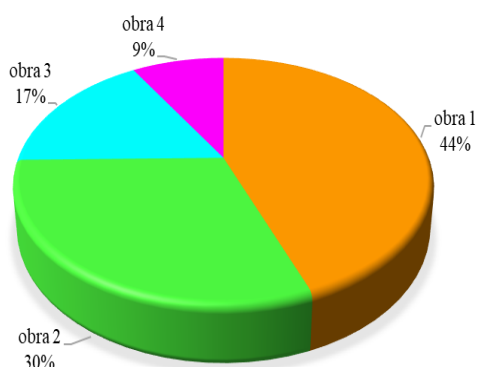
A obra 3, que utilizou no seu processo essa metodologia, gerou cerca de 99.710 kg de RCC nos 7 meses para sua conclusão, um valor bastante elevado, porém esperado, visto que esse foi o empreendimento com o maior quantitativo de torres a serem construídas (N=20). A obra 1 que também utilizou do Radier obteve 39.009 kg de RCC gerados, possuindo apenas 4 torres a menos (N=16), o que sugere uma melhor compatibilização com o Sistema Toyota.

A obra 4, que obteve os menores valores para a geração, 20.147 kg, surge como surpresa pois apesar de possuir o menor quantitativo de área construída, possuía uma metodologia mais complexa de fundação (Radier Estaqueado), sendo esperados valores relativamente mais elevados. Resultados opostos foram obtidos para a obra 2, que apresentou geração de 91.077 kg cerca de 4,5 vezes maior que a da obra 4, apesar da área construída ser apenas 11,08% maior. Os resultados de geração para essa etapa estão em concordância as áreas totais de cada empreendimento, essa interferência direta na taxa de geração de RCC foi percebida também nos estudos de Paz et al. (2018) e Silva et al. (2019), indicando que o parâmetro área construída tende a apresentar valores mais elevados para a geração de RCC do que o padrão construtivo.

A estrutura de todos os empreendimentos utilizou a mesma metodologia construtiva para essa etapa, as estruturas de paredes de concreto moldadas “in loco”, técnica que vem ganhando bastante destaque no setor devido à velocidade de execução e as reduções na geração de RCC associadas a sua implantação. Para essa etapa é possível verificar que os percentuais de geração são bastante adversos se comparado com os resultados da etapa de fundações (Figura 2). Aqui

nessa fase é facilmente perceptível o avanço em relação à aplicação do Sistema Toyota e a redução em geração que foi alcançada de forma sucessiva nas obras de 1 a 4.

Figura 2 – Geração de resíduos na etapa de estrutura



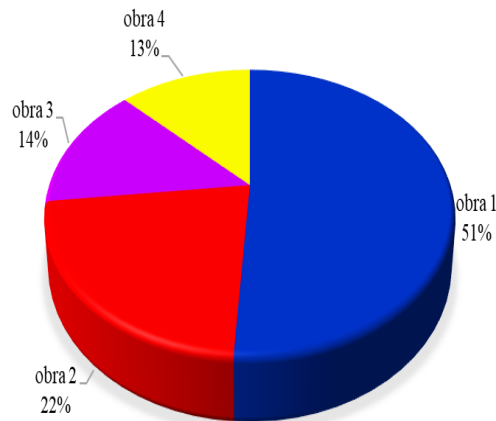
Fonte: Autores (2019).

O primeiro empreendimento a chegar nessa etapa construtiva foi a obra 1, que apesar de ter seu tempo de conclusão relativamente rápido (6 meses), quando comparado com os outros empreendimentos com o quantitativo de área construída similar, sua taxa de geração foi de 12,41 kg/m², o maior valor para todas as obras analisadas. Ao serem comparadas com a obra 3 (4,83 kg/m²), que possuía um quantitativo maior de torres construídas, apesar de uma área total similar, a discrepância entre resultados é muito grande, cerca de 3 vezes maior para a taxa de geração de resíduos, denotando uma melhor compatibilização dos processos do Sistema Toyota para a obra 3.

A obra 2 foi a que mais demorou para ser finalizada (8 meses) e a segunda que mais gerou RCC para a etapa de estrutura, cerca de 118.075 kg. Essa grande variação entre obras tão similares, tanto para o parâmetro área construída quanto para a tipologia construtiva, pode ser explicada pela experiência que a construtora possuía com a aplicação do Sistema Toyota, ou seja, a medida que as obras foram sendo executadas, o sistema foi cada vez mais se consolidando na metodologia de trabalho dos funcionários, fato facilmente percebido para as obras 1 e 2 quando comparadas com a obra 3. Na fase de acabamento, a última de grande movimentação para finalização do empreendimento, o nível de informação dos funcionários e horas vivência para o Sistema Toyota pode ser facilmente notado para os percentuais de geração observados para as obras (Figura 3). No geral os resultados de geração de RCC dessa etapa foram os mais baixos para todas as anteriores, com o valor máximo de 86.638 kg para a obra 1, que sozinha representou mais da metade de todo o quantitativo de resíduos gerados para essa etapa (51%). A obra 4, como esperado, obteve o mínimo (22.055 kg) se confirmando como o empreendimento de menor geração para todas as etapas.

Como na etapa da estrutura, as primeiras obras a entrarem em uma nova fase tendem a demonstrar na geração de RCC os reflexos dessa adaptação inicial, fato que foi observado somente para a obra 1 nessa fase. Os demais empreendimentos demonstraram melhora considerável. Isso foi observado conforme a adaptação dos funcionários, que foi evidenciada pelo fluxo de informações que circulava na obra com a prévia descrição de quais serviços seriam executados no dia.

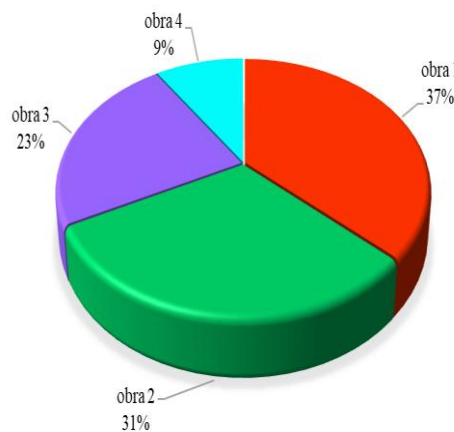
Figura 3 – Geração de resíduos na etapa de acabamento



Fonte: Autores (2019).

Outro fator que influenciou para estabilização dos resultados da geração nas obras 2, 3 e 4 foi o controle do fluxo de materiais no canteiro que, foi totalmente adaptado nos moldes do Sistema Toyota. A adaptação se deu de forma a instruir o almoxarifado a distribuir somente os kits de materiais e equipamentos necessários para o dia, tornando possível o funcionário utilizar a quantidade devida, dificultando assim as perdas. Caetano, Selbach e Gomes (2016), encontraram taxas de geração de RCC para fase de acabamento, bastante similares em seu estudo, com 90 casas de função residencial popular, ou seja, obras com a mesma função social que as obras do PMCMV. Analisando o comparativo do quantitativo total gerado por todas as obras (Figura 4), observa-se que a obra 1, com um total de 299591 kg, foi a maior geradora de resíduos e, como esperado, a obra 4, com 75294kg, foi a menor geradora. Tornando imediato o entendimento do quantitativo da obra 4, resultado majoritariamente ligado a experiência desenvolvida pelo operariado nas diretrizes do Sistema Toyota, durante a execução de todos os empreendimentos.

Figura 4 – Contribuição total de resíduos gerados para cada obra



Fonte: Autores (2019).

Os valores de geração foram crescentes com a ordem de execução de cada obra crescendo da 1 a 4, mostrando que para o presente estudo a aplicação de uma metodologia de controle

produtivo teve mais influencia na geração de resíduos do que parâmetros como o tempo de execução e área construída, indo em contramão as postulações de Silva et al. (2019) e Paz et al. (2018). Os valores totais para as taxas de geração de RCC de cada obra foram de 21,75 kg/m², 18,15 kg/m², 14,16 kg/m² e 6,33 kg/m². Todos esses valores se apresentaram muito inferiores aos valores indicados como de referência para a Empresa Metropolitana de Limpeza Urbana do Recife (EMLURB, 2006) que estima uma taxa de geração de 75 kg/m² para a construção total de um empreendimento na cidade do Recife. As taxas de geração de resíduos encontradas na literatura para construção de obras residenciais tendem a ser bastante elevadas em relação aos valores estimados pela Emlurb. Isso se deve em parte ao padrão construtivo analisado, que tende a ser de obras residências de alto investimento, e também a prerrogativa de que o índice apresentado pela Emlurb foi gerado com base em um tipo específico de obra, denotando a inexatidão do índice para comparação para as obras analisadas.

5. CONCLUSÕES

Os valores obtidos por meio da avaliação das quatro obras do estudo indicaram que os empreendimentos geram resíduos de acordo com vários fatores externos e intrínsecos a tipologia construtiva, a metodologia executiva e a adoção de sistemas de racionalização produtiva, além de fatores físicos como a área construída. Foi possível determinar que dentre os parâmetros de influência na geração dos RCC a área construída apresenta ligação direta com a quantidade final gerada, mas sofre influência de fatores como a metodologia usada para sua execução, fato evidenciado para os sistemas de fundação do tipo de Radier e Radier Estaqueado.

Os resultados das fases intermediária e final da análise, estrutura e acabamento, mostraram o quanto a implantação de uma metodologia de racionalização (Sistema Toyota) interferiu positivamente na taxa de geração de RCC (kg/m²). As obras que foram sendo executadas por último apresentaram redução considerável nas taxas de geração, a exemplo da obra 3 que foi de maior geradora, na etapa de fundação, para uma das menores nas etapas subsequentes. Portanto, é preciso buscar sistemas ou metodologias de racionalização semelhantes ao Toyota, que possam ser aderidos à etapa de fundação, para que toda a execução da obra esteja trabalhando em função da redução de resíduos, conseqüentemente, diminuindo os possíveis impactos ambientais relacionados.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 10.188, de 02 de fevereiro de 2001. Cria o Programa de Arrendamento Residencial, institui o arrendamento residencial com opção de compra e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02 fev. 2001. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10188compila_da.htm > Acesso em: 05 abr. 2019.
- BRASIL. Lei nº 11.977, de 07 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 jul. 2009. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2007-2010/2009/Lei/L11977.htm >. Acesso em: 05 abr. 2019.
- BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**[online], v. 61, n. 358, p. 178-189, 2015.
- CAETANO, M. O.; SELBACH, J. B. O.; GOMES, L. P. Composição gravimétrica dos RCD para a etapa de acabamento em obras residenciais horizontais. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 2, p. 51-67, 2016.
- CASTRO, M. A. O.; . **Avaliação dos sistemas de gestão de resíduos sólidos dos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão**. 2012. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.
- EMLURB – Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana. **Diretrizes para elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)**. Recife, 2006. Acesso em:

- <<http://www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/diretrizes-pgrcc.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2018.
- FRANÇA, K. C. B.. Os gargalos para a provisão habitacional em municípios de pequeno porte: análise do programa Minha Casa, Minha Vida. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 7, n. 3, p. 325-339, 2017.
- GHOSH, Sadhan K.; GHOSH, Sannidhya K. Construction and Demolition Waste. In: WONG, J.W.C.; SURAMPALLI, R.Y.; ZHANG, T.C.; TYAGI, R.D.; SELVAM, A. (Org.). **Sustainable Solid Waste Management**. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2016. p. 511-547.
- GUEDES, F. L.; GUSMÃO, A. C. S.; SILVA, R. S. O.; VASCONCELOS, H. M. S. Gerenciamento de resíduos da construção civil (RCC): estudo de caso das ecoestações para pequenos geradores, Recife-PE. In: MELLO, D. P.; EL-DEIR, S. G.; SILVA, R. C.; SANTOS, J. P. O. **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada**. Recife: EDUFRPE, 2018.
- IKAU, R.; JOSEPH, C.; TAWIE, R. Factors influencing waste generation in the construction industry in Malaysia. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 234, p. 11-18, 2016.
- LLATAS, C. Methods for estimating construction and demolition (C&D) waste. In: PACHECO-TORGAL, F.; TAM, V.W.Y.; LABRINCHA, J.A.; DING, Y.; BRITO, J. (Ed.). **Handbook of recycled concrete and demolition waste**. 1a. ed. Cambridge, UK: Elsevier, 2013. 646 p. ISBN 978-0-85709-690-6.
- LEITE, I. C. A.; DAMASCENO, J. L.; REIS, A. M.; ALVIM, M. Gestão de resíduos na construção civil: um estudo em belo horizonte e região metropolitana. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 14, n. 1, 2018.
- MACEDO, M. C.; FUCALE, S. P.; FERREIRA, S. R. M. Geomechanical Behavior of Soil Mixtures with Tire Residues and Construction and Demolition Waste. **The Electronic Journal of Geotechnical Engineering**, v. 21, p. 6393-6410, 2016.
- MELLO, S. P. T.; SANTOS, R. E. N.; SANTOS, C. S. Política habitacional social: estudando a satisfação dos arrendatários originais do programa de arrendamento residencial-par no sul do brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação (Brazilian Journal of Management & Innovation)**, v. 4, n. 1, p. 112-131, 2016.
- OLIVEIRA, F. M.; MEDEIROS, I. S.; DANTAS, M. S.; CLEMENTE, T. S. Geração, coleta e destinação dos resíduos sólidos no município de Lagoa de Dentro – PB. In: MELLO, D. P.; EL-DEIR, S. G.; SILVA, R. C.; SANTOS, J. P. O. **Resíduos Sólidos: gestão pública e privada**. Recife: EDUFRPE, 2018.
- OLIVEIRA NETO, G. C.; CORREIA, J. M. F. Environmental and economic advantages of adopting reverse logistics for recycling construction and demolition waste: A case study of Brazilian construction and recycling companies. **Waste Management & Research**, v. 37, n. 2, p. 176-185, 2019.
- PAZ, D. H. F.; LAFAYETTE, K. P. V. Forecasting of construction and demolition waste in Brazil. **Waste Management & Research**, v. 34, n. 8, p. 708-716, 2016.
- PAZ, D. H. F.; VIEIRA, C. R.; LAFAYETTE, K. P. V.; SOBRAL, M. C. Diagnóstico da geração de resíduos da construção civil de obras da cidade do Recife – PE. In: EL-DEIR, S. G.; SANTOS, J. P. O.; SILVA, R. C. P.; MELLO, D. P. (Org.). **Resíduos Sólidos: impactos socioeconômicos e ambientais**. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 77-88.
- PAZ, D. H. F.; XIMENES, T. C. F.; HOLANDA, M. J. O.; LAFAYETTE, K. P. V. Impactos ocasionados pela deposição irregular dos resíduos de construção e demolição no município de Paulista – PE. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; GIOVANETTI, S. **Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas**. Recife: EDUFRPE, 2019.
- RAHGOZAR, M. A.; SABERIAN, M.; LI, J. Soil stabilization with non-conventional eco-friendly agricultural waste materials: an experimental study. **Transportation Geotechnics**, v. 14, p. 52-60, 2018.
- RAM, V. G.; KALIDINDI, Satyanarayana N. Estimation of construction and demolition waste using waste generation rates in Chennai, India. **Waste Management & Research**, v. 35, n. 6, p. 610-617, 2017.

RODRÍGUES-ROBLES, D.; GÁRCIA-GONZALES, J.; JUAN-VALDÉS, A.; POZO, A. M. M.; GUERRA-ROMERO, M. I. Overview regarding construction and demolition waste in Spain. **Environmental Technol.** v. 36, p. 3060-3070, 2015.

SILVA, C. L.; BIERNASKI, I. Planejamento e gestão de resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso na região metropolitana de Belo Horizonte à luz da PNRS. **Gestão & Regionalidade.** v. 34, n. 101, p. 184-199, 2018.

SILVA, D. B. P.; PESSOA, R. G. A. Q.; SANTOS, C. R. B.; LAFAYETTE, K. P. V. Resíduos da construção civil: Análise dos impactos provenientes do regime de execução do projeto. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). **Resíduos Sólidos: impactos socioeconômicos e ambientais.** Recife: EDUFRPE, 2019. p. 325-335.

SILVA, F. C. **Estudo sobre o gerenciamento de resíduos em empresas da construção civil.** Alegrete: UNIPAMPA. 2015. 82 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pampas, Alegrete, 2015.

SILVA, L. R. M.; MATOS, E. T. A. R.; FISCILETTI, R. M. S. Resíduo sólido ontem e hoje: evolução histórica dos resíduos sólidos na legislação ambiental. **AREL FAAR – Amazon’s Research and Environmental Law,** v. 5, n. 2, p. 126-142, 2017.

6.10 GESTÃO DE RESÍDUOS NO ÂMBITO DA CONSTRUÇÃO CIVIL; ESTUDO EM RECIFE – PE

PEDROSA, Aléssia de Albuquerque

Universidade de Pernambuco (UPE)

a.lessia@hotmail.com

LINS, Eduardo Antonio Maia

Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP)

eduardo.maia@unicap.br

EL-DEIR, Soraya Giovanetti

Grupo de Gestão Ambiental de Pernambuco da Universidade Federal Rural de Pernambuco

(Gampe/UFRPE)

sorayageldeir@gmail.com

RESUMO

A indústria da construção civil é intimamente atrelada à economia de um país. O Brasil, mesmo diante da crise econômica recente, recebe influência direta desse setor na geração de empregos e infraestrutura. Todavia, é um setor caracterizado por causar diversos impactos ambientais, seja pelo consumo significativo de recursos naturais não renováveis, seja pela intensa geração de resíduos, pela sua falta de manejo ou destinação inadequada. As informações disponíveis sobre os resíduos da construção civil permitem confirmar a gravidade dos danos gerados ao meio ambiente e à sociedade, quando lançados em locais inapropriados. Na tentativa de mitigar esses impactos, foram criadas legislações ambientais que buscam disciplinar o uso, a produção e o destino destes. Alinhando essas informações, este trabalho tem o intuito de analisar o ciclo produtivo vigente, como funciona a execução de um plano de gerenciamento de resíduos utilizando um estudo de caso numa obra de médio porte no município de Recife – PE, além de identificar as desconformidades existentes diante de um modelo de gerenciamento adequado no âmbito da construção civil, compatível com a legislação e aplicabilidade comprovada.

PALAVRAS-CHAVE: Obra, Lixo, Adequação, Legislação Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil participa significativamente do plano socioeconômico de um país. No Brasil, além de gerar emprego, promover renda e estar atrelada ao desenvolvimento de infraestrutura, contribui diretamente com o PIB (produto interno bruto) nacional. De acordo com os dados da Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (ABRAMAT, 2016), a cadeia produtiva da construção civil, participou em 8,32% do PIB nacional em 2015, onde gerou 12 milhões de empregos diretos e indiretos, situação que ocorreu mesmo durante uma crise econômica. Apesar de representar um dos pilares do desenvolvimento da sociedade, a construção civil é responsável pelo elevado consumo de recursos naturais e também por grande parcela da geração de resíduos. Com a continuidade desse processo ao longo dos anos e após previsões que alertavam sobre a possibilidade de comprometer o ecossistema, surgiu a preocupação com a preservação ambiental (MEDEIROS et al., 2019).

A temática ambiental emerge como um grande desafio para a sociedade moderna, onde o modelo de vida adotado está em confronto com a subsistência do ecossistema. Honda (2016) defende que diante desse cenário o setor da construção civil passa por intensa reflexão e mudança de paradigmas, no sentido de buscar o uso mais racional, eficiente e de maior desempenho de materiais e sistemas construtivos, visando reduzir os impactos negativos e potencializar os impactos positivos no meio ambiente e na sociedade, de forma equilibrada com a expectativa de resultados econômicos deste setor. Haja vista que toda obra gera resíduos, a política de “resíduo zero” se torna algo inalcançável. Nessa circunstância, a gestão dos resíduos da construção e demolição visa basicamente redução, reutilização ou reciclagem da quantidade de resíduos gerados na obra. Os benefícios advindos da prática de uma boa gestão vão além do ganho ambiental e apresentam também vantagens no plano financeiro, onde os custos relativos a gerenciamento, transporte e destino são minimizados (NAGALLI, 2014).

Nessa conjuntura, Vazquez, Brandão e Castro (2016, p.1), defendem que “trata-se de uma proposta para a evolução da construção civil, formada não somente pelos critérios de estética, mecânica e custo, mas principalmente pelas qualidades ecológicas dos materiais e técnicas construtivas sustentáveis”. Dessa forma, além de verificar as desconformidades existentes no processo aplicado atualmente, é importante designar formas de gerenciamento mais adequadas, em compatibilidade com as legislações vigentes. Assim, o intuito desse trabalho consiste em identificar a aplicabilidade de um modelo de gestão de resíduos no âmbito da construção civil, mediante estudo bibliográfico e com a utilização de um estudo de caso, reconhecendo as principais etapas no gerenciamento desses resíduos, para verificar a presença de discordâncias e indicar meios mais eficazes e eficientes de executar todo o processo em questão, observando sua conformidade com as normas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A contribuição da indústria da construção civil na geração de resíduos

De acordo com Da silva C. A. e Santos, (2018, p.134), “ A construção civil, nos últimos anos, fomentou o mercado nacional, devido a sua alta representatividade econômica. Apesar da queda, a indústria da construção civil segue sua função, promovendo o desenvolvimento e crescimento do país com a execução das obras”, e, conseqüentemente, com a intensa geração de resíduos. A Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), define o resíduo da construção civil (RCC) como sendo considerado como o entulho gerado derivado de atividades associadas à construção, envolvendo reformas, reparos e demolições, por isso é frequentemente conhecido também como resíduo da construção e demolição (RCD), sem desconsiderar aqueles resultantes da preparação e escavação de terrenos. Para Barros (2017), os resíduos, seja doméstico, industrial, hospitalar ou proveniente da construção civil são produzidos em todos os estágios pelas atividades humanas. Os resíduos perigosos rejeitados, sobretudo pela construção civil, são preocupantes, pois, quando descartados incorretamente, tornam-se uma grave ameaça ao meio ambiente.

Além da grande geração de entulhos, a extração de recursos naturais como a madeira, metais, areia, pedras entre outros, para construção civil tem afetado cada vez mais o equilíbrio do meio ambiente, pois a grande maioria não são renováveis assim a preocupação ambiental vem surgindo crescentemente (COUTO; BARBOSA; CAMPOS, 2018, p. 177).

De modo geral, os resíduos ainda apresentam aspectos qualitativos e quantitativos como resultados de alguns fatores. Assim, para Pinto, Melo e Notaro (2016, p.3), “a geração de resíduos na construção civil varia de acordo com a localidade, com o método construtivo, com a disponibilidade de matéria-prima local, com a densidade demográfica, entre outros fatores peculiares que interferem no tipo e no volume de RCC”. Contudo, de forma ampla, a expressa contribuição de RCD sobre os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) revela a necessidade de mudança no manejo dos resíduos de construção. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015) divulgou, em seu Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, que a participação dos RCD corresponde a mais da metade dos RSU coletados no Brasil ao longo dos anos.

Os diversos problemas resultantes das ações antrópicas, têm gerado um desequilíbrio ambiental resultando assim em enchentes, desastres ecológicos e a falta de recursos naturais, pode-se assim dizer que o desenvolvimento sustentável veio com o intuito de resolver esses problemas atuais e garantir esses recursos que nosso planeta oferece para as futuras gerações (COUTO; BARBOSA; CAMPOS, 2018, p. 177).

Esse cenário evidencia a necessidade de implantação e eficiência na execução de um modelo construtivo que vise alcançar o desenvolvimento sustentável. É válido destacar a importância do foco ser voltado para os resíduos da construção, visto que o gerenciamento do canteiro de obras, apesar da legislação vigente, é um exemplo das atividades mais negligenciadas nesse contexto (OLIVEIRA JUNIOR; PEREIRA; COSTA, 2018).

2.2. Legislação

A problemática dos resíduos é de suma relevância, uma vez que com o aumento da geração desses resíduos ocorre uma poluição ambiental desordenada diante de um gerenciamento incorreto. Nesse contexto, a legislação ambiental surge para estabelecer a questão dos resíduos sólidos no ordenamento jurídico, onde esses resíduos são regulados por

resoluções, leis, decretos e normas técnicas. O início da introdução da questão ambiental no ordenamento jurídico ocorreu com a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) através da Lei nº 6.938 de 1981 e regulamentada pelo Decreto nº 99.274 de 1990. De acordo com Amado (2013), a PNMA constituiu um dos maiores avanços da legislação ambiental brasileira, vez que este foi o primeiro diploma legal que tratou o meio ambiente como um todo, não regulando de maneira fragmentária determinados recursos ambientais. No entanto, apenas na Lei 12.305 é regulamentada a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), a qual dispõe sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Outra ferramenta que auxilia na normatização dos resíduos da construção civil é a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), a qual prevê a responsabilidade compartilhada, além do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC), que integra as questões de gerenciamento dos resíduos no poder público, através do Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e o do privado, diante do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). Essa resolução sofreu algumas alterações recentes, as quais modificaram a classificação de alguns resíduos, como o amianto que passou a ser considerado perigoso e o gesso que passou a ser passível de reciclagem e reutilização. Ademais estabeleceu áreas de transbordo e triagem de RCC, bem como definiu o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil.

Além desses instrumentos de legislação, existem algumas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que possuem função relevante na gestão dos resíduos. Dentre elas encontram-se as NBR 10.004 (ABNT, 2004), NBR 15.112 (ABNT, 2004), NBR 15.113 (ABNT, 2004), NBR 15.115 (ABNT, 2004), NBR 15.116 (ABNT, 2004), as quais classificam os resíduos por sua característica, promovem a orientação para separação, manejo e transporte desses, estabelecem diretrizes para projetos, implantação e operação de aterros de resíduos inertes, além de definir procedimentos para utilização de agregados reciclados na construção civil e fornecem critérios mínimos a serem atendidos para utilização de agregados reciclados em alternativas construtivas. Diante do que foi exposto, é notória a relevância da legislação com relação a temática dos resíduos. Dessa forma, Mesquita, Cordeiro e Souza (2019, p.373), evidenciam “a importância da adoção de estratégias de gerenciamento, a partir do disciplinamento de todos os envolvidos na gestão dos RCC, tomando como base as legislações ambientais vigentes”.

2.3. Gerenciamento de resíduos da construção e demolição

A motivação para o aprimoramento do gerenciamento de resíduos engloba aspectos como: ambientais, legais, sociais e organizacionais. No aspecto ambiental encontramos a necessidade de preservar os recursos naturais ainda existentes para prevenir sua extinção. No âmbito legal existe a criação de novas leis, as quais auxiliam na fiscalização das obras. Na questão social, visa-se o melhoramento da qualidade de vida das comunidades. Já a perspectiva organizacional, é composta por consumidores que buscam obter lucro através da redução de gastos com descarte, minimizando o desperdício, praticando o máximo de reutilização possível, além de consumir produtos ecologicamente corretos (SANTOS; MARCHESINI, 2018).

Diante do volume de resíduos gerados pelas obras a busca por soluções eficientes é cada vez mais evidente no atual modelo de sociedade, onde gestores/ empresários se preocupam cada vez mais com adoção de um sistema que coordene a produção desses materiais (TEIXEIRA et al., 2016). Conforme Matos e Alecar (2019, p.785) “O exercício da responsabilidade pelos agentes envolvidos na geração, destinação, fiscalização e controle sobre os geradores e transportadores de resíduos, relaciona-se diretamente à capacidade e viabilidade no tocante a triagem de materiais”, a qual permite o seu reuso e o seu reaproveitamento, no entanto só é alcançável mediante a realização de um gerenciamento prévio.

O gerenciamento de resíduos compreende basicamente o processo de sua geração até a destinação final, através de práticas ambientalmente corretas. Alicerçado na PNRS, o gerenciamento correto do RCD utiliza de planejamento estratégico que segundo Nagalli (2014), busca minimizar os danos causados ao meio ambiente e preservar os recursos naturais, através de obrigações que a lei exige dos governantes e das corporações, com intenção de obter um resultado por meio de redução de desperdícios; reuso sempre que possível; encaminhar os resíduos para reciclagem; e descarte adequado em áreas licenciadas.

A redução consiste na minimização do desperdício em uma obra. Para Couto, Barbosa e Campos (2018), a implantação de um processo de gestão à obra, utilizando um bom planejamento, aplicando cursos e treinamentos para a empresa obter mais organização e controle, resultaria em menos perdas, tanto dos materiais quanto da mão de obra. Em alguns casos o método da reutilização é mais conveniente, segundo Couto, Barbosa e Campos (2018), o reuso se aplica em aproveitamento de um produto sem que ele sofra qualquer tipo de alteração biológica, física ou físico-química, ele ainda pode ser utilizado, antes de ser jogado fora. Contudo, existe também a alternativa da reciclagem ser adotada quando não for possível a efetivação das anteriores, redução e reuso. Para Couto, Barbosa e Campos (2018), a reciclagem é o processo de transformação que altera propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas de um produto, onde há o aproveitamento de materiais que depois de usados, geralmente não mantém a devida funcionalidade, podendo ser reutilizados total ou parcialmente como matéria-prima na fabricação de novos produtos.

Após as possibilidades anteriormente apresentadas, a destinação final do resíduo apresenta-se como uma alternativa que deve ser evitada e quando ocorrer, em último caso, deve buscar a forma mais adequada para sua execução. A destinação adequada do RCD começa no gerenciamento dentro do canteiro de obra, onde deve existir um plano de gerenciamento, no qual deve conter previamente as características dos resíduos, forma para executar sua segregação e acondicionamento, além de definir seu transporte através de uma rota adequada identificando o destino final, visto que cada tipo de resíduo possui um descarte específico.

É notória a importância da destinação dos resíduos gerados, de modo que gerem problemas de ordem social, econômica e ambiental. No entanto, de acordo com Alberici (2017), a preocupação deve ir além de unicamente onde serão despejados esses resíduos, pois o ponto crucial está no seu manejo, começando antes mesmo de se tornar resíduo. As rotas tecnológicas podem guiar a sociedade desde o projeto dos produtos, passando pelo seu consumo, até sua destinação final. É salientado por Alberici (2017), a existência de um fluxo ideal, onde o início do processo ocorre na geração e o término na destinação final. Após o cruzamento de dados e informações foi alcançado o modelo de rota sustentável associada com diretrizes indicadas na legislação. Nesse seguimento, Silva, Farias e Bezerra (2019, p.342), afirmam que “o

planejamento e a gestão dos resíduos sólidos gerados minimizam as ações inapropriadas que culminam em uma poluição ambiental”.

Assim uma boa gestão de resíduos traz inúmeros benefícios, dentre os quais se encontram: a redução de desperdícios e, conseqüentemente, a redução de custos com coleta, transporte e destinação; maior reaproveitamento dos resíduos; maior limpeza e organização no local de trabalho; diminuição dos riscos de acidentes; empresa com melhor visibilidade diante de seu comportamento sustentável (RODRIGUES; SOUZA, 2018).

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi norteado por estudo exploratório e descritivo mediante análise de artigos científicos, dissertações, instrumentos de normas e legislações vigentes, para posterior análise de um estudo de caso do plano de gerenciamento com situações encontradas no local de obra de médio porte na cidade do Recife – PE. Diante do cenário encontrado foram identificados os pontos convergentes e divergentes com as normas e seus impactos socioambientais.

3.1 Localização

O estudo de caso desse trabalho teve como objeto a construção de um edifício habitacional multifamiliar localizado no bairro de Boa Viagem, no município de Recife – PE. A obra conta com 35 pavimentos, um número de funcionários em torno de 40, com área total do terreno de 3.142,60 m², área de solo natural 881,93 m² e com área total construída de 15.999,16 m².

3.2 Técnica de quarteramento

O quarteramento deve ser aplicado quando é necessário reduzir o volume de resíduos até se obter uma amostra com o volume desejado. Conforme a NBR 10007 (ABNT, 2004), que define a amostragem de resíduos sólidos, o método de quarteramento é:

Processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré – homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartar as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteramento é repetido até que se obtenha o volume desejado NBR 10007 (ABNT, 2004, p.1).

Ainda segundo a NBR 10007 (ABNT, 2004), deve-se retirar as amostras de pelo menos três seções (do topo, do meio e da base). Em cada seção, devem ser coletadas quatro amostras e após proceder ao processo de quarteramento.

3.3 Análise do plano de gerenciamento

Observou-se na obra a existência do plano de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil, no qual se encontrava a descrição, classificação, identificação, quantificação, diagnóstico, previsão e estimativa dos resíduos gerados por atividade, o processo de implantação do PGRSCC, plano de redução e procedimento para reciclagem. A partir daí, surgiu o interesse de verificar as conformidades desse documento com as situações encontradas em obra e verificando o alinhamento com as exigências atuais das normas regulamentadoras e resoluções vigentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Classificação dos resíduos

A composição dos RCC depende das propriedades específicas de cada cidade ou região, tais como geologia, morfologia, disponibilidade dos materiais de construção, avanço tecnológico, entre outros. Dessa forma, existe uma grande variedade nos resíduos que são gerados em uma obra e, para efeito de seu gerenciamento, a Resolução Conama 307/2002 estabeleceu uma classificação específica. De acordo com a classificação dos resíduos da construção civil gerados na obra (Quadro 1), os resíduos foram identificados de acordo com o tipo de depósito, baía ou caçamba estacionária, separados em classes A, B, C e D.

No diagnóstico realizado anteriormente ao início da obra foi elaborado o plano adequado de manejo para os resíduos a serem produzidos com a construção do empreendimento, através do levantamento de ações a serem empreendidas quanto à coleta, acondicionamento, armazenamento, transporte e destinação de todos os resíduos gerados no âmbito do canteiro de obra do edifício, baseado nas NBR 15112 (ABNT, 2004) e NBR 15113 (ABNT, 2004).

Quadro 3. Classificação dos resíduos.

Resíduo	Descrição	Classificação CONAMA 307/02	Classificação NBR 10.004/04
Metralha	Materiais a base de cimento, tijolos, areia, brita, solo, etc.	A	IIB
Solo	Resíduos de solo.	A	IIB
Gesso	Resíduos de gesso.	C	IIA
Plástico	Aparas de plástico não contaminado por produtos químicos.	B	IIB
Madeira	Pedaços de madeira.	B	IIB
Pó-de-serra	Pós de serra produzido nas atividades de marcenaria.	B	IIB
Papel branco	Aparas de papel de escritório etc.	B	IIB
Papel e papelão (sujo)	Sacos de cimento, argamassas, caixas de cerâmicas etc.	B	IIB
Metal	Pequenos pedaços de armaduras, pregos, arames de amarração etc.	B	IIA
Manta asfáltica	Pequenos pedaços de manta.	D	I
Latas de tinta	Latas de tinta contaminadas.	D	I
Tambores/baldes contaminados	Tambores e baldes plásticos e de papelão contaminados por produtos químicos (selantes, desmoldantes, cola branca, etc.)	D	I
Telas	Telas de proteção, de poliéster, etc.	B	IIB
Tecidos	Restos de uniformes usados.	C	IIB
Resíduos Orgânicos	Restos de comida, etc.	-	IIA

Fonte: Os autores (2019).

4.2. Previsão de resíduos gerados

Previram-se os pontos de geração de resíduos dentro da obra incluindo a descrição e os principais materiais obtidos (Tabela 1). Além disso, foi descrito a estimativa global, onde no

prazo de 36 meses de duração de obra, esperava-se a geração de 1.199,9 toneladas de resíduos, com um índice de geração em torno de 75 kg/m² e a taxa geração diária ficaria no valor de 1,52 t/d de resíduos da construção e demolição (RCD). Mariano (2008), em sua dissertação de mestrado sugeriu em um estudo de caso de um edifício que seu índice de geração fosse de 32,31 kg/m² para 4 hectares de área construída. Os estudos de Kibert (2002) apontam o índice de geração de resíduos em novas obras como sendo 27 kg/m². A pesquisa de Da Silva et al. (2018), apontam para um índice de geração ainda um pouco acima do desejado, resultado proveniente de uma obra de grande porte, associado a ocorrência de algumas irregularidades no gerenciamento, apesar da execução do PGRCC.

Tabela 1. Pontos de geração de resíduos e tipologia.

Pontos de Geração	Descrição	Principais resíduos
01	Central de montagem (ferragens)	Metais
01	Central de corte	Madeira e pó de serra
01	Central de pequenos artefatos de argamassas e concreto	Argamassa e concreto
01	Refeitório	Resíduos Orgânicos, plásticos, alumínio (quentinhas)
01	Escritório	Papéis e plásticos
01	Almoxarifado	Papéis e plásticos
01	Wc's	Papéis contaminados
-	Pavimentos – distribuídos conforme alocação das frentes de trabalho.	Res. Cerâmicos, papéis, plásticos, metais, madeiras etc.

Fonte: Os autores (2019).

Ademais foi exposta a geração específica dessa geração (Tabela 2), observando a caracterização em porcentagem dos resíduos. Toda essa estimativa foi realizada com o intuito de uma posterior comparação com os valores que seriam encontrados ao final do empreendimento.

Tabela 2. Caracterização dos resíduos gerados.

Material/Resíduo	Participação (%)
Areia	4
Argamassa	24
Brita	6
Cerâmica	2
Concreto	14
Gesso	4
Madeira	2
Metal	1
Pedregulho	3
Solo	23
Tijolo	17
Total geral	100,00

Fonte: Os autores (2019).

4.3 Processo de inserção do PGRSCC

A princípio foi realizado um planejamento das ações que seriam efetivadas e o local onde seriam implantadas, a fim de direcionar os esforços para o atendimento das metas. Em seguida, realizou-se a mobilização dos funcionários por meio de palestras, complementados por afixo de cartazes, mensagens em contracheques e outros meios apropriados. Posteriormente, realizou-se a caracterização dos resíduos da construção civil - RCC gerados nas principais fases de obra, constatando-se a variação de sua tipologia durante a execução. E por último, foi realizada a avaliação da viabilidade do uso dos componentes do entulho. Os resíduos classe A podiam ser reutilizados, após a moagem, na própria obra ou como agregado em sub-base de estrada, sub-base de pisos calçadas, confecção de tijolos, bloquetes para intertravados, por exemplo. Os de classe B e D voltariam ao ciclo de produção, ou seja, seriam reciclados. Quanto aos de classe C, ainda não há uma solução econômica para sua reutilização. Os procedimentos adotados para os resíduos desde o acondicionamento inicial até a destinação final são destacados (Quadro 2).

Quadro 2. Fluxo ideal de rota sustentável.

Resíduos	Acond. Inicial	Transporte interno	Acond. Final	Transporte externo	Destino Final
Material de demolição	-	-	-	-	NÃO HOUVE DEMOLIÇÃO
Classe A	Pilha próximo ao local de transporte interno.	Guincho (vertical) e carro de mão (horizontal).	Containers no pavimento térreo.	Poliguindaste (empresas credenciadas).	Aterro autorizado e licenciado para receber os resíduos.
Gesso	Pilha junto às frentes de serviços.	Guincho (vertical) e carro de mão (horizontal).	Sacos nas baias de gesso, protegida da chuva	Caminhões ou utilitários	Reaproveitamento ou retorno ao fabricante.
Madeira	Bombonas plásticas e pilhas em grande volume, ambas próximas ao local de transporte interno pavimento.	Guincho (vertical) e carro de mão (horizontal).	Baixas próximo ao carregamento do caminhão	Caminhões ou utilitários	Reaproveitamento ou empresas coletoras de recicláveis.
Serragem	Sacos de ráfia.	Carro de mão.	Sacos de ráfia.	Caminhões ou utilitários.	Reaproveitamento ou empresas coletoras de recicláveis.
Plástico	Bombonas plásticas, próximo ao local de transporte interno.	Transporte com sacos de ráfia manual (horizontal) e guincho.	Baia (pav. térreo).	Caminhões ou carrinhos de coleta.	Reaproveitamento ou empresas coletoras de recicláveis.
Papel e	Bombonas	Manual com	Baias ou fardos	Caminhões ou	Reaproveitamento

papelão	plásticas e pilhas em grande volume, ambas próximas ao local de transporte interno pavimento.	sacos de ráfia e vertical com guincho.	grandes, ambos protegidos da chuva.	carrinhos de coleta.	ou empresas coletoras de recicláveis.
Metal	Bombonas plásticas e baia na área de montagem de armadura.	Transporte com sacos de ráfia manual (horizontal) guincho.	Baia próximo ao carregamento.	Caminhões ou utilitários.	Reaproveitamento ou retorno ao fabricante.
Latas de tinta	Próximo ao local de transporte interno.	Manual e guincho	Baia próximo ao carregamento.	Caminhões ou utilitários.	Reaproveitamento ou retorno ao fabricante.
Manta asfáltica (aparas)	Caixote de madeira com alça	Manual e guincho	Caixote em local protegido do sol.	Caminhões ou utilitários.	Reaproveitamento ou retorno ao fabricante.
Resíduos Orgânicos	Lata de lixo/ sacos plásticos	Manual	Sacos de lixo.	Caminhões compactador – coleta pública.	Aterro autorizado e licenciado para receber os resíduos.

Fonte: Os autores (2019).

4.4 Plano para redução

Aqui são descritos os planos utilizados na obra para a redução dos resíduos, conforme tipologia dos resíduos:

Papel – A redução do papel foi feita através da conscientização do pessoal do escritório, racionalizando o uso do papel e reutilizando sempre que possível.

Metálicos – Os provenientes das atividades foram armazenados temporariamente numa área específica na central de resíduos.

Plásticos – Consistiam em embalagens plásticas e bombonas, de substâncias não tóxicas foram agregados e identificados de acordo com sua classe numa área específica da central, para a destinação final, pois algumas delas podiam ser embalagens de produtos tóxicos, a exemplo dos solventes, que continha benzeno (cancerígeno).

Lâmpada (recicláveis perigosos) – Os resíduos perigosos de classe I, foram acondicionados em recipiente fechado, armazenado na central de resíduos para posterior reciclagem fora do estado.

Estopa contaminada – Como a resolução Conama nº 009/93 prevê, foi realizada a incineração para estopas contaminadas com óleo, graxa. O transporte foi feito por empresas cadastradas pela ANP e licenciada ambientalmente.

Resíduos Orgânicos – Os alimentos após servidos em quinzenas, seus restos orgânicos foram para PEV's (Pontos de Entrega Voluntárias) marrons e os vasilhames plásticos para os PEV's vermelhos.

4.5 Procedimento para reciclagem

Os procedimentos para reciclagem adotados foram a segregação dos resíduos de acordo com o CONAMA Nº307/02, a armazenagem desses até o encaminhamento para a coleta, para iniciar a etapa anterior realizava-se o registro da quantificação, caracterização e empresa responsável pelo transporte, além da orientação fornecida aos trabalhadores para a aplicação dos padrões legais de segregação aplicados no local.

4.6 As não conformidades

Apesar da existência de um plano de gerenciamento bem estruturado e ainda complementado por acompanhamento, fiscalização e monitoramento, mediante relatórios de avaliação, além de compor com transportadores na forma de empresas cadastradas e credenciadas pela EMLURB, durante a execução da obra, foram encontradas algumas irregularidades. A começar pelos pavimentos, a triagem não é realizada de maneira adequada, onde é possível observar a ausência de baias nas redondezas durante a execução dos serviços, acumulando entulhos de diferentes tipos sem nenhum tipo de segregação. Ao acumular uma quantidade de resíduo suficiente, passa a ser transportado verticalmente, ainda de forma não seletiva, através do guincho até o térreo, onde se faz a triagem e quando possível, indo de encontro às baias. Outro problema encontrado foi ao verificar a situação de baias superlotadas, ocorrendo novamente a mistura do material, prejudicando todo o processo de um fluxo sustentável. Além disso, também são encontradas com frequência caçambas com disposição inadequada de resíduos (Figura 1). O estudo de Rodrigues e Souza (2018) confirmam que a responsabilidade de garantir a integridade do resíduo durante todo processo, a qual é atribuída ao seu gerador, é de suma importância, de modo que consiste na principal forma de preservá-los, promovendo as condições necessárias para posterior reutilização e reciclagem.

Figura 4. Não Conformidades



Fonte: Os autores (2019).

4. CONCLUSÕES

Notou-se que o fato da obra possuir um planejamento inicial com um modelo de gerenciamento adequado, permite a boa execução da parte da redução e reutilização dos resíduos, o que promove uma diminuição considerável na geração de entulho e a aquisição de novas matérias prima, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais. No entanto, o manejo inadequado dos resíduos desde seu ponto de geração compromete a rota tecnológica, de modo que alguns resíduos são contaminados já inicialmente não permitindo mais sua posterior segregação. Sendo assim, os ganhos obtidos poderiam ser expandidos se houvesse maior comprometimento com a boa execução do que foi planejado.

Observou-se que, mesmo diante de leis e normativas, além de ganhos econômicos para a própria empresa, a ocorrência de desconformidades não deixam de ocorrer, aspecto decorrente da falta de fiscalização governamental associado ao descomprometimento da empresa com a eficiência de seu trabalho, atrelando maior importância ao tempo de produtividade e não relacionando isso a redução de custos e ganhos socioambientais, provenientes de um gerenciamento sustentável. Ao analisar a geração detalhada percebe-se que a metodologia construtiva e os materiais utilizados são diferentes, portanto, a comparação entre referências nacionais e internacionais se torna inapropriada.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 10004, **Resíduos sólidos: Classificação**, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 15112. **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação**, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 15113. **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projetos, implantação e operação**, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 15114. **Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto implantação e operação**, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira. NBR 15115. **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação**, 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 15116. **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural**, 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR 10004, **Resíduos sólidos: Classificação**, 2004.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2017.

ABRAMAT. Associação Brasileira Da Indústria Materiais De Construção. **Perfil da Indústria de Materiais de Construção**. FGV Projetos, 2016.

ALBERICI, F. D. **Rota sustentável dos resíduos de construção e demolição oriundos das obras de pequenos geradores – uma proposta para o município de São Carlos/SC.** 2017. 181 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTRPR, Pato Branco, 2017.

BARROS, M. V. Plano de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil: um panorama de análise a partir da Resolução 307 do CONAMA. **Revista gestão industrial.** Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 139-153, 2017.

BOHANA, M. C. R; FERNANDEZ, J. L. B; MARCHI; C. M. A importância do manejo dos resíduos sólidos da construção e demolição para viabilizar usinas de reciclagem no Brasil. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales,** Salvador, 2019.

BRASIL. **Congresso Nacional. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Política Nacional de Resíduos Sólidos. 02 ago. 2010.

CONAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 009, 31 de agosto de 1993.** Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). 31 ago. 1993.

CONAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 307, de 05 de julho de 2002.** Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). 05 jul. 2002.

COUTO, K. F.; BARBOSA, J. E. C.; CAMPOS, P. K. Discussão sobre os resíduos da construção civil e sustentabilidade ambiental. **Revista E-locução.** Vila Rica, v. 1, n. 14, p. 170 – 184, 2018.

DA SILVA, C. A.; SANTOS, G. R. Gestão de resíduos da construção civil e demolição – responsabilidade pública, privada e social na cidade de São Paulo. **Revista Atas de Saúde Ambiental,** v.6, p.130-150, 2018.

DA SILVA, C. J.; SILVA, F. C. S.; LIMA, A. P. O.; SOBRAL, D. M; HOLANDA, R. M. Análise dos resíduos sólidos em construtoras da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente,** v.4, n.1, p.120-135, 2018.

HONDA, W. S. **Certificação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Corporativos no Brasil.** 2016. 144 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

KIBERT, C.J. Policy instruments for a sustainable built environment, **J. Land Use and Envtl. L.,** No. 17 (2), p. 379-394, 2002.

MATOS, J. P. C.; ALENCAR, T. C. S. B. D. Gerenciamento de Resíduos Sólidos e a Aplicação da Logística Reversa no Segmento da Construção Civil. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia,** Cariri, v.13, n.43, p.784-807, 2019.

MARIANO, L. S. **Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil com Reaproveitamento Estrutural: Estudo de Caso de uma Obra com 4.000m².** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Paraná, 2008.

MEDEIROS, J. H. D.; PINTO, I. C. M. S.; FERREIRA, R. L. S.; MOREIRA, A. B. Diagnóstico do uso do pó de pedra em argamassas: caso do município de Caicó – RN. **In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas.** 1. ed. Recife: Edufrpe, 2019. P.397- 407.

- MESQUITA, R. M.; CORDEIRO, L. F. A.; SOUZA, V. A. Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil no TJPE. **In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas.** 1. ed. Recife: Edufrpe, 2019. P.367-373.
- NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- OLIVEIRA JÚNIOR, A. I.; PEREIRA, M. M.; COSTA, C. T. F. Diagnóstico de canteiros de obras situados na conurbação Crajubar no Cariri cearense. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v.14, n.2, p.135-147, 2018.
- PINTO, G. J. F.; MELO, E. S. R. L.; NOTARO, K. A.; **Geração de resíduos sólidos da construção civil – métodos de cálculo.** VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Nov. 2016.
- RODRIGUES, L. F P.; SOUZA, T. M. K. . Gestão de resíduos sólidos na construção civil. **Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p.114 – 129, 2018.
- SANTOS, M. H. S.; MARCHESINI, M. M. P. Logística reversa para a destinação ambientalmente sustentável dos resíduos de construção e demolição (RCD). **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 67-85, 2018.
- SILVA, J. C. M.; FARIAS, M. F. L.; BEZERRA, H. J. C. L. Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil: proposta metodológica de obra de médio porte em São Luís – MA. **In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas.** 1. ed. Recife: Edufrpe, 2019. P.340-354.
- TEIXEIRA, M. G.; ZAMBERLAM, J. F.; SANTOS, M. B.; GOMES, C. M. Processo de mudança para uma orientação sustentável: análise das capacidades adaptativas de três empresas construtoras de Santa Maria-RS. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 1, p.45-60, 2016.
- VAZQUEZ, E. G.; BRANDÃO, M.G.; CASTRO, O. Uma nova gestão ambiental para a construção civil na busca da sustentabilidade. **Revista Gestão e Gerenciamento**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p.1-8, 2019.

CAPÍTULO 7. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

7.1 APROVEITAMENTO PARA PAVIMENTAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DA AVENIDA ATLÂNTICA DE SÃO LUÍS – MA

LACERDA DE REZENDE, Adna Cristina

Universidade Ceuma (MA)
adnaclr@gmail.com

MACHADO, Alessandro Resende

Universidade Ceuma (MA)
alessandrorm@hotmail.com

MARTINS, Higor Leonardo Gomes Santos

Universidade Ceuma (MA)
enghigorleonardo@outlook.com

SILVA, Taliana Régia Castro Serejo

Universidade Ceuma (MA)
serejotaliana@gmail.com

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo avaliar o reaproveitamento do RCC proveniente de ecoponto na pavimentação da Avenida Atlântica localizado no município de São Luís - MA, bem como identificar a capacidade das caixas estacionárias que recebe o RCC, dispostos nos ecopontos. Esses agregados reciclados são provenientes de obras da construção e demolição, conhecidos popularmente como entulhos. A iniciativa de recebimento de parte desses entulhos pelos ecopontos foi uma forma eficaz de combater pontos de descartes irregulares na cidade, sugerindo uma forma adequada dos resíduos serem descartados, onde os métodos visam uma destinação adequada para cada resíduo depositado. Foi realizada uma pesquisa por meio de levantamento bibliográfico e visita in loco no ecoponto e na via pública da Avenida Atlântica, para a proposta da reutilização dos resíduos de RCC como base e sub-base na pavimentação da via. Com base nos resultados podemos constatar o volume das caixas estacionárias e a viabilidade da reutilização do RCC para composição de estrutura de pavimento, este por sua vez mostrando-se apto, sustentável e econômico.

PALAVRAS-CHAVE: Reutilização, RCC, Pavimentação.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos tem-se notado um grande crescimento de cidades em um contexto nacional e mundial. A população que era majoritariamente rural passou a se concentrar em grandes centros urbanos de maneira que aumentou a demanda da construção civil em virtude da necessidade de novas construções, principalmente as residenciais. Devido ao rápido crescimento e sem planejamento, a urbanização se tornou desordenada causando vários transtornos para a população residente, dentre eles, problemas oriundos da má gestão dos resíduos sólidos em geral e principalmente aqueles provenientes de processos construtivos. Nessa circunstância pode-se observar que os resíduos da construção civil (RCC) são oriundos de resíduos de construções de novos edifícios, grandes reformas e demolições, restos de matérias cerâmicos, argamassas e outros componentes, blocos e telhas. A geração desse tipo de resíduo, por sua vez, tem aumentado devido à demanda por novas moradias no país, de modo a necessitar de um adequado gerenciamento.

Dentre os métodos para amenizar os impactos causados por novas construções pode-se citar a redução no uso de materiais com alto impacto ambiental e reutilização de agregados, como pedrisco, brita, bica corrida e areia. A adoção do reaproveitamento desses materiais na construção civil possui a vantagem de reduzir os custos em determinadas obras e reduzir os impactos ambientais causados pela extração de matéria-prima do meio ambiente para utilização em processos construtivos. Outra vantagem do uso do RCC na construção civil é que ao evidenciar a redução de custos que pode se obter em uma obra, possibilitaria a diminuição da má disposição em locais clandestinos como terrenos baldios, redução de impactos à biota e à população, pois tais locais podem se tornar foco de proliferação de vetores transmissores de doenças, como rato e barata que podem transmitir doenças como a leptospirose e giardíase.

Para melhorar as condições de manejo do RCC é fundamental a criação de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil, de maneira que reduza os custos com gestão, destinação, transporte e gerenciamento de resíduos da construção civil, evitando a disposição inadequada no meio ambiente e a sobrecarga dos aterros sanitários por parte dos grandes volumes de RCCs a que são destinados. A questão do RCC deve envolver o poder público e os empreendedores. A construtora tem uma responsabilidade de programar a gestão de RCC em sua obra. O poder público deve conter um manejo adequado dos resíduos buscando sempre retornar o resíduo ao seu ciclo produtivo, e quanto aos seus fabricantes buscar a utilização do RCC como matéria prima dos seus produtos.

Dentre as formas do poder público incentivar o reaproveitamento de resíduos sólidos como o RCC existem, por exemplo, pontos de recebimento na cidade de São Luís-MA, chamados de ecopontos, onde a população voluntariamente destina materiais recicláveis. Iniciativa esta que teve como objetivo integrar-se à política de resíduos sólidos, visando uma melhor gestão de resíduos na capital maranhense de modo que os materiais coletados tenham sua destinação final adequada e promova uma conscientização das pessoas de uma melhor qualidade ambiental da cidade, com a finalidade de contribuir para a saúde pública através da reutilização dos materiais reciclados. O presente trabalho tem o objetivo de avaliar o reaproveitamento do RCC proveniente de ecoponto na pavimentação da Avenida Atlântica localizado no município de São Luís - MA, bem como identificar a capacidade das caixas estacionárias que recebe o RCC, dispostos nos ecopontos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Resíduos sólidos da construção civil

A indústria da construção civil possui papel importante em diversos sentidos que envolvem a vida humana, estes: econômico, social, político, infraestrutura, dentre outros, de grande peso para circulação de atividades em geral no país. Isso ocorre, por exemplo, por conta

da geração de emprego e renda para uma grande quantidade de pessoas, moradia para outras, bem feitoria pública e outros favorecimentos. Entretanto, as práticas de construção civil consomem grande quantidade de recursos naturais, em torno de 20 a 50% do total consumido pela sociedade, consequentemente refletindo com geração de resíduos sólidos durante as práticas construtivas (PINTO et al., 2015). O RCC é o resíduo oriundo de processos construtivos civis de pequeno à grande porte. Este não é gerado somente a partir da prática de construção, mas também de demolições, escavações, ampliações, produtos danificados e demais que geram um determinado volume de um material ou um conjunto deles (LU et al., 2016). Sendo assim, as atividades da área da construção civil, irão originar resíduos, e consequentemente, deverão ser direcionados para uma correta destinação.

A composição dos RCCs não se trata somente de resto de concreto e madeira ao que convencionalmente se acredita, mas também de tijolos, cerâmicas, tubulações, solos de escavações, dentre outros. Os solos de escavações são responsáveis por grandes volumes que muitas vezes são dispostos em locais não autorizados e sem receber tratamento adequado, porém sua utilização é recomendada como matéria-prima na fabricação de tijolos e tipos de cimento devido à característica de determinados tipos de solos (CHICA-OSORIO e BELTRÁN-MONTOYA, 2018). Um grande personagem responsável por práticas de geração de resíduos é o gestor de obra da construção civil, encarregados pelos processos construtivos mais comuns.

O Brasil, por sua vez, é um grande produtor de resíduos da construção civil e que pouco recicla. Há, portanto, uma importante função das instituições de ensino superior (IES) quanto à formação de profissionais dotados de percepção e responsabilidade ambiental, de modo que formem profissionais mais críticos e cientes a respeito dos riscos associados e do esgotamento dos recursos naturais, sobretudo sabendo criar e utilizar alternativas já existentes visando sustentabilidade, segurança e economia (AGUIAR, 2017). A disposição de RCC de maneira inadequada pode gerar grandes prejuízos ao meio ambiente, afetando diretamente o solo, podendo chegar até aquíferos e inutiliza-los dependendo da sua composição, favorecendo a proliferação de vetores e acúmulo de animais transmissores de doenças, passando a afetar saúde pública e questões estéticas. Fatores esses que podem ser minimizados ou eliminados com gerenciamento adequado (NUNES, 2019).

Vale salientar que se tratando de prejuízos à saúde temos não somente aqueles causados pela poluição de solos e corpos hídricos, mas também as nano partículas - 10^{-9} - provindas dos resíduos, principalmente quando estes estão sendo manuseados. O que envolve ainda a questão socioeconômica, pois a maior parcela da comunidade desfavorecida tem maior exposição potencial (OLIVEIRA, 2019). Segundo dado coletado pela Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), o Brasil produz em cerca 387 quilos de resíduos por habitantes ao ano, bastante similar à de outros países como Croácia e Hungria, mas só a metade tem uma destinação correta (ABRELPE, 2016). Nesse sentido notam-se volumosos resíduos sólidos urbanos (RSU), o que se torna evidente a necessidade do desenvolvimento e investimento de tecnologias de reaproveitamento de resíduos em países menos desenvolvidos (ABRELPE, 2016).

A falta de incentivo do Estado nesse âmbito torna essas práticas sustentáveis bastante dificultosas baseando-se no fato de que para o produtor de resíduos a disposição desses materiais no aterro é a maneira mais econômica. Como exemplo de intervenção pública tem-se a Comissão Europeia (EC) que fixou metas aos países membros da União Europeia em sua Diretiva 2008/98/EC, na qual visa que os estados-membros incentivem reciclagem e reutilização de resíduos da construção não perigosos, tendo como objetivo principal até o ano de 2020 que essas práticas indicadas sejam cumpridas e fixadas em no mínimo 70% em peso dos resíduos produzidos (BARRITT, 2015). Como grande exemplo de membro da EC que cumpriu a meta fixada tem-se o Reino Unido, atuando através de aumento dos impostos sobre a disposição de resíduos em aterros. Parte dessa arrecadação era revestida em infraestrutura de reciclagem para produção dos agregados. Isso incentivou separação dos resíduos mais pesados para processos de

reciclagem, tornando-se o meio mais econômico da destinação final. Essa prática cresceu significativamente no Reino Unido, atualmente eles dotam de uma rede de mais de 550 instalações fixas de reciclagem de agregados, de modo que a maioria dos agregados produzidos estava com qualidade de acordo com o Protocolo de Qualidade para a Produção de Agregados de Resíduos Inerte (BARRITT, 2015). Ainda que haja incentivo, é necessário somente haver políticas públicas, mas também fiscalização para o efetivo funcionamento, pois, como cita Almeida e Picanço (2016), no ano de 2008, das 47 usinas de RCC no Brasil, 10 estavam desativadas, 7 em processo de instalação e 1 foi paralisada.

No Brasil, o principal artifício para a redução da quantidade de resíduo depositado em aterros sanitários é a criação de coleta seletiva, onde a arrecadação dos materiais recicláveis é feita por catadores muitas das vezes de maneira informal. A resolução nº 307/2002 estabelece diretrizes, critérios, e métodos para gestão de resíduos da construção civil para redução de impactos ambientais e nota-se um grande avanço na gestão dos resíduos sólidos para a sociedade. Conforme o citado na resolução, os geradores dos resíduos são responsáveis pela sua quantificação, armazenamento, transporte e sua destinação final (CONAMA, 2002). Para que aconteça uma destinação adequada do resíduo é necessário que estabeleça uma definição, de modo que seja identificado cada processo ou fase. De acordo com a resolução nº 307/2002, são estabelecidas algumas definições para melhor clareza em relação aos resíduos sólidos e sua gestão (CONAMA, 2002), como é mostrado a seguir:

- a) Resíduos da construção civil (RCC): resíduo oriundo de construções, reparos, reformas e de movimento de terra;
- b) Geradores: pessoas ou empresas que tem alguma atividade que gere resíduos;
- c) Agregado reciclado: resultado do procedimento de beneficiamento dos resíduos da construção civil;
- d) Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de gestão que tem como objetivo, reduzir, reciclar, e reutilizar os resíduos.

De acordo com inúmeros tipos de RCC, faz-se necessário à sua classificação segundo suas origens e finalidades, sempre visando o melhor gerenciamento de triagem dos resíduos. Segundo resolução Conama nº 307/2002, todos os resíduos sólidos são classificados em classe, como cita no quadro abaixo:

- a) Classe A: resíduos recicláveis que podem ser reutilizados como agregados em uma obra;
- b) Classe B: resíduos recicláveis que podem ter diferentes utilidades em outro processo produtivo como papéis, metais, plásticos, madeira;
- c) Classe C: resíduos que não possuem tecnologias para sua reciclagem como lixas, massa de vidro;
- d) Classe D: resíduos perigosos ou contaminados, como os solventes e tintas.

2.2 Gestão de resíduos sólidos da construção civil

A geração de RCC em uma empresa não é responsabilidade somente daqueles que estão produzindo de forma direta, mas sim de todos os envolvidos e cientes daquelas práticas. Algumas metodologias vêm sendo estudadas por profissionais como arquitetos e designers. Esse sistema se baseia no princípio dos 3 Rs: redução, reutilização e reciclagem; com enfoque maior na redução de geração de resíduos, onde as soluções são atribuídas ainda na fase de projetos partindo da utilização de materiais menos volumosos e poluentes que possuam a mesma eficiência daqueles utilizados tradicionalmente, sendo esta uma maneira de unir qualidade com sustentabilidade (WANG, 2015).

Segundo Ding (2018), a boa gestão focada nos projetos e na geração de resíduos por parte das construções, levando em consideração o estudo dos melhores materiais atribuídos e/ou a forma de serem processados e utilização dos próprios resíduos na obra, pode apresentar diminuição de aproximadamente 40% de geração de resíduos, o que conseqüentemente promoverá economia de um modo geral.

Embora haja estudos que comprovam os benefícios de reciclagem dos RCCs e legislações vigentes, atitudes práticas ainda estão a passos lentos e a maneira mais comum da disposição final desses resíduos é em aterros sanitários (AJAYI e OYEDELE, 2017). Um segundo local de disposição não muito incomum, é terreno baldio e/ou local de servidão pública, entretanto este se faz de maneira totalmente incorreta, evidenciando uma ineficácia no gerenciamento, na fiscalização por parte dos responsáveis, ou mesmo do conjunto, provocando despesas públicas com limpeza desses locais e perdendo capacidade de bom desempenho desses resíduos (SANTOS et al., 2018).

O gerenciamento dos RCC teve diretrizes e procedimentos estabelecidos pela Resolução nº 307/2002. A resolução estabelece as responsabilidades aos governos municipais do Brasil com o fornecimento de diretrizes técnicas, a partir da implementação de gestão de resíduos no município, tendo como grande objetivo a conscientização e ações para minimizar os impactos ambientais. No Brasil, para a adoção da prática de gerenciamento do resíduo, se faz necessário uma implementação de um plano de gestão de RCC, que deve ser bem elaborado individualmente por cada município desse país (CONAMA, 2002). Os materiais granulares provenientes da construção apresentam características para sua aplicação em obras de edificação, infraestrutura, em aterros sanitários e fabricação de artefatos de concreto. Os RCCs contêm forma simples de reaproveitamento, a exemplo da pavimentação de vias (base, sub-base, ou em revestimentos primários) em forma de aglomerados processados em diferentes granulometrias. Essa prática, por sua vez, vem sendo utilizada por várias administrações municipais (ZORDAN, 1997).

Segundo Blumenschein, (2007), dentre as dificuldades encontradas no gerenciamento de resíduos dentro de canteiro de obra, enfatiza-se:

- a) Determinação da quantidade produzida de resíduos;
- b) Quantidade elevada de pessoas presentes em um processo construtivo (o que dificulta a informação);
- c) Recursos cada vez mais escassos dos municípios para investirem em pesquisas e projetos sobre a grande problemática de resíduos;
- d) Incompatibilidade entre projetos;
- e) Falta de planejamento em canteiros de obras para o seu processo de reciclagem;
- f) Responsabilidade e comprometimento do setor produtivo para cumprir com exigências;

2.3 Geração de resíduos da construção civil

A despesa anual que as cidades têm com a coleta de resíduos dispostos irregularmente nas áreas inadequadas geram impactos econômicos, que segundo a ABRELPE (2015), é na ordem de R\$ 10,15/habitantes por mês. Diversos fatores limitam um melhor gerenciamento de RCC, pode-se apontar uma grande falta de logística na questão da reciclagem nas construções, falta de mão de obra qualificada, de programas de incentivo a reciclagem e o transporte inadequado de materiais. Em 2016, as capitais brasileiras fizeram uma coleta de um pouco mais de 71,3 milhões de toneladas de RCC, representando 91% de todos os resíduos sólidos urbanos (RSU) acumulados naquele ano (ABRELPE, 2016).

Esses resíduos são comumente encaminhados à área de transbordo e triagem (ATT) de resíduos da construção civil. Desse modo, pode se configurar as ATTs como locais de recebimentos de resíduos de grandes volumes, aonde vinham sendo depositados em áreas inadequadas como encostas, corpos d'água e área de preservação. Dois dos principais objetivos das ATTs são a triagem de resíduos inertes e o armazenamento temporário dos mesmos, direcionando-os para a reutilização, estocagem ou destinação final. Como os resíduos da construção possuem classificações diferentes, a sua destinação também deve ser diferenciada, para que suas características possam ser utilizadas em processos que recebam o seu destino final. Segundo Macedo (2012), o setor da construção civil em São Luís - MA, é um dos maiores geradores de RSU, representando cerca de 40% de todo o resíduo produzido. Cada habitante de

São Luís - MA é responsável pela produção de 0,51 toneladas de RCC por ano. Segundo Oliveira (2016), 23,87% dos resíduos são depositados irregularmente na cidade de São Luís - MA, contendo a presença de entulhos. O mesmo autor afirmou que 39,33% dos resíduos são resíduos de gesso, madeira, carpina, areia e cimento. De acordo com o Snis (2018), em um de seus diagnósticos, só em 2017 foi coletado aproximadamente 395.546,0 toneladas de resíduos domésticos e públicos e 115.124,0 toneladas de RCC, que representa 29,1% do total dos resíduos domésticos e públicos. Snis também afirma que em São Luís o serviço de coleta de resíduos sólidos abrange todos os bairros do município. Entretanto, ao analisar os dados fornecidos pela ABRELPE (2018), percebem-se informações que afirmam que embora a cidade disponha de um serviço de coleta, nem todos os resíduos são realmente recolhidos, apontando a existência de uma grande quantidade de resíduos não coletados.

2.4 Lei Municipal nº 4653/06

Devido à necessidade de contribuir com a redução de impactos ambientais oriundos de resíduos gerados em canteiros de obras, o poder público vem buscando alternativas para reduzir esses resultados. Em 2006, a cidade de São Luís foi aprovada na Lei Municipal nº 4653/2006 respeitando a Lei Federal Nº 12.305/2010, o que ocasionou uma concepção no gerenciamento na reciclagem dos resíduos sólidos, tendo como objetivo estabelecer regras e direcionamento para sua correta destinação dos RCC, gerados dentro do município, através de procedimentos estipulados pela Resolução Conama nº 307. Uma das formas de triagem que existe são os ecopontos que são locais de entrega voluntária de pequenos volumes de resíduos sólidos. Nestes locais a população pode dispor desse serviço gratuitamente depositando o material em caixas estacionárias, sendo cada uma destinada a um determinado tipo de resíduo. Os ecopontos, por sua vez, não possibilitam o recebimento de resíduos sólidos doméstico, animais mortos e resíduos hospitalares.

2.5 Benefício da reciclagem de resíduo da construção civil

Apontando a reutilização de resíduo a partir do instante que o mesmo foi gerado, os resíduos que não atendem a critérios devem ser encaminhados para uma unidade de disposição adequada, ou seja, para aterro sanitário (CARVALHO, 2008). Diante disto, a gestão de resíduo tem um foco, que é a reutilização desses resíduos ocasionando uma economia nos agregados reciclados. Os benefícios da gestão de resíduos da construção vão muito além da redução dos impactos ambientais, como citado por Yuan (2013) e Nagalli (2014) que identificaram a redução dos resíduos gerados no canteiro de obra, alterando a rotina da obra e a implementação de uma cultura de gestão e reciclagem de RCC. O processo de reciclagem ocorre basicamente em duas etapas após a triagem, que são a trituração e a granulagem. Neste último pode-se obter areia, brita, pedrisco, bica corrida e outros, estando RCC transformado em matéria-prima que pode substituir o uso de recursos naturais, como na fabricação de argamassa, nos contra pisos, na confecção de blocos sem função estrutural, camadas de base e sub-base de pavimentos em vias de baixo volume de tráfego.

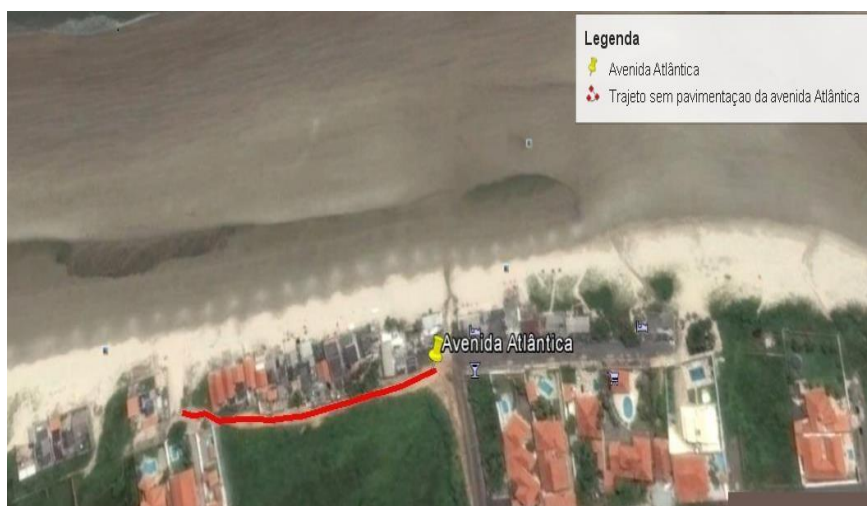
Em relação à pavimentação, segundo Leite (2007), através de ensaios em laboratório verificou que o RCC contém resistência e baixa expansão, onde tais características mostram um bom potencial dos materiais reciclados como agregados aplicados na pavimentação, sendo feitas substituições parciais ou totais de alguns materiais.

Segundo Motta (2015), São Paulo foi à primeira cidade a utilizar uma via para ser pavimentadas com resíduos da construção civil, em 1984, junto com o Instituto de pesquisas tecnológicas (IPT), onde a via foi projetada para receber um baixo volume de tráfego. De acordo com Mohammadinia (2015), na região metropolitana de Melbourne, Austrália, 50.000 km de rodovias contém nas estruturas de base e sub-base agregados de resíduos da construção tratados com cimento, o que comprova, devido à vasta utilização, a qualidade para utilização.

5. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada por meio de um levantamento bibliográfico com base em artigos, informações extraídas no portal da prefeitura de São Luís - MA, além de visitas em campo no local de estudo (ecoponto) para extração de informações a serem atribuídas ao estudo de caso. O presente trabalho foi desenvolvido com o foco em dois locais na cidade de São Luís – MA; o ecoponto e a via pública Avenida Atlântica no bairro Olho d'água. Foi verificado o ecoponto localizado no bairro São Francisco e determinado trecho da Avenida Atlântica no bairro Olho D'água na cidade de São Luís – MA, que possui as coordenadas 2° 28' 52,18" S e 44° 14' 12,73" O (Figura 1).

Figura 1. Localização da Avenida Atlântica



Fonte: Google Earth (2018)

Durante a visita ao ecoponto foram realizados registros fotográficos de onde eram depositados os RCCs da região do bairro São Francisco, e realizadas as medições das caixas estacionárias onde eram reservados os resíduos. A partir dessas dimensões foi calculado o volume útil do mesmo.

A partir dos dados obtidos foi proposto o reaproveitamento dos RCCs para a pavimentação de um trecho da Avenida Atlântica, a qual havia apenas solo exposto (Figura 2). Nesse sentido, foi proposto camadas de base e sub-base com a utilização dos agregados provenientes do ecoponto para posterior revestimento asfáltico. Para isto, tomou-se como base a Norma Brasileira (NBR) 15115, que versa sobre os agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, execução de camadas de pavimentação e procedimentos, e a NBR 15116 que aborda sobre os agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural e requisitos.

Figura 2. Local proposto para utilização do agregado reciclado como pavimentação



Fonte: Autores (2018)

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi sugerida a reutilização do agregado reciclado proveniente de obras da construção e demolição, conhecido como entulho, coletado no ecoponto. Diante disto, foi indicada a reutilização do agregado como base e sub-base para pavimentação do trecho mencionado com os resíduos obtidos no ecoponto. No ecoponto foi evidenciada a existência de RCCs na caixa estacionária, indicando que o local tem sido utilizado para destinação dos materiais, possibilitando o reaproveitamento na pavimentação da via pública em estudo. Na visita in loco (Figura 3), foi realizada a medição das caixas estacionárias e obtidas as dimensões de 2,44m de comprimento, 1,72m de largura e 1,34m de altura, totalizando um volume de 2m³.

Figura 3. Medição das caçambas estacionárias



Fonte: Autores (2018)

Mediante a visita no local, foi possível coletar algumas informações sobre os materiais que são aceitos, a capacidade de armazenamento e/ou limite de contribuição por pessoa; descritas abaixo:

- a) Na entrada do ecoponto existem placas fixas que contém informações sobre o que o local está apto a receber; que são eletrônicos: Televisão, monitores, celulares e impressoras;
- b) Entulho: Resíduos da construção civil, como tijolos e telhas de até 2m³ (volume de uma caixa d'água de 2.000 litros);
- c) Madeira: até 2m³ (volume de uma caixa d'água de 2.000 litros);
- d) Óleo de cozinha: até 5 litros por pessoa/dia;
- e) Pneus: até 4 unidades por pessoa/dia;
- f) Podas de árvore: até 2m³ (volume de uma caixa d'água de 2.000 litros);
- g) Recicláveis: Plástico, papel, isopor, metais, arame e vidros até 300 litros (três sacos grandes);
- h) Volumosos: móveis, sofás, colchões.

Os ecopontos por sua vez possuem restrição ao recebimento de resíduos domésticos, animais mortos, resíduos hospitalares e resíduos perigosos (baterias, pilhas, lâmpadas e cartuchos). A partir do diagnóstico realizado sobre a utilização do agregado na produção de componentes usados na pavimentação, através de pesquisas que vem sendo realizadas indicando um potencial para a utilização de agregados para esse fim, a adoção da pavimentação do RCC na base e sub-base é realizada em camadas (Figura 4). Basicamente deverão ser executadas quatro camadas, na parte superior deve haver 3cm de camada asfáltica pré misturada a frio (PMF), mais abaixo 15cm de brita corrida comum e por último a base e sub-base que são o foco do trabalho na pavimentação com RCC.

Figura 4. Esquema de pavimento



Fonte: Adaptado de Motta (2015)

Para obter uma análise de custo da utilização do agregado em vias de pavimento, é necessário um dimensionamento de pavimentos utilizado pelo método do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), podendo ser realizado como base CBR com o subleito igual ao solo do local e assim atendendo exigências do material, como camada de reforço de base, sub-base e revestimentos. Segundo Guimarães (2011) no comparativo entre o agregado convencional e o reciclado há uma diminuição de brita corrida equivalente a 47,40%, pó da pedra a 48,03%, e o transporte com 21,40%, tendo uma diminuição de 38,03% no valor total. O trecho proposto é equivalente a 600m de comprimento com 10,5cm de largura em uma área de 6.300m² (Figura 5).

Seguindo a norma NBR 15116 que cita a utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural, como cita a norma que o agregado tipo ARC (agregados de resíduos de concreto) são aqueles que apresentam uma soma de percentuais do grupo 1 (fragmentos que apresentam pasta de cimento endurecida em mais de 50% do volume) e 2 (fragmentos constituídos por rocha em mais de 50% do volume) (G1+ G2) maior igual a 90%. E

o ARM (agregado de resíduos misto) com uma soma de percentuais de grupo 1 e 2 (G1+G2) menor que 90%. E a norma 15115 esclarece o procedimento para a execução de camadas de pavimentação onde a porcentagem que passa na peneira 0,42mm (Nº40) deve ficar na faixa entre 10% e 40%. Com uma determinação da massa específica seca, umidade, e índice de suporte Califórnia (CBR), com o lote equivalente a 2.000m² de camada acabada com no mínimo três determinações.

Figura 5. Medição do trecho sugerido para reutilização do agregado reciclado



Fonte: Autor, (2018)

Guimarães (2011) em uma pesquisa evidencia que os custos na pavimentação com o uso do agregado reaproveitado do RCC foram menores do que utilizando materiais convencionais. De acordo com o autor a cada área de 20.000 m² há um custo R\$ 106.790,00 associado ao uso de materiais convencionais, porém ao adotar o RCC o valor reduz para R\$ 31.500,00, gerando uma economia de R\$ 75.290,00, ou 70,5%. Utilizando os resultados obtidos por Guimarães (2011) e aplicando na Avenida Atlântica, têm-se um custo previsto para a pavimentação com materiais convencionais de R\$ 67.277,70. Contudo ao aplicar os materiais provenientes do RCC há uma redução para R\$ 19.846,92, o que indica uma economia de R\$ 47.380,78. Sendo assim, a pavimentação na Avenida Atlântica, a reutilização é mais barata em relação à estrutura convencional. Além disto, o emprego dos agregados reciclados na pavimentação pode proporcionar uma redução na extração da matéria-prima, provenientes de jazidas. Com esses resultados obtidos, pode-se verificar nesse estudo que o uso do RCC como matéria-prima para base e sub-base para pavimentação se mostra uma alternativa cabível e economicamente viável.

4. CONCLUSÕES

Com esses resultados obtidos, pode-se concluir nesse estudo que o uso do RCC como matéria-prima em substituição aos naturais, em base e sub-base, para pavimentação se mostra uma alternativa cabível e economicamente viável, havendo uma redução no custo de 70,5 % no total a ser investido. A pavimentação utilizando o RCC também contribui para a melhoria das questões ambientais, pois reduz a destinação dos materiais a locais inadequados como terrenos baldios, assim como possibilita o aumento da vida útil dos aterros sanitários. Nesse sentido, a proposta desenvolvida, além de ambientalmente correta, proporciona economia de custos na obra, como também reduz a demanda por recursos naturais a serem extraídos do meio ambiente.

Vale lembrar que a intervenção pública é de alta importância, tendo em vista o apoio através de políticas de incentivo para mitigar o despejo desses resíduos sem qualquer tratamento em locais inadequados e o rápido enchimento das células de aterros sanitários.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Wagner José de. Resíduos sólidos: abordagens práticas em educação ambiental. 2º edição. Recife: **EDUFRPE**, 2017. Disponível em: < <http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 22 abr. 2019.
- AJAYI, Saheed O.; OYEDELE, Lukumon O. Policy imperatives for diverting construction waste from landfill: Experts' recommendations for UK policy expansion. **Journal of Cleaner Production**, v. 147, p. 57-65, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2015**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15115: **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, execução de camadas de pavimentação, procedimentos**. Rio de Janeiro. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15116: **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural, requisitos**. Rio de Janeiro 2004.
- BLUMENSCHNEIN, R. NEVES. Manual Técnico: **Gestão de resíduos sólidos em canteiro de obra**. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/163823103/Manual-Tecnico-Gestao-de-Residuos-Solidos-em-Canteiros-de-Obras>>. Acesso em: 14 mar. 2018.
- BARRITT, John. An overview on recycling and waste in construction. Proceedings of the Institution of Civil. **Engineers-Construction Materials**, v. 169, n. 2, p. 49-53, 2015.
- BRASIL. Lei nº 12.385, de 02 de agosto de 2010. **Política nacional dos resíduos sólidos**. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 16 mar. 2018.
- BRASIL. Ministério do meio ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção da construção civil**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 18 mar. 2018.
- CHICA-OSORIO, Lina María; BELTRÁN-MONTOYA, Juan Manuel. Demolition and construction waste characterization for potential reuse identification. **Dyna**, v. 85, n. 206, p. 338-347, 2018.
- CONAMA. Manual para implementação de sistemas de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/4_manual_implantao_sistema_gesto_resduos_construo_civil_cp_125.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2018.
- DE ALMEIDA, Paola Cardoso; PISCANÇO, Aurélio Pessôa. III-066–diagnóstico da gestão dos resíduos de construção e demolição (rcd) no município de palmas–to. 2016.
- DING, Z., ZHU, M., TAM, V. W., YI, G., & TRAN, C. N. A system dynamics-based environmental benefit assessment model of construction waste reduction management at the design and construction stages. **Journal of cleaner production**, v. 176, p. 676-692, 2018.
- GUIMARÃES. **Estudo Comparativo entre a pavimentação flexível e rígida**. Trabalho de conclusão do curso 2011, 80p, Universidade da Amazônia, Belém, 2011.

LU, Weisheng et al. Analysis of the construction waste management performance in Hong Kong: the public and private sectors compared using big data. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 521-531, 2016.

MACEDO, Lucio Antônio Alves. Contribuição para a gestão dos resíduos da construção civil: **uma abordagem no município de São Luís**. Disponível em: < <http://www.sbpcnet.org.br/livro/64ra/resumos/resumos/5746.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

MOHAMMADINIA, Alireza et al. Laboratory evaluation of the use of cement-treated construction and demolition materials in pavement base and subbase applications. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 27, n. 6, p. 04014186, 2015.

MOTTA, R. S. **Estudo laboratorial de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil para aplicação em pavimentos de baixo volume de tráfego**. 2005. 134 f. Dissertação (Mestrado em engenharia de transporte) - Departamento de Engenharia de Transporte, Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos da construção civil**. São Paulo. Oficina de texto, p.176, 2014.

NUNES, I. L. da S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. Resíduos sólidos: os desafios da gestão. 1º edição. Recife: **EDUFRPE**, 2019. Disponível em: < <http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

OLIVEIRA, M. L., IZQUIERDO, M., QUEROL, X., LIEBERMAN, R. N., SAIKIA, B. K., & SILVA, L. F. Nanoparticles from construction wastes: A problem to health and the environment. **Journal of Cleaner Production**, v. 219, p. 236-243, 2019.

OLIVEIRA, MENDES. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição**. 2016. Disponível em: <<http://pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/GERENCIAMEN TO>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

PINTO, Carlos Henrique Catunda; DOS SANTOS, Alcimar Laurentino; CATUNDA, Ana Clea Marinho Miranda. PERCEPÇÃO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL, GESTÃO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RCD-RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM PARNAMIRIM/RN/BRASIL. **HOLOS**, v. 2, p. 33-49, 2015.

Portal nacional dos resíduos sólidos. **A coleta e o transporte dos resíduos sólidos no Brasil**. Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/a-coleta-e-o-transporte-dos-residuossolidos-no-brasil/>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

Portal nacional dos resíduos sólidos. **Reciclagem de resíduos sólidos da construção civil**. Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-residuos-solidos-daconstrucao-civil/>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

SANTOS, João Paulo de Oliveira et al. Resíduos Sólidos: impactos socioeconômicos e ambientais. 1º edição. Recife: EDUFRPE, 2018. Disponível em: < <http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

SÃO LUÍS. **Agência de notícias. Ecopontos criados pela prefeitura de São Luís fomentam cadeia produtiva de resíduos**. Disponível em: <<http://www.agenciasaoluis.com.br/noticia/18652/>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

SÃO LUÍS. Lei nº 4653, de 21 de agosto de 2006. **Gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos**. Disponível em: < <https://portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 01 abr. 2018

WANG, Jiayuan; LI, Zhengdao; TAM, Vivian WY. Identifying best design strategies for construction waste minimization. **Journal of Cleaner Production**, v. 92, p. 237-247, 2015.

ZORDAN, Sergio Eduardo. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. 1997.

7.2 AVALIAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO NO REFORÇO DE SOLO

PEDROSA, Aléssia De Albuquerque
Universidade de Pernambuco (UPE)
a.lessia@hotmail.com

LAFAYETTE, Kalinny Patrícia Vaz
Universidade de Pernambuco
klafayette@poli.br

SANTOS, Michele Joyce Pereira dos
Universidade de Pernambuco (UPE)
mjps2@poli.br

ALMEIDA, Suyanne Monteiro de
Universidade de Pernambuco-UPE (PE)
suyannemonteiro@gmail.com

RESUMO

A indústria da construção civil interfere significativamente no âmbito socioeconômico de um país, cenário observado no Brasil, mesmo em uma crise econômica. Todavia, é um dos setores que mais causa impactos ambientais, seja pelo consumo de recursos naturais não renováveis, seja pela intensa geração de resíduos. Diante dessas informações, este trabalho objetiva analisar a viabilidade do aproveitamento do agregado reciclado proveniente dos resíduos da construção, associado ao acréscimo de fibras de polipropileno e cimento, com intuito de promover reforço no solo, com possibilidade de emprego em camada de pavimentos. A utilização dessa técnica foi comprovada mediante a realização de ensaios em laboratório. Os resultados mostraram ganho de resistência em todas as misturas de solo com agregado reciclado, onde a amostra referente ao uso de 0,75% de fibras obteve maior resistência à compressão, com um acréscimo na ordem de 119% e 104 % para as idades de 7 e 28 dias respectivamente. Dessa forma, foi possível identificar o reforço do solo com aumento de sua resistência, a qual associada ao Índice de Suporte Califórnia obtido, viabilizam a aplicabilidade em pavimentação do solo, além de promover uma alternativa mais adequada para a destinação dos resíduos e proporcionar a redução dos impactos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Agregado reciclado, Fibras de polipropileno, Indústria da construção civil.

1. INTRODUÇÃO

A representatividade do setor da construção civil no desenvolvimento socioeconômico do Brasil é comprovada com a geração de empregos, de renda, com a viabilização de moradias, e infraestrutura, provenientes desse setor, além da sua contribuição em 8% do Produto Interno Bruto - PIB nacional, mesmo diante da atual crise econômica do país, segundo Portal Planalto (2017). Contudo, este setor é responsável também por grandes impactos ao meio ambiente. Estes impactos estão relacionados ao consumo de matéria prima, energia, além da intensa geração de resíduos gerados ao longo de toda sua cadeia produtiva. O Ministério do Meio Ambiente estima que mais de 50% dos resíduos gerados pelo conjunto das atividades humanas, no Brasil, sejam provenientes da construção (MAZUR, 2015).

O crescente número de restrições ecológicas juntamente com as pressões da sociedade por empresas mais sustentáveis e, evidentemente, os possíveis ganhos econômicos, fazem com que muitas pesquisas sejam desenvolvidas na atualidade sobre a logística reversa (MAZUR, 2015). Em virtude desse cenário, segundo Santos Neta et al. (2019, p. 375), “o foco da engenharia atual é aliar construção civil e sustentabilidade, buscando materiais alternativos que atendam a necessidade da engenharia, com o reaproveitamento de resíduos e conseqüentemente diminuindo os impactos ambientais”. O interesse no aproveitamento dos resíduos gerados está ligado à possibilidade de desenvolver materiais de baixo custo e que possuam características adequadas para sua reintegração na cadeia produtiva. Além disso, Araújo et al. (2016, p.17), atentam sua “importância ambiental, no sentido de que os referidos resíduos retornem como substituição a novas matérias-primas que seriam extraídas do meio ambiente”.

Todavia, segundo Gualberto et al. (2019, p. 32), ” para isto, é necessário que se obtenha maior conhecimento sobre as propriedades dos produtos gerados pelo processo de reciclagem dos RCC, uma vez que estes podem apresentar composição variada e características diversas”. Sendo comprovada a eficiência do material reciclado, a substituição do agregado natural por agregado reciclado poderá ser considerada uma alternativa para deposição final desses resíduos (GUALBERTO et al., 2019). Seguindo essa linha, Domenico et al. (2018, p.130), afirmam que “A tecnologia da construção civil se mostra empenhada em apresentar soluções para reduzir os impactos socioeconômicos e ambientais de suas atividades. ”

Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho é a utilização de resíduos da construção e demolição, associado à adição de fibras de polipropileno, visando o reforço do solo e viabilizando assim a empregabilidade dessa técnica em camadas de pavimentação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Desde a Pré-História o homem transforma matérias-primas em produtos úteis à sua sobrevivência. Após a Revolução Industrial, onde ocorreu a substituição do trabalho manual pelo uso do maquinário, o que favoreceu o aumento da produção significativamente, promovendo um elevado consumo de insumos e mercadorias, além do crescimento populacional nas cidades, agravando os prejuízos gerados ao meio ambiente (MORITZ; GIANNETTI; PIRES, 2016). Apesar da construção civil se apresentar como ferramenta fundamental para o desenvolvimento da sociedade em geral, também se manifesta como potencial considerável na contaminação do meio, dado ao enorme volume de resíduos gerados nas obras, e na sobrecarga dos locais de destinação inadequada desses. Assim, é importante considerar que os aspectos ambientais abrangem desde a extração da matéria-prima até a destinação final dos resíduos (SÁ et al., 2019).

Os impactos não eram considerados nas sociedades primitivas, pois a produção de resíduos era pequena e a assimilação ambiental não era grande. Somente após o

desenvolvimento tecnológico no mundo é que esta preocupação veio à tona. A partir desta constatação, começam a surgir as primeiras preocupações e questionamentos relativos ao efeito estufa e conseqüentemente o aumento do consumo de energia, a destruição da camada de ozônio, a poluição do ar e as chuvas ácidas, o consumo desmedido de matérias-primas não renováveis, a geração de resíduos, dentre outros. E é justamente a partir daí que surge o termo desenvolvimento sustentável (BRASILEIRO; MATOS, 2015). O desenvolvimento sustentável é entendido como a capacidade de harmonizar os objetivos do desenvolvimento econômico vigente sem comprometer o meio ambiente e as gerações futuras. Assim, para alcançar a sustentabilidade no âmbito da construção civil, de acordo com Roque e Pierre (2019, p. 3), “não se trata só da redução do desperdício de materiais, mas de ações que permitam reduzir custos e insumos, que reaproveitem e promovam o uso inteligente de recursos naturais em obras de engenharia e que promovam o desenvolvimento econômico, regional e social”.

a. A geração de resíduos

No Brasil, o resíduo é considerado como entulho, caliça ou metralha. Ademais, em uma linguagem técnica, o Resíduo da Construção e Demolição (RCD) ou Resíduo da Construção Civil (RCC), é o material gerado no processo construtivo de reforma, escavação e/ou demolição, defende a Associação Brasileira para Reciclagem de RCD (ABRECON, 2019). Assim, de acordo com Silva e Lima (2018, p.108), entulho da construção civil pode ser caracterizado como o resíduo industrial, sendo constituído por praticamente todos os materiais utilizados pela indústria da construção civil, como: brita, areia, materiais cerâmicos, argamassas, concretos e madeira.

“É fundamental o estudo, o planejamento e o controle das atividades produtivas quanto à geração e a destinação final dos resíduos, principalmente no setor da construção civil, que historicamente tem sido um grande gerador de resíduos sólidos” (SILVA et al., 2018, p.134). A geração desses resíduos promove diversos prejuízos à sociedade. Paz et al. (2019) afirmam que “os resíduos advindos das atividades de construção e demolição de obras, os RCD, tem sido um problema nas cidades brasileiras, tendo em vista que os mesmos são dispostos em grandes quantidades e podem trazer inúmeros transtornos nas vias públicas”. No Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, divulgados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017), a participação dos RCD no total de resíduos sólidos urbanos consiste em mais de 60%. Ademais, essa situação exige total atenção, de modo que se supõe um percentual ainda maior, uma vez que os municípios geralmente coletam apenas os resíduos de logradouros públicos (ABRELPE, 2017).

Os problemas ambientais resultantes da deposição do RCD são motivos de preocupação por causa dos impactos que os locais de disposição ilegais (que ocorrem rotineiramente) têm sobre as cidades e seu ambiente, além de aumentar, rapidamente, as áreas de aterro sanitário público em municípios em que o mesmo não possui nenhuma aplicabilidade. Esta questão tem sido amplamente debatida e tem estimulado o interesse por soluções ambientalmente sustentáveis, (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

b. Classificação

A resolução 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA é considerada um marco na história dos RCD, de modo que só a partir de sua criação é que os resíduos alcançaram a devida atenção para suas particularidades (PAZ et al., 2019). Nesta resolução foi feita uma classificação e caracterização mais completa de acordo com as características dos resíduos, aspecto que ajudou a identificar a melhor forma de lidar com sua pluralidade. A composição dos resíduos da construção está relacionada diretamente com suas propriedades, assim é válido salientar que o conhecimento desses aspectos pode ser considerado um dos parâmetros decisivos na avaliação da aplicabilidade do material reciclado em diversas áreas (SILVA; LIMA, 2018).

Dessa forma, a fim de iniciar o processo de aproveitamento dos resíduos é de extrema importância sua classificação e caracterização prévia. A classificação permite a identificação do potencial de reciclagem do material, já a caracterização, diferencia e quantifica os resíduos para conseguir planejar quantitativamente e qualitativamente sua redução, reciclagem e reutilização. Em ambos os casos é visado à destinação correta desses resíduos (ANDRADE; MARTINS, 2018).

c. Aproveitamento dos resíduos

Em razão da intensa geração de resíduos surge a necessidade por alternativas que reduzam os impactos causados ao meio ambiente, ao passo que utilizam desses materiais como forma de consumir menos recursos naturais e de evitar o seu descarte inapropriado. Diante disso, muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas visando o uso de resíduos da construção com aplicação para diversos fins (PORTELA, 2019).

Alinhando as informações disponíveis é possível enxergar inúmeras possibilidades de reaproveitamento de resíduos, encontrando aplicação como agregado reciclado, através da substituição de materiais de construção convencionais por materiais de construção sustentáveis em diversos segmentos da construção civil (PINTO et al., 2019). Conforme Lopes, Rudnick e Martins (2018, p.218), “O setor demonstra ter grande potencial para absorver os mais diferentes tipos de resíduos dos mais variados processos produtivos”. A título de exemplo, aplicabilidade pode ser encontrada no desenvolvimento de produtos, como tijolos de solo cimento, blocos de vedação de concreto, piso intertravado, pisos diversos, revestimentos decorativos (PINTO et al., 2019), na produção de argamassa (SENA; MORCELLI, 2018), na fabricação de concretos não estruturais (COSTA, 2018), em estruturas de contenção (PINHEIRO, 2018), além de no reforço e na estabilização de solo (PORTELA, 2019) e em camadas para pavimentação (NASCIMENTO, 2019).

Dentre os setores existentes foi atentado para a construção de pavimentos rodoviários, o qual consome muitos materiais e necessita de um baixo custo. Ademais, diante de estudos sobre o comportamento dos resíduos da construção, quando utilizados na forma de agregados reciclados em camada de base e sub-base de estradas, com resultados de índices satisfatórios fomenta ainda mais essa prática como uma alternativa sustentável (PEREIRA; STEINER, 2017). Dessa forma, Pinto et al. (2019, p. 1349) enfatizam sobre “o ganho ambiental que pode ser obtido com a utilização de agregados reciclados, que além de apresentarem custo inferior aos agregados naturais, diminuem a extração de matéria prima natural, e mitigam impactos ambientais com uma destinação final correta e menos agressiva”. Assim, o desenvolvimento de novas pesquisas que incentivem reaproveitamento do resíduo gerado na construção civil confere confiabilidade a essa prática e auxiliam na sua difusão na sociedade, além de semear gradativamente a preocupação com o ambiente (AGUIAR et al., 2019).

3. METODOLOGIA

Devido à ausência de normas técnicas específicas para a realização de ensaios de laboratório com RCD, nessa pesquisa foram utilizadas as normas que prescrevem métodos para a utilização de amostras de solos, previstas na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e no Departamento Nacional de Infraestrutura e Rodagens (DNIT). Foi realizada a coleta de um solo residual de granito a 6 metros de profundidade em uma encosta localizada no município do Cabo de Santo Agostinho. A empresa responsável pelo fornecimento da amostra de agregado reciclado foi a usina de beneficiamento – Ciclo Ambiental, localizada no município de Camaragibe – PE. A fim de conferir maior resistência às misturas foi adicionado cimento a composição. Foi incorporado o Cimento Portland, o qual possui um alto potencial aglomerante capaz de aumentar a coesão entre o agregado e o solo, fornecendo ganho de resistência

mecânica à mistura, tal propriedade justifica utilização de um teor de 2% do CPII E 32 em relação à massa seca de solo e agregado reciclado.

Para finalizar, as fibras utilizadas foram fornecidas pela Orpec Engenharia para a realização dos ensaios mecânicos (compactação e resistência à compressão). As fibras são constituídas de material termoplástico, o que garante maior flexibilidade e tenacidade, permitindo assim um aumento da resistência ao impacto dos materiais e na ductilidade do mesmo a que está sendo inserida. Os benefícios inerentes às fibras viabilizam sua utilização em ensaios para projetos de engenharia. Os teores utilizados foram de 0,1%, 0,5% e 0,75% em relação à massa seca da mistura. Os ensaios começam por meio da análise granulométrica, a qual foi realizada por meio de ensaios de peneiramento e sedimentação obedecendo às normas NBR 6457 (ABNT, 1986) e NBR 7181 (ABNT, 1984). Na determinação da densidade real, empregou-se a norma NBR 6508 (ABNT, 1984), a partir do método do picnômetro e a bomba a vácuo, determinando a massa específica das partículas que constituem o solo, através da razão do peso seco pelo volume seco do material. Também foi feita a caracterização mineralógica, sendo essa o fator primário que controla o tamanho, a forma e as propriedades físicas e químicas, sendo importante para o entendimento do comportamento de um solo.

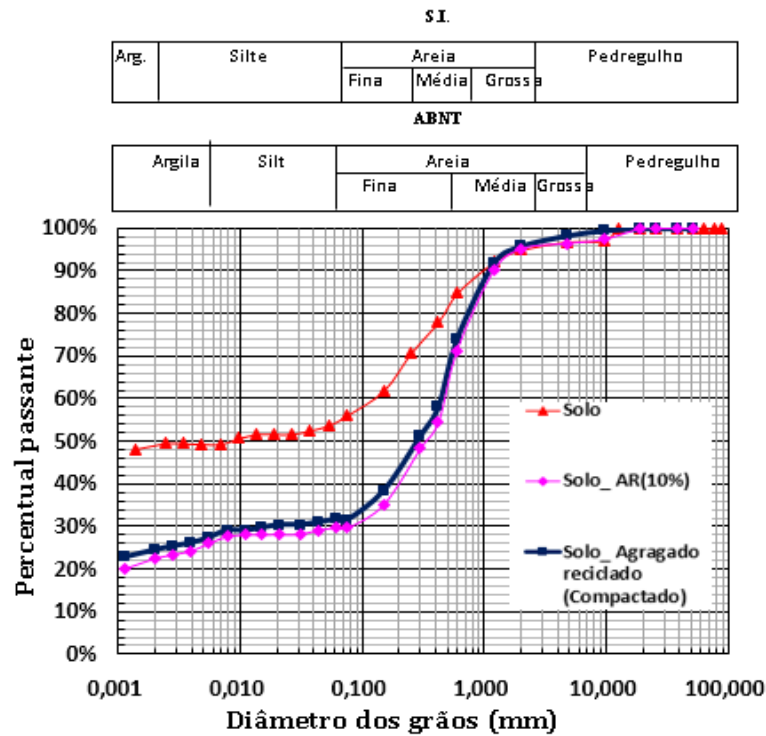
O ensaio de compactação foi realizado segundo as diretrizes da norma NBR 7182 (ABNT, 1986). As amostras foram preparadas com secagem prévia até atingir a umidade higroscópica e a energia utilizada foi do Proctor Intermediário para as misturas. A finalidade desse ensaio é obter o peso específico máximo e a umidade ótima do solo, dados que são relevantes na preparação dos corpos de prova para o ensaio de compressão simples. O ensaio de Índice de Suporte Califórnia (ISC) ou California Bearing Ratio (CBR) tem como objetivo medir a resistência à penetração de uma amostra compactada segundo o método Proctor. Esse ensaio foi realizado segundo a NBR 15115 (ABNT, 2004). O corpo de prova foi colocado imerso em água por 4 dias, para determinar a expansão.

De acordo com as normas da NBR 15115 (ABNT, 2004) e NBR 15116 (ABNT, 2004), o resíduo utilizado pode ser aplicado como material para execução de reforço de subleito quando $CBR \geq 12\%$ e expansão $\leq 1,0\%$, devendo ser executado com energia de compactação normal. Para revestimento primário e sub-base é padronizado $CBR \geq 20\%$ e expansão $\leq 1,0\%$, devendo ser executados com energia de compactação intermediária. Por fim, o ensaio de compressão simples seguiu os procedimentos descritos na NBR 12770 (ABNT, 1992) para as misturas de solo, agregado reciclado, cimento e fibras. A quantidade de água necessária, para adicionar às misturas, foi definida através dos dados da densidade seca máxima e da umidade ótima, obtidos no ensaio de compactação.

4. RESULTADOS

As curvas resultantes da análise granulométrica das misturas em diferentes percentuais apresentou maior porcentagem de argila presente no solo por se tratar justamente de um material argiloso (Figura 1). Nas misturas houve predominância arenosa, devido a adição do agregado, havendo também percentual considerável de argila, referente às características argilosas inerentes ao tipo de solo. É analisado também que a mistura após a compactação apresenta maior porcentagem passante de material arenoso que na mistura não compactada, efeito que é proveniente da quebra dos grãos. Resultados semelhantes foram encontrados por Macedo (2013), Almeida et al. (2015) e Barros e Lafayette (2016).

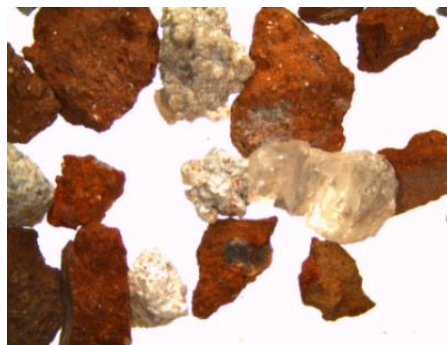
Figura 5. Curvas granulométricas do solo e das misturas



Fontes: Autores (2019)

A massa específica foi determinada segundo a NBR 6508 (ABNT, 1984). Os resultados variam de 2,66 g/cm³ a 2,70 g/cm³. Esses valores encontram-se próximos aos obtidos por Santos Neto (2015), envolvendo RCD para o melhoramento de solos colapsáveis, e Macedo (2013), com a utilização de RCD e fibras de polipropileno para pavimentação. Na mineralogia foram observados muitos grãos de quartzo (bem visíveis) com presença também de óxido e hidróxido de ferro com coloração entre marrom a vermelha (Figura 2). Através do Microscópio Petrográfico foi comprovada a presença de biotita. Os grãos variaram de sub-angulosos a angulosos.

Figura 6. Amostra com ϕ grão < 2 mm (Aumento de 8x)

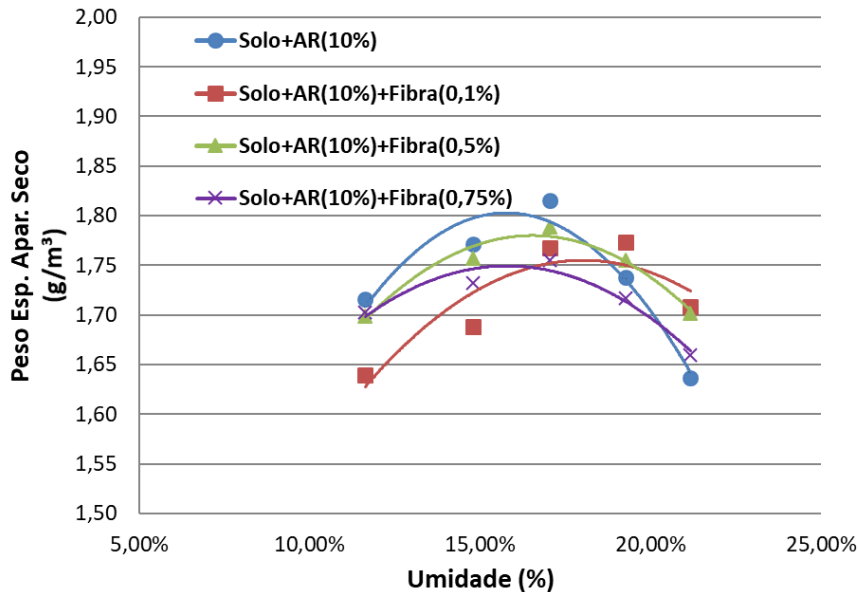


Fonte: Autores (2019)

No ensaio de compactação é possível observar que com o aumento da porcentagem de fibras nas misturas houve uma elevação na umidade ótima (Figura 3), resultado convergente com os de Almeida et al. (2015). Esse comportamento ocorre devido a retenção de água

promovida pelo conglomerado gerado pelas fibras e um decréscimo da densidade seca máxima, referente à inserção de um material mais leve na mistura.

Figura 7. Curvas de Compactação das misturas

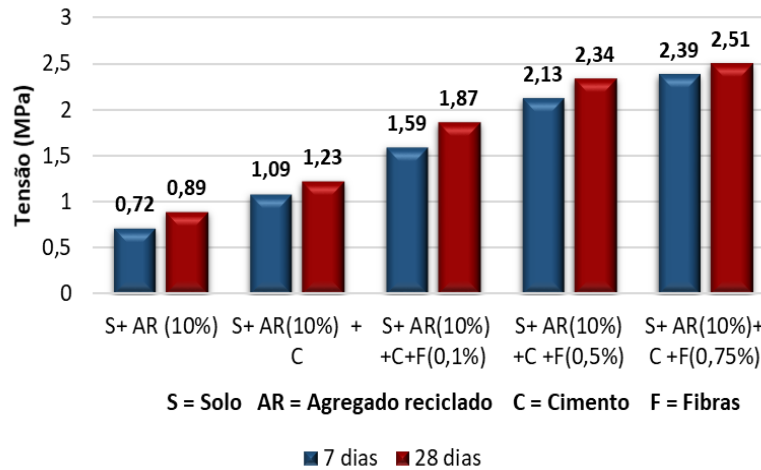


Fonte: Autores (2019)

A análise do Índice de Suporte Califórnia foi feita mediante a variação da carga aplicada pelo pistão no rompimento em kg pela penetração imposta pela prensa, onde o CBR apresenta valores de 28% para amostras sem fibras e 20% para amostras com fibras. Os valores encontrados justificam a já praticada utilização de RCD como material para pavimentação, assim como visto nos resultados de estudos feitos por Aguiar et al. (2019) e na dissertação de Macedo (2013). Entretanto, foi observada uma redução no valor do CBR com fibra, isto pode ter acontecido devido à percentagem das fibras, pois a partir de uma certa quantidade, a massa específica seca tende a diminuir em relação ao comportamento do RCD sem fibras.

No ensaio de compressão simples a determinação da resistência de acordo com as misturas é feita através da análise da variação da tensão pelo deslocamento. Os resultados da variação da resistência mostraram o aumento da resistência, ao longo do tempo e em função de percentagens mais elevadas de fibras (Figura 4). A amostra referente ao uso de 0,75% de fibras apresentou melhor resultado que as demais e ao ser comparada com a amostra sem uso de fibras houve um incremento da resistência na proporção de 119% e 104% para o período de 7 e 28 dias respectivamente.

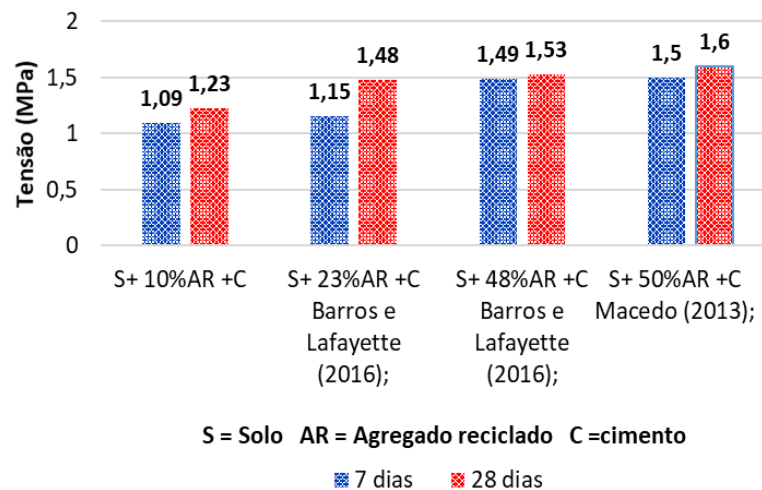
Figura 8. Resistência a compressão simples das misturas



Fonte: Autores (2019)

Este comportamento de ganho de resistência, que ocorre ao adicionar fibra às misturas, é devido ao atrito e aderência que se desenvolve no contato fibra-solo, além da ductilidade que as fibras proporcionam ao material. Situação semelhante foi observada nos trabalhos de Macedo (2013), Almeida et al. (2015), e de Penha et al. (2016), onde também ocorre a utilização de fibras de polipropileno no reforço da sub-base em um pavimento de solo argiloso. Ao realizar a análise comparativa com os trabalhos de Macedo (2013) e Barros e Lafayette (2016) para as misturas contendo 10%, 23%, 48% e 50% de agregado reciclado, foi verificado o aumento da resistência de acordo com a maior presença de agregado, com média de 24,67%, obtendo maior resistência na mistura com 50%, onde ocorreu um acréscimo de 38% e 30% para os períodos de 7 e 28 dias, respectivamente (Figura 5).

Figura 9. Análise comparativa para misturas com diferentes teores de AR



Fonte: Autores (2019)

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos foi identificada a relevância da inserção de fibras e agregado reciclado, onde os dados mostraram que a mistura com maior porcentagem de fibra

obteve o maior acréscimo da resistência, com 119% e 104% para o período de 7 e 28 dias, identificando o reforço do solo. Ademais, o ensaio de CBR justifica a utilização de RCD como material com possibilidade de uso em camadas de pavimento, atendendo as especificações descritas na NBR 15115 (ABNT, 2004) e NBR15116 (ABNT, 2004) para reforço de subleito, base e sub-base. Dessa forma, foi possível concluir que a adição de agregados reciclados e fibras de polipropileno, conferiram ao solo melhoramento de suas características físicas e mecânicas, promovendo seu reforço, de modo que viabilizam sua utilização na construção civil. A comprovação da aplicabilidade dessa técnica para uso em pavimentação sugere essa prática como uma alternativa para destinação mais adequada dos resíduos e com conseqüente redução de impactos ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6508**: Grãos de Solos que Passam na Peneira de 4,8 mm – Determinação da Massa Específica. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Solo – Análise granulométrica: Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7182**: Solo – Ensaio de Compactação: Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12770**: Solo Coesivo – Determinação da Resistência à Compressão não Confinada. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.457**: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986.

ABRECON - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. Disponível em: <https://abrecon.org.br/entulho/o-que-e-entulho/>. Acesso em: 11 abr. 2019.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2017.

ANDRADE, A.S.; MARTINS, G.S. **Análise dos resíduos da construção civil no município de Guairá-SP**. 2018. 15 f. Artigo como Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário UNIFAFIBE – UNIFAFIBE, São Paulo, 2018.

AGUIAR, M. B.; ALVES, F. M.; GOME, M. G.; PORTO, L. F.; GOMES, L. F. R.; JACOB, R. S. Avaliação de viabilidade técnica para incorporação dos resíduos da construção civil em obras de pavimentação. **Revista Interdisciplinar da PUC Minas no Barreiro**, v.9, n.17, p.177-197, jan./jun. 2019.

ARAÚJO, D. L.; FELIX, L. P.; SILVA, L. C.; SANTOS, T. M. Influência de agregados reciclados de resíduos de construção nas propriedades mecânicas do concreto. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v.11, n.1, p.16-34, dez./jun. 2016.

BARROS, D. C. F.; LAFAYETTE, K. P. V. Análise da energia de compactação de um solo com adição de agregado reciclado da construção civil. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*, v.2, n.1, p.346 - 358. 2016.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. *Revista Cerâmica*. v.61, n.358, p.170-189, abr./jun. 2015.

CONAMA. Ministério do Meio Ambiente: Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 307, de 05 de julho de 2002**. (2002). Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/arquivos/36_09102008030504.pdf Acesso em: 22 ago. 2018.

COSTA, L. P. **Estudo da viabilidade do agregado graúdo reciclado de resíduos de construção civil e demolição na utilização de concretos não estruturais**. 2018. 161 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, Varginha, 2018.

DOMENICO P.; LIMA, T. T.; CASTRO, R. M.; CASTRO M. N. Influência do agregado miúdo reciclado na resistência à compressão e porosidade do concreto. *Revista Internacional de Ciências*, v. 08, n. 01, p. 129 - 147, jan./jun. 2018.

GUALBERTO, A. B.; AZEVEDO, I. C. A. D.; PEREIRA, R. M. R. Avaliação do uso de resíduos da construção civil reciclados como agregados do concreto em um pátio de compostagem. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v.15, n.1, p.31-51, jan./jun. 2019.

LOPES, J. P.; RUDNICK, T. R.; MARTINS, C. H. Utilização de resíduos industriais para produção de concreto sustentável. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v.14, n.2, p.216-228, jul./dez. 2018.

MACEDO, T.F. **Análise do Desempenho Mecânico da Mistura Agregado Reciclado-Solo-Fibra-Cimento para Pavimentação**. 2013. 162 f. Dissertação (pós-graduação em Engenharia Civil). Universidade de Pernambuco. Recife, 2013.

MAZUR, J. **Resíduos sólidos da construção civil e a logística reversa no canteiro de obras vinculados à saúde e segurança do trabalhador**. 2015. 51f. Monografia (pós-graduação em segurança do trabalho). Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Curitiba. 2015.

MORITZ, G. L.; GIANNETTI, B. F.; PIRES, C. E. **Confecção de produtos com o aproveitamento da casca do coco verde**. XIV International Conference on Engineering and Technology Education. Salvador. 2016.

NASCIMENTO, E. C. **Avaliação das propriedades do agregado reciclado da construção civil para utilização em sistema de cobertura final de aterros sanitários**. 2019. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco – UPE, Recife, 2019.

NIEHUES, A. P. G.; STEINER, L. R. Estabilização granulométrica de solo argiloso com agregado de resíduo de concreto da construção civil para utilização em pavimentação. *Revista Técnico-Científica de Engenharia Civil UNESC*, v.1, n.1, p.1-19, dez. 2018.

PAZ, D. H. F.; HOLANDA, M. J. O.; LAFAYETTE, K. P. V.; SOBRAL, M. C. M. Desenvolvimento de um SIG para monitoramento da deposição irregular de resíduos da construção civil em Recife - PE. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1. ed. Recife: Edufrpe, p. 433-446, 2019.

PAZ, D. H. F.; XIMENES, T. C. F.; HOLANDA, M. J. O.; LAFAYETTE, K. P. V. Impactos ocasionados pela deposição irregular dos resíduos de construção e demolição no município de Paulista – PE. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1. ed. Recife: Edufrpe, p. 331-339, 2019.

PEREIRA, H.; STEINER, L. R. **Caracterização física e mecânica do agregado reciclado de concreto e do agregado reciclado de revestimento cerâmico para aplicação em camada de base de pavimentos**. 2017. 18 f. Artigo como Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, 2017.

- PINHEIRO, R. L. O. **Otimização da geometria de muros de gravidade de blocos concreto com agregado reciclado**. 2018. 19 f. Artigo como Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, 2018.
- PINTO, R. B.; FABRÍCIO, E. P.; BRUM, N.; KÖHLER, F. A. Resíduos da Construção Civil: matéria prima verde a ser investigada. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 2, p. 1339-1351, jan/feb. 2019.
- PLANALTO. **Setor da construção civil aposta em crescimento e geração de empregos com mudanças no MCMV**. Disponível em: <http://www2.planalto.gov.br/mandatomicheltemer/acompanhe-planalto/noticias/2017/02/setor-da-construcao-civil-aposta-em-crescimento-e-geracao-de-empregos-com-mudancas-no-mcmv>. Acesso em: 08 mar. 2019.
- PORTELA, M. F. A. **Avaliação da dispersividade e resistência à compressão de compósitos de um solo da formação barreiras com RCD e cal**. 2019. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco – UPE, Recife, 2019.
- ROQUE, R. A. L.; PIERRI, A. C. Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil. **Research, society and development**, v.8, n.2, p.1-18, 2019.
- SÁ, A. C. C.; SÁ, G. C.; CAMPOS, E. R. T.; OLIVEIRA, F. M.; SILVA, E. R. B.; RODRIGUES, H. G. Construção e demolição civil na cidade de Espinosa, Minas Gerais: mapeamento dos pontos de disposição de resíduos. **Revista Espinhaço**, v.7, n.2, p.49-59, feb. 2019.
- SANTOS NETA, A. V.; SANTOS, A. C.; FARIAS, M. F. L.; BEZERRA, H. J. C. L. Blocos de alvenaria de vedação de compósito com concreto simples e pó de mdf. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1. ed. Recife: Edufrpe, p. 374-385, 2019.
- SANTOS NETO, F.C. **Uso De Resíduos Da Construção Civil Para Melhoramento De Solos Colapsíveis**. 2015. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco – UPE, Recife. 2015.
- SILVA, C. J.; SILVA, J. F. C.; LIMA, A. P. O.; SOBRAL, D. M.; HOLANDA, R. M. Análise dos resíduos sólidos em construtoras da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.4, n.1, p.120-135, 2018.
- SILVA, C. M.; LIMA, S. F. Utilização do agregado proveniente de resíduos de construção e demolição em substituição ao agregado miúdo natural no concreto. **Caderno de graduação: ciências exatas e tecnológicas**, v.5, n.1, p. 103-116, nov. 2018.
- SENA, J. L.; MORCELLI, C. P. R. Avaliação da incorporação de resíduos de construção civil na produção de argamassas. **Revista Científica UMC**, v.3, n.3, p.381-384, out. 2018.

7.3. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA PAVIMENTAÇÃO DE CALÇADA

LACERDA DE REZENDE, Adna Cristina
Universidade Ceuma (MA)
adnaclr@gmail.com

MACHADO, Alessandro de Rezende
Universidade Ceuma (MA)
alessandrom@hotmail.com

NETO, Luís Pereira dos Santos
Universidade Ceuma (MA)
luizpsneto@gmail.com

SILVA, Taliana Régia Castro Serejo Silva
Universidade Ceuma (MA)
serejotaliana@gmail.com

RESUMO

As atividades da construção civil causam inúmeros impactos ambientais, entre eles, está à geração e disposição inadequada de Resíduos da Construção Civil (RCC). Na perpetuação dessa prática está o contexto cultural de desconhecimento e despreocupação acerca dos impactos da disposição clandestina e dos benefícios de uma gestão adequada dos mesmos, como exemplo, a minimização dos danos causados pela exploração de matéria prima. Assim, a pesquisa tem como objetivo intencionar a utilização de resíduos sólidos da construção na pavimentação de calçada de um trecho da rua Nova no bairro Anil no município de São Luís - MA. Refere-se de uma análise exploratória, que utilizou dados secundários e revisão bibliográfica para analisar e discutir o tema e, buscando ratificar os benefícios da reutilização do RCC, propôs a construção de uma calçada em um trecho da rua Nova, até parte da rua 25, no bairro Anil, empregando tais materiais. O resultado determinou a possibilidade de destinar 35,75 toneladas desses resíduos, reduzir a extração de mais de 30 toneladas de areia dos leitos dos rios e de promover economia de 15% em relação ao valor que seria gasto. Portanto, o trabalho foi apto para transparecer a importância da orientação adequada do RCC, que fundamenta em imensuráveis vantagens resultantes dessa prática.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos da construção civil, Extração, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Desde a primeira revolução industrial, a relação entre o homem e o meio ambiente mudou de forma intensa. O método de produção baseado na agricultura e manufatura foi substituído pela produção industrial, que intensificou o uso de matérias primas. No atual modelo de produção, que acompanha o advento de novas tecnologias, crescimento populacional e consumismo, um novo problema ambiental tornou-se evidente: a geração de resíduos, seja para bens de consumo duráveis, como construções civis, ou não duráveis.

Com a introdução do conceito de sustentabilidade aos modos de produção, houve uma demanda crescente para o desenvolvimento de novas alternativas que buscassem minimizar os danos ao meio ambiente e permitir que gerações futuras possam ter qualidade de vida. No setor da construção civil não foi diferente, o debate sobre os problemas ambientais causados pelas construções, incluindo a geração de resíduos sólidos que passou a fazer parte da questão ambiental como um todo, pois caracteriza um processo de grande impacto considerando que, além de serem majoritariamente descartados de forma aleatória e irresponsável, representam um grande desperdício de materiais naturais e, além disso, promovem acúmulo de resíduos.

Tendo em vista, os grandes danos causados pelos resíduos sólidos da construção civil (RCC) e pelo seu descarte inadequado – como a poluição ambiental, poluição visual, proliferação de doenças, obstrução do passeio público e desperdício de materiais naturais – que contribuem para o impacto ambiental de extensas áreas onde são realizadas as obras, o trabalho, buscando minimizar os impactos causados pelo problema já citado, visa propor a utilização de resíduos sólidos da construção civil na pavimentação de calçada de um trecho da rua Nova no bairro Anil, no município de São Luís - MA.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Impactos ocasionados pela construção civil

O mercado da construção civil sempre teve uma fundamental importância para economia do país, entretanto, ocupa um papel de grande destaque na contribuição para os impactos ambientais causando um enorme prejuízo para fauna e flora brasileira. A formação de áreas degradadas geralmente começa logo na fase de extração de recursos naturais não renováveis.

Ao passar dos anos, esses impactos ambientais se intensificaram, de modo que surgisse uma demanda para criação de normas e resoluções a fim de evitar e diminuir, especialmente quando derivam de obras da construção civil. Para a gestão de RCC, a resolução de número 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) foi um dos mecanismos estabelecidos para lidar com essa demanda que estabelece instrumentos para responsabilizar o gerador de RCC (TROCA, 2008).

Pode-se dizer que as atividades da construção civil causam impactos ambientais diretos, quanto ao desperdício e poluição no momento da execução da obra, e indiretos, quanto à extração e fabricação da matéria prima utilizada na construção, que em sua maioria, é retirada de recursos da naturais, como: cimento, areia, madeira, cerâmicas, cal, entre outros. Essas indústrias que produzem os materiais são as que têm maior parcela sobre os impactos ao meio ambiente. De acordo com Roth e Garcias (2009), no Brasil, as áreas degradadas provocadas pela construção civil ocorrem em três momentos distintos: na extração e fabricação de materiais de construção, na execução das obras e na disposição dos resíduos por ela gerados.

Outra situação que pode ser mencionada é a grande geração de RCC e resíduos não renováveis ao fim da vida útil de um edifício, caracterizada pela demolição do mesmo. Esses

fatos, associados à deficiência na gestão dos resíduos sólidos observada na maioria das grandes cidades, traduzem a despreocupação quanto aos problemas mencionados e evidenciam a crescente necessidade de lidar com tais problemas. A geração e disposição inadequada de RCC compõem os principais motivos que causam o impacto ambiental associado ao consumo de recursos naturais, assim como o uso indiscriminado de energia. Segundo Rocha et al. (2006)

Os resíduos produzidos pela indústria da construção civil sempre se comportam de acordo com a necessidade que têm as mais diversas atividades de produção, sendo inevitável sua geração. No entanto, os países que buscam o crescimento econômico devem estar dispostos a preservar a natureza, isto é, tentar solucionar o problema diminuindo, pelo menos, o índice de resíduos de construção civil gerados.

Relaciona-se a esse fato um contexto cultural de desconhecimento e despreocupação acerca dos impactos da disposição clandestina do RCC e dos benefícios de uma gestão adequada dos mesmos, que, por sua vez, correspondem à minimização dos danos causados pela exploração de matéria prima, prejuízos à saúde e gastos públicos dispensáveis (BLUMENSCHNEIDER, 2004). Antecipar uma identificação dos aspectos e verificar os impactos causados por uma construção é essencial para que haja um estudo para minimizar ou até mesmo acabar com danos futuros e consequentemente diminuindo gastos no empreendimento.

Segundo Beltrame (2013), em uma construção os maiores impactos estão associados à operação dos edifícios, que são responsáveis pelo consumo de grande parte (40%) de toda energia produzida no mundo. Relacionada à produção de resíduos estão as fases de construção e reforma. Essas acarretam a formação de cerca de 400 kg de entulho por habitante, anualmente, o que corresponde a cerca de 40% de todo resíduo criado por atividades humanas. A construção civil também é responsável pela utilização de mais de 60% de toda madeira extraída, além de gerar 40% de todo o resíduo na zona urbana.

2.1.1 Gestão de resíduos sólidos

Em São Luís – MA, a Lei responsável por regularizar a gestão de resíduos sólidos é a de nº 4.653/2006. Por meio dessa, em 2006, foram estabelecidos o Sistema de Gestão Sustentável de RCC e de Resíduos Volumosos e o Plano Integrado de Gerenciamento de RCC. A lei age de modo a proibir no município a disposição de RCC em locais de passeios, áreas de “bota fora”, corpos e cursos d’água, vias e outras áreas públicas, além, das regiões não licenciadas e protegidas por lei. Os resíduos, de acordo com tal norma, devem ser destinados ao aterro sanitário municipal, seja na forma de agregados reciclados ou na condição de solos não contaminados.

A quantificação da geração de resíduos em canteiros de obra refere-se à previsão da produção de resíduos em um projeto particular, podendo ajudar os gerentes de projeto no ajuste da programação de compra dos materiais, na organização do armazenamento no canteiro e determinar o potencial custo-benefício da reciclagem e eliminação de resíduo (PAZ; VIEIRA et al. 2018). O destino dos RCC e dos Resíduos Volumosos gerados no município de São Luís – MA, deve ocorrer em áreas adequadas, de acordo com a lei em questão, visando a triagem, reutilização e reciclagem dos mesmos, adequando-se à legislação federal específica. Tal lei impede a disposição de RCC e Resíduos Volumosos nas seguintes áreas:

- a) áreas de "bota fora";
- b) encostas;
- c) corpos d’água e cursos de água;
- d) lotes vagos;
- e) passeios, vias e outras áreas públicas;
- f) áreas não licenciadas;
- g) áreas protegidas por Lei.

Com o passar do tempo, as Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes foram nomeadas de acordo com o programa de governo adotado em cada local e, no caso do município de São Luís, o termo adotado é o ecoponto, que possui um conceito que vai além do recebimento de RCC e material volumoso. Outro fato importante é que, nessas unidades ocorre o recebimento de material reciclável, que é encaminhado às cooperativas, e a humanização do trabalho de catadores, por meio de possíveis contratações dos trabalhos locais, de modo a promover emprego e melhorar as condições de vida desses trabalhadores.

2.2 Políticas públicas de resíduos sólidos no Brasil

Os tópicos associados aos limites regulares da higienização da cidade do controle e manipulação das sobras sólidas no Brasil, são estabelecidos no Governo Nativo de Saneamento Básico, Lei n. 11.445/2007, onde tem obrigação agregar os planos municipais de saneamento básico (PMSB) e na política nacional de resíduos sólidos (PNRS), Lei nº. 12.305/2010, regulamentada por meio do Decreto n. 7.404/2010, depois de vinte anos de processo no Congresso Nacional elaborou um novo marco regulatório para o país. Segundo Souza et al. (2016), por não apresentar um sistema de gerenciamento adequado para as cidades do mundo todo sofrem sérias consequências, principalmente no âmbito ambiental e social.

A PNRS desenvolve os conceitos da combinação adaptada e suportável de sobras, e sugere dimensões de indução à constituição de uniões gerais para a combinação regional com visão a estender a eficiência do gerenciamento das intendências municipais, através de vantagens de proporção e perda de esforços no evento de divisão de recursos de impostos, conversação e propósitos de sobras sólidas. Em virtude da atenção mundial às questões ambientais, faz-se necessário a manutenção dos seres vivos em preservação e conservação para se obter qualidade de vida para as presentes e futuras gerações, com isso, cresce a proposição de políticas públicas que contemplem as demandas socioambientais (SILVA; MELLO et al., 2018).

A entrada aos fundos da unidade conduzidos à direção dos resíduos rígidos necessitará do aparecimento. No começo de 2011, ficou formado o Comitê Orientador Interministerial no sentido da colocação dos processos de coordenação contrária. O alvo é assegurar que os dejetos compactos estejam reaproveitados, recuperados ou retraído pelo dever da fábrica. Para isso, estarão fixados pactos dominais com as tantas reclusões convenientes.

A normalidade do desenvolvimento de resíduos sólidos das cidades, de acordo com diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos (RSUs), que divulga anualmente a base de dados do sistema nacional de informações sobre saneamento (SNIS), referentes ao ano 2016, foi de 0,85 a 0,90 kg/hab/dia para municípios com população até 250 mil habitantes e 0,93 a 1,03 kg/hab/dia para os municípios com população acima do valor referido, ficando, o indicador médio para o País, em 0,94 kg/hab/dia (SNIS, 2018) O desenvolvimento geral foi de somente 1,5% entre os anos de 2015 e 2016, e a criação per capita exibiu uma redução existente de aproximadamente 6% na porção de sobras das residências produzidos, para o qual já havia registrado uma redução de 5% para o ano de 2014 (SNIS, 2018). Os dejetos produzidos nas moradias retratam mais de 50% da extensão dos resíduos sólidos recolhidos e colocados em aterros sanitários, e apenas 3% são úteis em métodos de compostagem (CEMPRE, 2010).

Os RCCs assim como consistem em uma ampla adversidade ambiental, principalmente pela destinação irregular em córregos e áreas laterais de rodovias. Nas cidades de médio e grande porte no Brasil, os RCCs podem representar de 50% a 70% das quantidades dos resíduos urbanos (IPEA, 2012). Em sua maior parte, os RCCs são materiais similares aos agregados naturais e solos, porém pode-se conter outros matérias como: tintas, solventes e óleos, caracterizados como substâncias químicas que podem ser tóxicas a saúde humana e ao meio ambiente (IPEA, 2012). Os RCC estão sujeitos à legislação federal, à legislação referente aos

resíduos sólidos, específica de âmbito estadual e municipal, bem como às normas técnicas brasileiras. Compete às prefeituras a preparação de projetos de administração que insiram:

- a) planejamento Municipal de gestão (para fontes de pequenos volumes);
- b) planos de comando em obra (para permissão das práticas dos fatores de longos volumes).

Esses planos têm de qualificar os resíduos e mostrar sistemas para escolha, acomodação, condução e propósito (RESOLUÇÃO CONAMA n.º 307/2002). O pagamento de atividades de coleta de resíduos sólidos pelas prefeituras brasileiras tem evoluído. Porém, ainda se depara bastante aos níveis fundamentais para de fato restringir a porção de resíduos potencialmente reaproveitáveis que ainda são colocados em aterros ou lixões e os efeitos resultantes. Cabe realçar que o primeiro projeto de lei para instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi proposto em 1989, por iniciativa do Senado Federal. Após passar por várias comissões e tramitar no congresso nacional, com correções, despachos, emendas em comissões e plenário, somente em março de 2010, cerca de 20 anos depois, o projeto voltou ao senado e, em 7 de julho do mesmo ano, sua redação final foi aprovada no plenário.

O estabelecimento de legislação específica sobre resíduos sólidos urbanos levou mais de duas décadas e, apesar da mesma ter sido sancionada, a ausência da legislação durante esse período abriu portas para a geração e estabelecimento de lixões e aterros inadequados. A lei da PNRS foi sancionada em agosto de 2010, e a sua regulamentação em 23 de dezembro de 2010.

2.3 Destinação dos resíduos sólidos

Os resíduos sólidos são os restos que resultam da fabricação, que devem ser reaproveitados ou empregados na reciclagem para a fabricação de outros produtos. Alguns produtos que são chamados de rejeitos não apresentam qualquer condição de aproveitamento, tendo seu destino para o aterro sanitário. A Resolução n.º 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) foi o primeiro recurso legal com a atenção voltado para a gestão e destinação dos resíduos sólidos, que elaborou diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC. Ainda que voltada apenas para os resíduos da construção civil, foi uma referência determinante para a gestão de resíduos no Brasil, que exigia orientações específicas quanto às atribuições nos envolvidos no processo.

Além disso, esta resolução determinou que as administrações municipais e geradores de resíduos criarem planos para o gerenciamento e deterem a disposição inadequada dos resíduos sólidos, além de estabelecer que dentre os resíduos sólidos urbanos, especificamente os RCC e volumosos, a maioria produzidos por atividades comerciais de grandes geradores, deveriam ser encaminhados às ATTs de RCC e resíduos volumosos. Assim, caracteriza-se ATTs como locais para recebimento de grandes volumes de resíduos urbanos e de RCC, que até então vinham sendo ordenados em áreas de “bota fora”, corpos d’água, encostas, áreas de preservação e em lotes vagos. O principal objetivo das ATTs é a triagem de resíduos, o armazenamento quando possível, e a destinação para a reutilização dos mesmos. Como os RCC possuem classificações, a destinação deve ser específica de acordo com as características, para que receba a destinação adequada e possam ser reutilizados. Segundo Jacobi e Besen (2011), os aspectos relacionados aos marcos legais da limpeza urbana, em especial da gestão e manejo dos resíduos sólidos no Brasil, são definidos na Política Nacional de Saneamento Básico, Lei n.º 11.445/2007, no qual, o plano de resíduos sólidos deve integrar o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB).

Com a instituição da PNRS, em 2012, para se adequar a nova política de resíduos sólidos no Brasil, parte das definições da CONAMA 307 foram apropriadas mediante a Resolução 448. Conforme Pinto (1999), a imagem mais frequentemente encontrada nos municípios de médio e grande porte é a descoberta a ordenação de vastas porções de RCC em aterros de inativos, bem como apresentados de “bota-foras”. Estabelece a dificuldade mais relevante no propósito dessa porção dos restos o inflexível e ligeiro fadiga das regiões denominada para organização. Vale lembrar que, de acordo com a Agência de Notícias da Prefeitura de São Luís (2018), os “bota-

foras” são conceituados como lugares em que são feitos descartes irregulares e a céu aberto. É importante reiterar que a presença e acúmulo dos RCC e outros resíduos é problemático, pois além dos impactos ambientais, propiciam a proliferação de organismos que podem ameaçar a saúde humana e comprometer às condições de saneamento. Para Tessaro et al. (2012, p. 122):

A construção civil tem sido considerada uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento da sociedade, porém é uma atividade que causa impactos ambientais, pois utiliza recursos naturais, modifica o meio ambiente e gera um grande volume de resíduos. Diante desse fato, nas últimas décadas vem aumentando a preocupação quanto à disposição final dos resíduos gerados por ela.

A destinação adequada de resíduos gerados é fundamental, pois as ações para que sejam diminuídas as causas grandes impactos positivos, posteriormente, colaborando em vários aspectos, ou seja, serão tratados diretamente na fonte. Os resíduos sólidos decorrentes de obras da construção civil são outro grave problema, pois colaboram para a degradação gradativa do meio ambiente em questão. O correto seria uma política de implantação de lugares para o depósito desses resíduos, os conhecidos bota-fora, e não em lugares como feiras, praças, terrenos baldios etc. (SOUZA, 2004). Para Bourscheidt et al. (2018):

No Brasil a preocupação ambiental se inicia na década de 1930, período em que o país começa seu processo de industrialização, e passa a existir a preocupação com o meio ambiente. Destacam-se ações relacionadas com o meio ambiente, como a promulgação dos seguintes documentos: Código de Caça e Pesca; Código Florestal; Código de Minas e o Código de Águas.

Conforme Kartam et al. (2004), os resíduos oriundos de reciclagem podem ser empregados como adjunto para concreto de baixa resistência, em asfalto de vias, como produto para drenagem ou para preenchimento de composições de contenção, na fabricação de blocos de argamassa, na produção de massas pré-moldadas para calçamento de passeios públicos, etc. O efeito da reciclagem de resíduos sólidos pode ser ampliado na condição de existência de uma série de instrumentações seguidas de desenvolvimento tecnológico e de métodos cientificamente aprovados. Para Matos et al. (2015):

A Maior parte destina-se objetivamente o revestimento asfáltico como níveis de pavimentos rodoviários e urbanos, no Brasil, 95% das rodovias pavimentadas são de revestimento asfáltico, salvo que também era utilizado em incontáveis processos das vias urbanas.

Algumas providências podem ser realizadas para diminuir ou evitar os impactos gerados pelos resíduos decorrentes da falta de reciclagem, lugar apropriado para destinação e restos de resíduos oriundos de construções, ou seja, pode-se utilizar políticas de conscientização ambiental, containers para o depósito de resíduos, coleta seletiva, dentre outras, pois, assim, o equilíbrio entre os espaços públicos, feiras, supermercados, praças estará preservado. Igualmente, faz-se imprescindível ponderar o olhar ambiental dos capitais atores intrincados para a formulação de medidas planejadas e eficazes. Os resíduos orgânicos causados pelas feiras são destinados ao aterro sanitário, onde são permutados a outros tipos de resíduos, como plástico, papel, vidro, metal, o que por durante muito tempo colaborou para a diminuição de sua vida útil.

Porém, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos atual, esse modos operande deve ser prática extinta, pois a prefeitura precisará realizar a coleta destes resíduos sólidos orgânicos e destiná-los à compostagem para fabricação de adubo orgânico. E os demais resíduos

recicláveis necessitarão seguir para a reciclagem. Assim como deve haver a promoção de educação ambiental para toda a população que participe ou não da produção de resíduos sólidos (NASCIMENTO et al, 2013).

2.4 Procedimento de reciclagem de RCC

A gestão adequada dos RCC engloba vários processos e etapas. A reciclagem é tida como um dos aspectos mais importantes envolvidos nessa gestão. Considerando que a geração de RCC é inevitável, a reciclagem torna-se protagonista, pois lida com esse problema e traz benefícios derivados da reutilização desses materiais recicláveis no ciclo de produção, tornando a economia mais sustentável. Dentre as vantagens da reutilização e reciclagem dos RCC, estão: conservação dos recursos naturais; economia de energia; redução da quantidade de aterros; diminuição da poluição; geração de empregos; e redução do gasto com controle ambiental pelas indústrias (JOHN, 2000).

Apesar de todos os benefícios citados quanto ao aspecto ambiental. Segundo Sobral (2012), esses não podem ser os únicos fatores de defesa da reciclagem. Esse processo deve ser entendido, para além dos aspectos ambientais, como atividade produtiva, pois gera emprego, renda e conhecimento. O fato da reciclagem ser economicamente mais lucrativa pode ser usado como exemplo, pois tornaria suas atividades mais atrativas ao empresariado. Desse modo, é indispensável à possibilidade e inclinação, no setor da construção civil, para reciclagem dos resíduos produzidos em suas atividades, considerando que esse volume (normalmente depositado em lugares inapropriados) causa grandes consequências ambientais (JOHN, 2000), que o destino inadequado desse material pode caracterizar uma perda econômica e social, como exposto anteriormente.

Do ponto de vista de Miranda et al. (2009), o processo da reciclagem de RCC pode ser realizado de forma mais adequada e efetiva com a instalação de usinas de beneficiamento, que são locais onde podem ser produzidos agregados reciclados utilizados pela construção civil. De acordo com o CONAMA, em sua resolução 307/2002, o RCC pode ser classificado em:

- a) Classe A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados;
- b) Classe B: resíduos recicláveis para outras destinações, como, por exemplo, plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
- c) Classe C: resíduos que não possuem tecnologias ou ações economicamente viáveis que possibilitem a sua reciclagem;
- d) Classe D: resíduos perigosos advindos do processo de construção, como, por exemplo, tintas, solventes e óleos ou aqueles contaminados provenientes de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas e instalações industriais, como telhas.

Para Fernandes et al. (2015):

Em relação à reciclagem dos RCCs, a legislação brasileira possui como laboratório experiências municipais pioneiras da década de 1990. Especialmente a partir dos anos 2000, com a Resolução nº 307 (CONSELHO..., 2002), o RCC classe A vem sendo beneficiado em algumas municipalidades em áreas de reciclagem (ARs)

Vale lembrar, que o tipo de resíduo a ser tratado é um fator determinante para identificar soluções tecnológicas adequadas a serem usadas na reciclagem dos RCC. A tecnologia a ser apresentada refere-se aos resíduos Classe A, anteriormente definidos. Em conformidade com a NR 1701, determinados pela Lista Europeia de Resíduos, podem ser citados os seguintes resíduos: os derivados de construções, demolições, reformas e reparos de pavimentação/edificações e de outras obras de infraestrutura, como tijolos, telhas, blocos, placas de revestimentos, argamassa e concreto; e os oriundos de processos de fabricação e/ou

demolição de peças pré-moldadas em concreto, produzidos em canteiros de obras, como blocos, tubos e meios-fios.

Segundo De Araújo (2018, p. 75), “Sustentabilidade é um conceito cada vez mais atrelado à construção civil”. O material rejeitado de construções e demolições já possui legislação para tratamento, armazenamento e beneficiamento para ser empregado mais uma vez. Além disso, manter a conformidade dentro dos limites adequados é essencial para eficiência da tecnologia. Após esse procedimento, o material restante, britado primariamente, passa pelo britador de impacto, concluindo o processo de trituração. Ao final dessa fase, as frações obtidas se encontram mescladas e os resíduos ainda têm pouco valor agregado (SILVA; MENEZES et al., 2018). Desse modo, faz-se necessário o processo de granulagem, que separa as frações e permite uma destinação adequada aos materiais obtidos. Por fim, por meio de esteiras, a matéria obtida é transportada pela peneira vibratória até o seu ponto de descarte. A classificação das frações obtidas depende do tamanho que possuem, de modo que tais resíduos possam ser classificados em areia, brita, pedrisco, bica corrida e outros. Após classificação, o material poderá ser usado como matéria prima secundária.

Segundo Melo et al. (2013), as usinas de reciclagem de RCC no Brasil produzem agregado reciclado com alta variabilidade mineral e baixa empregabilidade. Partindo de uma análise feita por Mattias e Cavalcante (2015), foi observado empiricamente que existe a possibilidade de usar o agregado produzido pelo RCC como agregado fino. Os autores determinaram a composição granulométrica conforme as diretrizes da NBR nº 248:2003. O percentual de argamassa e concretos encontrado dentro das amostras obtidas indicam uma distribuição normal com um nível de confiança de 95%, onde tem-se apenas 5% de amostras abaixo de 63,53% de material aproveitável. É possível perceber, portanto, a efetividade na reciclagem de RCC.

Como resultado, observou-se que mais de 58% do RCC é constituído por material aproveitável, tornando factível a utilização desse insumo como matéria prima para produção do agregado miúdo artificial, que substitui a areia. Por meio de diversos traços experimentais, obteve-se uma composição com a introdução de 30% de pó de entulho em substituição da areia. O produto obtido apresenta resistência média de 37,21 Mpa, atendendo às demandas de resistência propostas pela NBR 9781:1987, que exige um valor mínimo de 35Mpa.

A utilização de materiais derivados da reciclagem de RCC em cada 100m² de pisos geraria um aproveitamento de cerca 2,75 toneladas de resíduos da construção civil que deixariam de ser despejados na natureza, além de 2,43 toneladas de areia que deixariam de ser extraídas dos leitos de rios. Segundo dados da Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará (SEINFRA-CE), a aplicação de 1 m² de pisos intertravado determina uma despesa de R\$ 40,59 para o bloco de 60mm de altura. Em contrapartida, o bloco com adição de pó de RCC determina um custo de produção e aplicação de R\$ 34,53, resultando em uma economia de 15% no gasto final quando comparada a utilização do piso sem o pó de resíduos. Essa redução é acentuada, pois a matéria prima expressa custo negativo ao produto final, considerando que, no modelo atual de comércio, é cobrado para retirar o entulho (MATTIAS; CAVALCANTE, 2015).

Segundo Hortegal et al. (2009):

O uso de RCD em camadas dos pavimentos tem-se mostrado viável diante a disponibilidade deste material e da existência de uma tecnologia de reciclagem. Assim, várias cidades do Brasil e no exterior, tem utilizado agregados reciclados em pavimentos visto que seus resultados são satisfatórios.

Segundo Miranda (2009), o crescimento do número de usinas privadas instaladas, provem da expectativa dos empresários de estar em um bom caminho de investimento, com baixo valor de investimento de capital e rápida e alta taxa de retorno. As avaliações econômicas para as

cidades de Curitiba, São Luís, São Paulo e Recife, por exemplo, mostram que, conforme for o mercado local, uma usina com capacidade de produção de aproximadamente 250 m³/dia, pode apresentar um custo de investimento em cerca de R\$ 650.000,00 e uma taxa de retorno mensal próximo de 4,5%, caso a produção alcance sua capacidade máxima e a comercialize.

3 METODOLOGIA

A pesquisa é classificada como exploratória, consiste na busca de informações reais que permitem criar uma melhor relação entre o pesquisador e o tema. Esse tipo de pesquisa estabelece métodos, critérios e técnicas para a elaboração da pesquisa, orientando na formulação de hipóteses por meio das informações do objeto, que permite descobrir, investigar, em campo, dados concretos para constatar no que se tem de teoria. Ratifica-se que este trabalho se efetivou por meio da coleta de dados secundários, obtidos de fontes como os próprios sites confiáveis, artigos e normas técnicas. Nesse sentido, pode-se descrever e analisar as informações obtidas, visando o alcance dos objetivos fixados neste estudo. O objeto do estudo deste trabalho é a reutilização do RCC, utilizando-se de tais materiais, reciclados em usinas apropriadas, para propor a construção de calçadas localizadas em um trecho da rua Nova até da rua Vinte e Cinco de Dezembro, do bairro Anil na cidade de São Luís (figura 1), que se estende nas coordenadas 2°32'50.312''S 44°14'18.132''W até 2°32'44.772''S 44°14'12.199''W.

Figura 1. Imagem de satélite marcada com a área a ser pavimentada



Fonte: Google Earth (2018)

O local tem uma ponte sobre o Rio Anil, por onde passam todos os dias milhares de alunos da escola estadual Centro Integrado do Rio Anil (CINTRA). A área apresenta-se muito degradada, de modo a provocar grande dificuldade de locomoção, problema esse intensificado pelo acúmulo de águas fluviais e produção de lama. O estudo foi desenvolvido de modo a propor a pavimentação de calçada com o RCC. Com base no método aplicado por Mattias e Cavalcante (2015) o cálculo deve considerar a aplicação de 2,75 toneladas de RCC para cada 100m². Considerando essa relação, a Equação 1 mostra o volume de RCC necessário para pavimentar uma determinada área.

$$RCC = \frac{A \times 2,75}{100} \quad \text{Eq.(1)}$$

Sendo:

RCC: a quantidade de RCC a ser utilizado (t)

A: a área a ser pavimentada (m²)

O RCC entra na pavimentação da calçada como agregado fino, em substituição parcial da areia, calcula-se a quantidade de areia que deixaria de ser retirada dos leitos dos rios, de acordo com a Equação 2, já de acordo com Mattias e Cavalcante (2015) para os mesmos 100m², não se utilizaria 2,43 toneladas de areia.

$$AREIA = \frac{A \times 2,43}{100} \quad \text{Eq. (2)}$$

Sendo:

AREIA: quantidade de areia que deixaria de utilizar com a adoção do RCC na pavimentação (t);

A: a área a ser pavimentada (m²).

Além do benefício ecológico, há também um grande benefício econômico. Para demonstrar esse fato, considerando a ausência de fontes e dados confiáveis relativos ao estado do Maranhão, foi usada a tabela SEINFRA do Ceará, que determina o custo de 1 m² de pavimentação, com 60mm de espessura, a R\$: 40,59. Segundo Mattias e Cavalcante (2015), com a reutilização do RCC o custo seria de R\$ 34,53 para o mesmo 1 m². Então, para se definir o valor aproximado do custo total e com e sem a adoção do RCC, basta multiplicar os valores pela área a ser pavimentada, como mostra abaixo:

a) custo sem reutilização do RCC = $A \times 40,59^*$

b) custo com a reutilização de RCC = $A \times 34,53^*$ * valores em reais

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A (Figura 2) mostra um dos problemas que protagonizam o ambiente da área citada. Nesse caso, na ponte do Rio Anil, a presença de buracos representa um risco para pedestres, pois aumenta a probabilidade de acidentes e expõe as pessoas à possibilidade de quedas. O desrespeito às recomendações de segurança do Guia Prático de Construção de Calçadas (2012), elaborado pelo CREA, torna evidente o estado de deterioração desse ambiente, evidenciando ainda mais a importância da proposta do trabalho.

Figura 2. Buraco na ponte do Rio Anil



Fonte: acervo pessoal (2018)

Na (Figura 3) (tiradas próximo à escola pública CINTRA), também são percebidas algumas inadequações relacionadas ao guia citado. O local se apresenta em dissonância aos princípios como o da acessibilidade, que buscam garantir a completa mobilidade dos usuários, o qual não é aplicado à situação, devido ao acúmulo de resíduos sólidos e ausência de

pavimentação. É possível verificar, também, o acúmulo de terra no local e a possibilidade de o pedestre entrar em contato com impurezas do solo, além da produção de lama em tempos chuvosos que impossibilitam o estabelecimento de um local agradável que proporcione conforto visual.

Figura 3. Condição das calçadas que circundam a escola CINTRA



Fonte: acervo pessoal (2018)

Outro problema pode ser citado: a inadequação da calçada quanto ao princípio de continuidade que, segundo o Guia Prático de Construção de Calçadas (2012), caracteriza-se pela presença de um piso liso e antiderrapante, sem obstáculos dentro do espaço livre ocupado por pedestres, quase horizontal e com declividade transversal de não mais de 3%. Além disso, em horário de pico, o fluxo intenso de pedestres e a calçada imprópria promovem uma circulação de pessoas na rua, comprometendo, novamente, o princípio da segurança, expondo os estudantes à possibilidade de acidentes.

Desse modo, a elaboração do presente projeto, além de estabelecer um viés sustentável, promovendo a preservação do meio ambiente, também tem cunho social, pois sua efetivação melhoraria a realidade dos habitantes do bairro e dos estudantes da escola estadual CINTRA. Os impactos positivos da reutilização e reciclagem de RCC vão além dos benefícios obtidos ao meio ambiente: promovem a população que circula naquela área, maior segurança e qualidade de locomoção, além de lidar com os problemas do acúmulo de resíduos sólidos provenientes das construções civis.

Através do *software Google Earth*, foi determinado o comprimento e área aproximada da calçada que iria receber a pavimentação com reciclagem de RCC. Como a proposta é para os dois lados da rua, teve-se que verificar as condições de cada um. As extensões foram de 160m de um lado da rua e 275m do outro, resultando em um total de aproximadamente 435m de distância a receber a pavimentação. A área determinada dos dois lados foi de aproximadamente 1.300m². Com base nos dados desenvolvidos na metodologia e aplicando a equação 1 na área total a ser pavimentada, obtém-se os seguintes resultados:

$$RCC = \frac{A \times 2,75}{100} \rightarrow RCC = \frac{1300 \times 2,75}{100} \rightarrow RCC = 35,75 \text{ t}$$

Assim, se reutilizar o RCC para pavimentar uma área aproximada de 1300m² de calçada, cerca de 35,75 toneladas desses resíduos ganhariam uma destinação adequada, e deixariam de ser despejados em locais impróprios. Para obter o valor de areia que se deixaria de utilizar no local, aplicou-se a equação 2 e foi possível verificar que mais de 30 toneladas de areia

deixariam de ser extraídas dos leitos dos rios. Em relação ao custo dos materiais empregados, verificou-se uma economia com a adoção do RCC ao invés da areia, como mostra a (Tabela 1).

Tabela 1 . Custo para realizar a pavimentação da calçada do estudo de caso, com materiais convencionais (sem RCC) e com a adoção do RCC

Material	Custo por m² (R\$)	Custo total para o estudo de caso (R\$)
Convencional (sem RCC)	40,59 ¹	52.767,00
RCC	34,53 ²	44.889,00

¹Fonte: SEINFRA-CE (2014)

²Fonte: Mattias e Cavalcante (2015)

Como o custo com reutilização de RCC por 1m² é de R\$ 34,53, para a área de 1.300m², o valor aproximado seria de R\$ 44.889,00, aproximadamente 15% a menos do que seria o valor para pavimentar a mesma área sem reutilizar o RCC, que custaria cerca de R\$ 52.767,00. Com a reutilização do RCC, haveria uma solução adequada aos resíduos que se geram em São Luís-MA diariamente e são destinados a locais como ecopontos. Desse modo, seriam reduzidos, os impactos negativos causados pela retirada de areia dos leitos dos rios (NOGUEIRA, 2016), assim como despertaria o interesse do setor da construção civil adotar o RCC nas obras de pavimentação de calçadas.

5 CONCLUSÕES

Baseando-se no desenvolvimento do método estabelecido que buscava atribuir e comprovar a importância ecológica e econômica da reutilização de RCC, a partir da proposta de pavimentação de calçada no local de estudo, chegou-se às seguintes considerações: a utilização de RCC na pavimentação da calçada em questão geraria uma destinação adequada de cerca de 35,75 toneladas desse material, redução de extração de mais de 30 toneladas de areia dos leitos dos rios e uma economia de aproximadamente 15% em relação ao que seria gasto para pavimentar a mesma área sem reutilizar o RCC. Desse modo, a importância da destinação adequada do RCC, indicada na fundamentação teórica deste trabalho, é ratificada: a utilização desse material na calçada seria capaz de promover benefícios nos âmbitos ambiental, econômico e social. O uso de RCC, nesse caso, promoveria um reaproveitamento de matéria prima, evitando, como um efeito secundário, a extração e consumo de recursos naturais; além disso, ocorreria também uma redução no descarte do resíduo sólido e poluição ambiental.

Como benefício econômico, a reutilização de RCC mostrou-se eficiente pois se apresenta como uma alternativa mais econômica, acompanhada de cunho social e ambiental, resultando em maior viabilidade para investimento público e privado. Socialmente, o uso dos RCC também se mostrou positivo: promoveria maior qualidade de locomoção e segurança para a população que passa por ali, além de uma redução da poluição visual, tornando o ambiente mais agradável.

REFERÊNCIAS

BELTRAME, E. S. **Meio Ambiente e Construção Civil**. disponível em :<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=1311>>. Acesso em 04/11/2018.

BLUMENSCHNEIN, R. N. A. **A Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção**. Dissertação (Doutorado), Universidade de Brasília, 2004.

BOAVENTURA, F. **Volume de Lixo Produzido no Brasil Aumentou 1,7% em 2015**. Disponível em :< <https://www.akatu.org.br/noticia/volume-de-lixo-produzido-no-brasil-aumentou-17-em-2015>>. Acesso em 04/11/2018.

BOURSCHEIDT, Deise Maria et al. Sustentabilidade e resíduos sólidos: diagnóstico e saberes populares auxiliando no destino correto dos resíduos/Sustainability and solid waste: diagnosis and popular knowledge helping the correct destination of waste. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 6, p. 2730-2749, 2018

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: **Reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil** (Literature review: reuse of construction and demolition waste in the construction industry). **Cerâmica**, v. 61, p. 178-189, 2015.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; Altera a Lei No 9.605, de 12 de Fevereiro De 1998; e aá Outras Providências**. Brasília, DF, 02/08/2010.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece as Diretrizes Nacionais Para o Saneamento Básico e Para a Política Federal de Saneamento Básico**. Brasília, DF, 05/01/2007.

CEMPRE. **Coleta Seletiva: 443 Municípios Brasileiros Operam Programas de Coleta Seletiva**. 2012.

CONAMA, Resolução nº 307. **Estabelece Diretrizes, Critérios e Procedimentos Para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil**. 05/07/2002.

DAS GRAÇAS ROTH, Caroline; GARCIAS, Carlos Mello. Construção civil e a Degradação Ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, v. 7, n. 13, p. 111-128, 2009.

DA SILVA, Cristiano José *et al.* **Análise dos resíduos sólidos em construtoras da Região Metropolitana do Recife-Pernambuco (Brasil)**. Resíduos sólidos: Impactos Socioeconômicos e Ambientais, v. 76, 2018.

DE ARAÚJO, Duílio Assunção Marçal; DE ARAÚJO, Maria Juciara Oliveira; DE OLIVEIRA, Ana Amália Fernandes Freire. EMPREGO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO PRODUZIDOS EM NATAL/RN EM CAMADAS DE PAVIMENTO: ANÁLISE FÍSICA E MECÂNICA. **CARPE DIEM: Revista Cultural e Científica do UNIFACEX**, v. 16, n. 2, p. 75-88, 2018.

FERNANDES, Maria da Paz Medeiros; SILVA FILHO, Luiz Carlos Pinto da. Segurança do trabalho no beneficiamento do RCC inerte. **Ambiente construído: revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Porto Alegre, RS. Vol. 15, n. 2 (abr./jun. 2015), p. 113-126, 2015.

HORTEGAL, Mylane Viana; FERREIRA, Thiago Coelho; SANT'ANA, Walter Canales. UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA PAVIMENTAÇÃO EM SÃO LUÍS-MA. **Pesquisa em foco**, v. 17, n. 2, 2009.

IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Brasília, 2012.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011

JOHN, V. M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: Contribuição à Metodologia de Pesquisa e Desenvolvimento**. Tese (Livre-Docência em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

Kartam, N; Mutairi, N; Al-Ghusain, I; Al-Humoud, J. **Gestão Ambiental de Resíduos de Construção e Demolição no Kuwait**. Disponível em :< https://www.researchgate.net/publication/8159175_Environmental_management_of_construction_and_demolition_waste_in_Kuwait>. Acesso em 25/10/2018.

MATTIAS, L. W. A; CAVALCANTE, J. P. **Blocos de Pavimentação Urbana Provenientes de Resíduos da Construção Civil**. Disponível em :<http://www.confea.org.br/media/Civil_blocos_de_pavimentacao_urbana_provenientes_de_residuos_da_construcao_civil.pdf>. Acesso em 27/10/2018.

MELO, Adriana Virginia Santana; FERREIRA, Emerson de Andrade Marques; COSTA, DAYANA BASTOS. **Fatores críticos para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de RCC da região nordeste do Brasil**. 2013.

MIRANDA, L. F. R.; ÂNGULO, S. C.; CARELI, E. D. **A Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil: 1986-2008**. Ambiente Construído, 9, 57-71, Ed.Jan/Mar 36 Engenharia Civil. UM Número 45, 2013 2009. Porto Alegre: Antac, 2009.

NASCIMENTO, L; POLEDNA, S. **O Processo de Implantação da ISO 14000 em Empresas Brasileiras**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr102_0937.pdf>. Acesso em: 03/11/ 2018.

NATIELLY, P. **O Impacto da Construção Civil no Meio Ambiente**. disponível em :<<http://ifsedificacoes.blogspot.com/p/arquivos.html>>. Acesso em 03/11/2018.

OLIVEIRA, D. W; FERREIRA, J. M. F; NETO, B. J. B; BATALHA, G. F. O. M. **Mapeamento e Identificação dos Pontos de Disposição Irregular de Resíduos Sólidos na Área Urbana do Município de São Luís: Uma Análise da Situação com Propostas de Solução para a Gestão de Resíduos**. Disponível em :<http://sou.undb.edu.br/public/publicacoes/mapeamento_dos_pontos_de_disposicao_irregular_dos_residuos_solidos_de_sao_luis_-diego_wanderley,_jeaniny_maria,_bernardo_joaquim_batalha_netto,_glauucia_batalha.pdf>. Acesso em 23/10/2018.

PINTO, T. P. **Metodologia Para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. 1999. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

ROCHA, Eider Gomes de Azevedo. **Os resíduos sólidos de construção e demolição: gerenciamento, quantificação e caracterização: um estudo de caso no Distrito Federal**. 2006.

SILVA, E. C. B. D. **Gerenciamento e Reciclagem dos Resíduos Sólidos na Construção Civil**. Disponível em :<<http://antesqueanaturezamorra.blogspot.com/2013/12/gerenciamento-e-reciclagem-dos-residuos.html>>. Acesso em 27/10/2018.

SNIS, **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016**. Diagnóstico anual de resíduos sólidos, 01/02/2018.

SOBRAL, R. F. C. **Viabilidade Econômica de Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil: Estudo de Caso da USIBEN, João Pessoa/PB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental). Universidade Federal da Paraíba, 2012.

SOUZA, U. E. L. **Diagnóstico e Combate à Geração de Resíduos na Produção de Obras de Construção de Edifícios: Uma Abordagem Progressiva**, 2004.

SOUZA, Jenny Chiappori Rocha **PAPEL DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS**. In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais**. 2016.

SILVA, Alice Sabrina Ferreira et al. Avaliação e implantação da Biorefinaria Experimental de Sólidos Orgânicos (Berso) no Campus Recife UFPE. **Resíduos sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular**

SILVA, Rebecca Guerra da *et al.* **Plano de Logística sustentável na gestão de resíduos sólidos: Medidas e Práticas No Tribunal Regional do Maranhão**. Resíduos sólidos: Gestão pública e privada, v. 392, 2018.

TESSARO, A. B.; SÀ, J. S.; SCREMIN, L. B. **Quantificação e Classificação dos Resíduos Procedentes da Construção Civil e Demolição no Município de Pelotas**. Disponível em :<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212012000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em 04/11/2018

TROCA, J. R. **Reciclagem de RCD de Acordo com a Resolução no 307 do Conama**. Disponível em :<<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/131/artigo287525-1.aspx>>. Acesso em 23/10/2018.

7.4 POTENCIALIDADES DO USO DE RESÍDUOS DE GESSO DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA CORREÇÃO DO SOLO EM CULTURAS AGRÍCOLAS

ARAGÃO JÚNIOR, Wilson Ramos

Grupo de Pesquisa de Eng^a Geotécnica de Encostas, Planícies e Desastres da Universidade Federal de Pernambuco (GEGEP/UFPE)
wilsonramosaragao@hotmail.com

GUEDES, Flávio Leôncio

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Grupo de Gestão Ambiental de Pernambuco da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Gampe/UFRPE)
f_l_guedes@hotmail.com

SANTANA, Rhaldney Felipe de

UFPE, Gampe/UFRPE
rhaldneyfelipe.santana@gmail.com

SANTOS, Mikhael Ferreira da Silva

GEGEP/UFPE
mikhaelmk@hotmail.com

RESUMO

A gipsita é um dos mais antigos minerais utilizados pelo homem. No Brasil existem diversas reservas, sendo o 16º produtor mundial, além desse minério brasileiro ser apontado como o de melhor qualidade no mundo. A gipsita possui diversas aplicabilidades, a mais utilizada é na forma de gesso voltada para indústria da construção civil, servindo como alternativa em relação a outros materiais como a cal, o cimento, a alvenaria e a madeira. Nas obras, este material deve ser descartado em locais adequados, na prática muitas vezes isso não ocorre, acarretando em danos drásticos ao meio ambiente. Quando há segregação dos resíduos da construção e da demolição, o gesso readquire as características químicas da gipsita que após ser limpa pode ser utilizado novamente na cadeia produtiva. Diversas pesquisas vêm demonstrando que o gesso reciclado (GR) pode ser utilizado na agricultura na forma de insumo agrícola, à medida que se mobiliza no perfil do solo, proporcionando melhorias nas condições químicas e físicas do ambiente radicular. Neste contexto, este artigo explorou trabalhos buscando evidenciar as potencialidades da reciclagem de resíduos de gesso provenientes da indústria da construção civil, a fim de utilizar em culturas agrícolas como corretivo em solos, igualmente ao gesso agrícola (GA).

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Gesso Reciclado, Gesso Agrícola

1. INTRODUÇÃO

A gipsita é um mineral presente como fonte econômica de diversos países e é um dos mais antigos materiais utilizados pelo homem. No Antigo Egito, cerca de 3.000 a.C., o gesso, produto da gipsita, era usado em obras de arte, como molde para confecção de peças metálicas de diversos tipos e para várias outras aplicações usuais. Os franceses, no século XVIII, observaram que o gesso continha propriedades valorosas para aplicação em diversos tipos de construções. Desde hotéis, prédios públicos e populares, quase todas as construções ou reformas eram feitas com a utilização do gesso como um dos principais materiais construtivos (MPGESSO, 2018).

No Brasil, reservas significativas de gipsita estão localizadas nas regiões norte, nordeste e centro-oeste do país, posicionando-se como o 16º produtor mundial, suprindo basicamente o consumo interno. A região do Araripe, localizada em Pernambuco, é responsável por cerca de 89% da produção brasileira e seu minério é apontado como o de melhor qualidade no mundo (BALTAR; BASTOS E LUZ, 2005). No entanto, atualmente, é considerada uma mercadoria de baixo valor unitário e a comercialização internacional está limitada. Devido as suas características e propriedades, a gipsita pode ser utilizada na forma natural ou calcinada. O gesso possui diversas aplicabilidades, como por exemplo, na fabricação de cimento, na medicina como gesso ortopédico e odontológico, como gesso cerâmico, na indústria farmacêutica e na agricultura como o gesso agrícola, que consiste no minério gipsita moído. É também, utilizado na agricultura para a dessalinização de solos, como fonte de cálcio e de enxofre (SILVA NETO et al., 2015).

Desde a extração as atividades oriundas da gipsita causam consideráveis impactos ao meio ambiente. De acordo com Melo et al. (2017, p. 195), um dos impactos ambientais é a “grande geração e concentração dos resíduos de gipsita dispostos em pilhas e descartados no interior da cava em operação e em áreas adjacentes”. Além disso, os autores mencionam que o pó oriundo da extração causa problema à saúde dos trabalhadores e da população que reside nas proximidades. Após os beneficiamentos, a maior aplicação da gipsita é na forma de gesso aplicado a indústria da construção civil, onde pode ser utilizado como alternativa para substituição de outros materiais como a cal, o cimento, a alvenaria e a madeira. Durante as fases construtivas de uma obra civil, principalmente em edificações, o gesso é utilizado em diversos momentos, desde o uso como aglomerante até a aplicação em forro. Porém, é notável nos canteiros de obra a falta de gestão dos resíduos oriundos das atividades executadas. Assim, após a triagem dos resíduos da construção civil (RCC), os resíduos do gesso readquirem as características químicas da gipsita, minério do qual se fabrica o gesso. Desse modo, destaca-se que o material deve estar limpo, sem nenhuma impureza, possibilitando sua utilização novamente na cadeia produtiva (ERBS et al., 2015).

Na prática, muitas vezes essa reutilização não ocorre e esses resíduos são descartados em locais indevidos. Em aterros, por exemplo, o contato com matéria orgânica pode levar a formação de gás sulfídrico, o qual possui odor desagradável (JANG E TOWNSEND, 2001), e tem provocado proibição de deposição dos gessos em aterros sanitários, exceto quando são confinados. Algumas pesquisas vêm demonstrando que o gesso pode ser utilizado na agricultura, reduzindo a deposição indevida no ambiente. A indústria de fertilizantes vem estimulando o uso do gesso como insumo agrícola, no entanto ainda existem muitas dúvidas por parte dos agricultores na utilização desse insumo (FREIRE et al., 2007).

Ainda são escassos os estudos referentes ao tema, mas, por conscientização ambiental e pelas exigências da legislação, é necessário analisar e aprimorar técnicas que possibilitem a reciclagem dos resíduos do gesso em obras (BERNHOEFT; GUSMÃO E TAVARES, 2001).

Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo explorar, através de revisão da literatura, as potencialidades da reciclagem de resíduos de gesso gerados na produção de componentes da indústria da construção civil, para utilização em culturas agrícolas como corretivo em solos, além de fazer um comparativo com o gesso agrícola.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Marques (2015), entre 1991 e 2000, o crescimento populacional do Brasil foi de 15,6%. Entretanto, o descarte de resíduos aumentou 49%. Ainda, no ano de 2009 a população cresceu 1% enquanto que a produção de resíduos aumentou 6%. Para o autor:

Essas dessimetrias são também evidentes em dados como os que indicam a metrópole paulista como terceiro polo gerador de lixo no globo. Perde apenas para Nova York e Tóquio. Mas devemos reter que São Paulo não é a terceira economia metropolitana do planeta. É a 11ª ou 12ª. Ou seja, gera-se muito mais lixo do que seria admissível a partir de um parâmetro eminentemente econômico (MARQUES, 2015, p. 171).

A construção civil é responsável por gerar volumes gigantescos de resíduos todos os anos. Em países que possuem técnicas construtivas mais artesanais, como o caso do Brasil, a produção de resíduos se torna bem maior do que em muitos países, geralmente, nações desenvolvidas, que adotam sistemas construtivos que tendem a tornar as construções mais “limpas”, conseqüentemente, as técnicas mais arcaicas consomem mais “recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais” (CASTANHEIRA et al., 2016, p.2).

Destaca-se que a mudança de pensamento das empresas quanto ao resíduo gerado ocorre “pelo simples fato de que o que é jogado fora pode vir a ser algo tão útil à obra como, por exemplo, matéria-prima para a produção de novos materiais de construção” (LOPES et al., 2015, p.143). Essa problemática envolvendo os resíduos da construção e da demolição (RCD) vem se tornando alvo de análises e estudos por governos e pelo setor privado que buscam medidas eficientes de utilização desses resíduos, aliando formas de conter a poluição do meio ambiente e obtenção de RCD reciclado com melhor qualidade que poderia substituir o uso de matéria-prima retirada do meio ambiente (LOPES et al., 2015; KLAMT et al., 2018).

A Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é bastante atual e contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário para o país no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Moraes (2018) afirma que a política ambiental oriunda do PNRS é alvo de muitos conflitos de interesse desde sua tramitação até os dias de hoje. A PNRS menciona a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (VINENTE et al., 2018). A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (CONAMA, 2002) define os RCC como:

os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc.,

comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002, p. 571).

A PNRS não dispõe sobre gesso, mas sim a Resolução nº 307 (CONAMA, 2002) e os Planos Municipais de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC). Porém os PMGRCC não são obrigados a implementar o sistema de logística reversa. Ressalta-se que estes possuem uma regulamentação específica elaborada pelo Conama que explica e determina o que pode e deve ser feito com cada tipo de resíduo gerado na construção civil. A não obrigatoriedade da logística reversa nos PMGRCC pode gerar uma ineficiência na gestão ambiental dos municípios, visto que, segundo Santos e Marchesini (2018), a logística reversa contribui eficientemente para consolidação do desenvolvimento sustentável, “pois possibilita a disponibilização dos RCD para o reaproveitamento ou disposição final ambientalmente correta, possibilitando inclusive a redução no uso de matérias-primas novas” (SANTOS E MARCHESINI, 2018, p. 69).

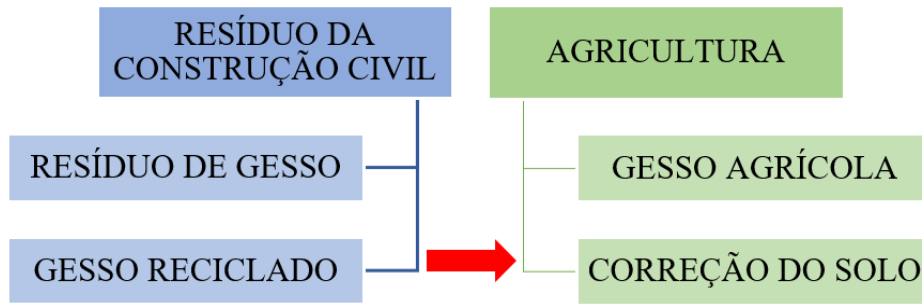
Após a reciclagem, o gesso oriundo da construção civil, apresenta característica físico-química semelhante ao gesso agrícola (KANNO, 2009). A aplicação no solo visa inserir cálcio e enxofre e, também, melhorar o ambiente em subsuperfície. Para solos salinos e sódicos, o gesso é utilizado, também, como corretivo. Entretanto, por ser uma fonte mais solúvel do que o calcário, o gesso não promove a neutralização da acidez do solo (EMBRAPA, 2011). A gestão ambiental do gesso no canteiro de obras, nas diversas formas em que é aplicado na construção civil, merece cuidados específicos, desde a escolha do material, até a destinação dos resíduos. O gerenciamento além de cumprir a legislação, gera qualidade, produtividade, contribui para a diminuição de acidentes de trabalho e ainda reduz os custos de produção do empreendimento e de destinação dos resíduos. O grande benefício para o meio ambiente é a geração de menos resíduos e a menor utilização de recursos naturais (RACHED; ROVAI E LIBERAL, 2018).

Resíduos de gesso podem causar danos ao meio ambiente, o que se torna necessário determinar e mapear os riscos levando-se em consideração suas características e propriedades químicas e físicas nas presenças de diferentes meios, com outros materiais e/ou microrganismos. A solubilização do material nos solos acarreta a sulfurização, processo complexo que contamina os lençóis freáticos. Além disso, a combustão do gesso pode gerar o dióxido de enxofre, um gás tóxico (MEDEIROS, 2003).

3. METODOLOGIA

Segundo Gil (2009, p. 50), “a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente”. Portanto, a pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, relatórios de empresas, entre outros (FONSECA, 2002). Neste trabalho foi realizado amplo levantamento bibliográfico sobre temas que envolvem a utilização de resíduos do gesso da construção civil e suas potencialidades para aplicação na agricultura. Tratando-se especificamente da correlação entre rejeitos do gesso da construção civil e a reutilização para fins corretivos em solos. Assim, a pesquisa foi dividida em quatro temas: gesso na construção civil, reciclagem do gesso, uso gesso agrícola e uso do gesso reciclado (Figura 1).

Figura 10. Fluxograma da metodologia aplicada



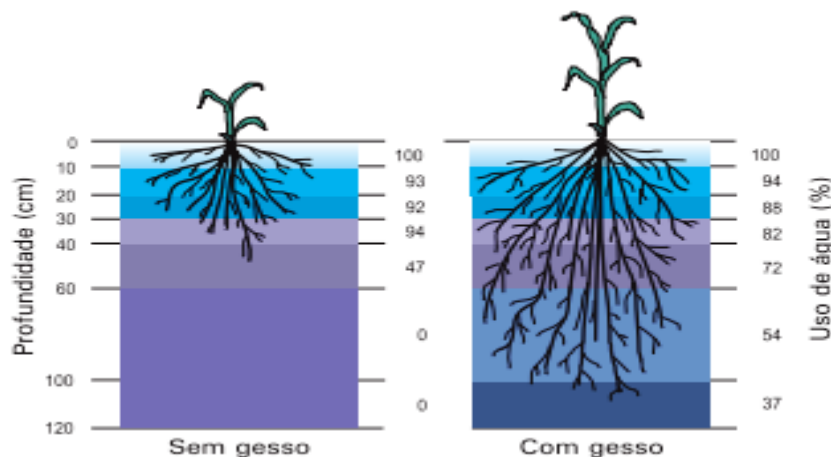
Fonte: Autores (2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.4 Uso do gesso agrícola

Há vários anos o gesso tem sido utilizado como condicionador e melhorador de solos agrícolas, como fonte de cálcio (Ca) e enxofre (S). O gesso pode ser aplicado em solos ácidos inférteis, solos sódicos e solos argilosos (ASCARI E MENDES, 2015). Todavia, essas aplicações têm ocasionado melhorias nas radículas de culturas e na infiltração de água em solos (Figura 2), resultando em melhores produções agrícolas e decréscimo de escoamento superficial e erosão (EMBRAPA, 2011).

Figura 11. Utilização relativa da lâmina de água disponível no perfil de um solo pela cultura de milho com e sem aplicação de gesso em solo ácido.

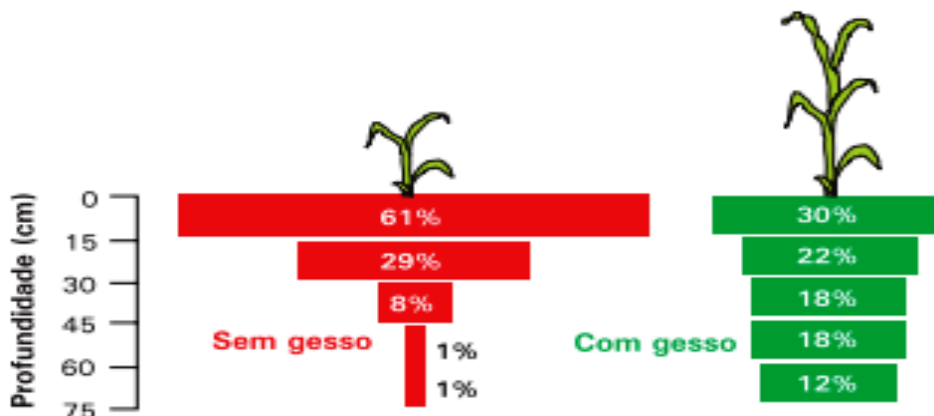


Fonte: Embrapa (2011).

Segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall (DRYWALL, 2018), as principais aplicações do gesso na agricultura são: efeito fertilizante, corretivos de solos sódicos, condicionador de subsuperfície e de esterco. O efeito fertilizante está ligado ao incremento de enxofre e de cálcio que o GA oferece. A correção dos solos sódicos, típicos das regiões áridas e semiáridas, possibilitando o cultivo nesse tipo de solo, além de recuperar áreas de canaviais, retirando o excesso de potássio oriundo da disposição de vinhaça (DRYWALL, 2018). Como condicionador de subsuperfície nos solos tropicais (solos ácidos), sobretudo na região do cerrado, pela deficiência de cálcio associada à toxicidade do alumínio, o GA atua na elevação do cálcio e diminuindo o teor de alumínio, contribuindo para o desenvolvimento das

raízes (Figura 3), dando mais resistência contra as doenças e as pragas, além de auxiliar nas condições de baixo índice hídrico. Na qualidade de condicionador de esterco o GA reduz as perdas de amônia dos esterco, melhorando a eficiência desses fertilizantes (DRYWALL, 2018).

Figura 12. Distribuição relativa de raízes de milho com e sem aplicação de gesso em solo ácido



Fonte: Embrapa (2011).

Para utilização do gesso como corretivos na agricultura, são estabelecidas características, de acordo com o tipo de solo (Quadro 1) (ALVAREZ et al., 1999).

Quadro 1. Quantidade necessária de uso de gesso por hectare

TIPO DO SOLO	CLASSIFICAÇÃO QUANTO O PERCENTUAL DE ARGILA PRESENTE NA AMOSTRA	QUANTIDADE NECESSÁRIA DE GESSO
Solos de textura arenosa	(< 15 % de argila)	0 a 0,4 t/ha
Solos de textura média	(15 a 35 % de argila)	0,4 a 0,8 t/ha
Solos argilosos	(36 a 60 % de argila)	0,8 a 1,2 t/ha

Fonte: Alvarez (1999).

A aplicação do gesso deve ser em área total, sempre antes do cultivo. A recomendação do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) indica as quantidades de gesso a serem aplicadas no solo de acordo com a análise do solo para os teores de Ca e Al. Outras recomendações levam em conta, além do aumento na saturação em bases em camadas de subsuperfície, também a capacidade de troca catiônica (CTC) (EMBRAPA, 2018). O gesso agrícola (gessagem) tem sido utilizada a bastante tempo, sendo considerada uma das melhores alternativas para corrigir algumas características do solo, tornando-o melhor para o cultivo. Alguns dos benefícios do GA são, por exemplo, a neutralização de toxicidade de alumínio na camada subsuperficial do solo e aumento da percolação do solo e retenção da umidade, culminando na melhor absorção de água e de nutrientes das camadas mais profundas do solo (CARDOSO; PERES E LAMBERT; 2014; AMARAL, 2017). Vitti (2008) acrescenta que devido à solubilidade do GA, na presença de água, ocorre a mobilização deste no perfil do solo, proporcionando melhorias nas condições químicas e físicas do ambiente radicular, sem que haja a necessidade de incorporação deste insumo.

4.5 Uso do gesso na construção civil

O consumo do gesso no Brasil está dividido na proporção de 55% para gesso (predominantemente placas e revestimentos) e 43% para cimento, sendo que, os 2% restantes são consumidos na fabricação de produtos para fins medicinais (SINDUGESSO, 2004). O uso do gesso na construção civil se justifica por diversas propriedades presentes neste material, dentre elas o isolamento acústico e térmico, a resistência ao fogo, a boa aderência aos diversos substratos, a excelente trabalhabilidade e moldabilidade, a capacidade de resistência mecânica. Devido a essas características, vários setores da construção civil aplicam este material na cadeia produtiva dos seus produtos. Os três principais seguimentos consumidores do gesso na indústria da construção civil são o cimento, os revestimentos e os pré-moldados (CANUT, 2006).

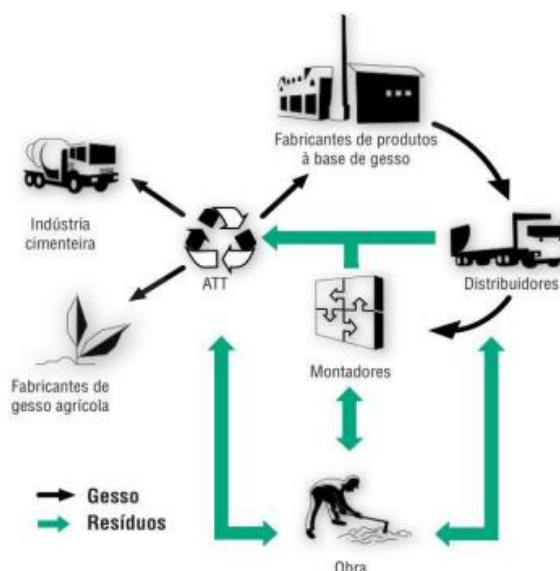
A indústria cimenteira é uma das maiores consumidoras da gipsita, sendo utilizada na proporção de 2 a 5% em massa de cimento. Como revestimento, além da aderência em vários substratos, como citado anteriormente, destaca também a rapidez de execução dos serviços devido ao rápido endurecimento. Nos pré-moldados a agilidade na execução do serviço garante a diminuição na quantidade e no tempo de mão de obra necessária, pois as placas já chegam prontas para montagem (CANUT, 2006).

4.6 Reciclagem do gesso oriundo da construção civil

Segundo Gusmão et al. (2019), a gestão ambiental do gesso no canteiro de obras é importantíssima para qualidade final do GR, além disso, a reciclagem oferece um grande benefício para o meio ambiente, gerando menos resíduos e a diminuindo a utilização de recursos naturais. Para com John e Cincotto (2003), o método de reciclagem do gesso é mais complexo que a produção a partir da matéria-prima, a gipsita. O processo de reciclagem exige além de energia, mais mão de obra, pois é necessário fazer a remoção de contaminantes, além de ser necessário um melhor sistema de segregação dos resíduos de gesso. A granulometria do material representa a distribuição dos tamanhos dos seus grãos, sendo um indicador da plasticidade da pasta e da lisura da superfície de acabamento. A etapa da reciclagem do gesso pode ser dividida em coleta, logística, triagem e reciclagem (Figura 4):

- **Coleta:** a coleta de gesso pode ser realizada através de contêiner, contribuindo para a correta separação dos resíduos em sua origem, evitando a contaminação;
- **Logística:** os resíduos são transportados até um local, onde acontece uma nova triagem. Depois de separados, seguem para a usina de reciclagem;
- **Triagem:** um veículo contendo uma central automática de triagem deve fazer a separação dos resíduos em basicamente papel, gesso e metal, quanto maior a qualidade dos resíduos separados, maior será o aproveitamento do material na reciclagem;
- **Reciclagem:** quando bem separado e quanto menor a contaminação, o gesso reciclado terá um grau de pureza muito alto podendo passar de 95%. É comum fazer uma mistura do gesso reciclado com o gesso natural, em uma proporção de pelo menos 30% de GR em relação ao GN, assim, praticamente não haverá alteração nas propriedades físico-químicas.

Figura 13. Fluxograma da reciclagem do gesso



Fonte: Associação Brasileira Do Drywall (2012).

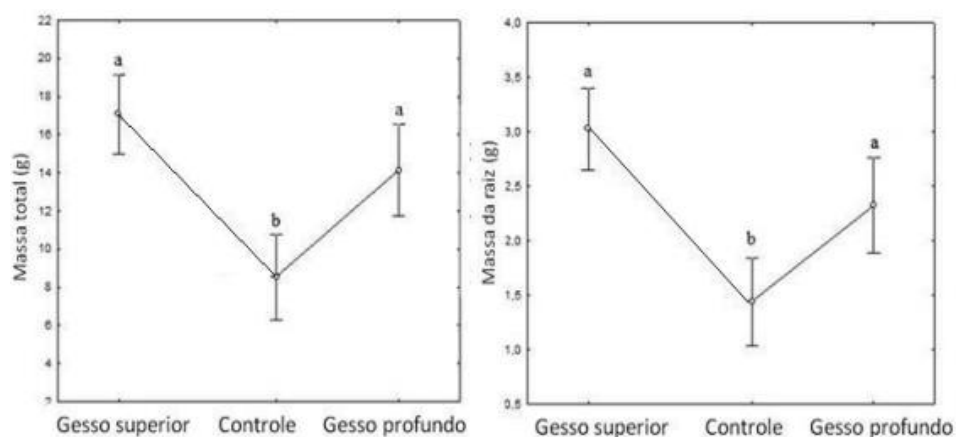
Estudos revelam que a utilização do resíduo de gesso na construção civil na forma de agregado não apresenta desempenho favorável, pois não possui resistência. Além disso, na composição química do gesso existem sulfatos que afetam as reações pozolânicas da matriz cimentícia, o que provoca a diminuição da resistência mecânica do material (concreto e argamassa), conseqüentemente, reduz a vida útil de projeto. Já a presença de gesso nos agregados reciclados aplicados em pavimentação pode gerar, depois de um determinado tempo, problemas estruturais, devidos à lixiviação do gesso, ocasionando vazios (JOHN E CINCOTTO, 2003; COLLEPARDI, 2003; BERNHOEFT; GUSMÃO E TAVARES, 2011).

4.7 Uso do gesso reciclado

Há algum tempo vêm sendo pesquisados métodos de reciclagem do gesso usado na construção civil e já se progrediu de forma significativa em pelo menos três frentes de reaproveitamento desse material, representando importantes contribuições à sustentabilidade da construção civil brasileira. Essas três frentes são a indústria de cimento, a agricultura e o próprio setor de transformação de gesso. De acordo com pesquisa já realizadas (MOREIRA, 2004; PERES; BENACHOUR E SANTOS, 2008; KANNO, 2009; SILVA NETO et al., 2015;) é possível afirmar que o GR pode ser utilizado para correção do solo na agricultura, pois as propriedades de gesso reciclado assemelha-se ao do GA.

Segundo Silva Neto et al. (2015), resultados em algumas culturas evidenciam efeitos positivos da presença de resíduo de gesso de construção civil para o acréscimo em biomassa. Os tratamentos que apresentam gesso compoendo o substrato apresentaram biomassa-seca superior ao tratamento controle, ou seja, sem a presença do gesso. As diferenças entre os tratamentos são significativas e a massa-seca da raiz do tratamento com gesso superior também apresenta acréscimo no crescimento em comparação ao tratamento controle (Gráfico 1).

Gráfico 1. Comparação de massa-seca entre os tratamentos com gesso.



Fonte: Silva Neto et al. (2015).

O solo salino-sódico é bastante comum em regiões de clima árido e semiárido, clima predominante no sertão nordestino do Brasil. Este tipo de solo apresenta uma elevada concentração de sódio e de sais. O sódio no solo provoca alguns efeitos negativos, como a redução de nutrientes, a diminuição da percolação da água no solo, a dificuldade de penetração das raízes no solo, entre outros. Logo, há prejuízo no metabolismo, redução do crescimento e, portanto, a diminuição na produção das plantas. Já a alta concentração de sais reduz o potencial osmótico e proporciona a ação dos íons sobre o protoplasma (GHARAIBEH et al., 2009; GHARAIBEH et al., 2010; TAVARES FILHO et al., 2012; SANTOS et al., 2014).

A fim de diminuir os sais solúveis e o sódio presentes em alta concentração nos solo salino-sódico é realizada a correção do solo quimicamente. Segundo Santos et al. (2014, p. 96), existem “vários corretivos químicos que podem ser utilizados para a recuperação de solos com elevadas concentrações de sódio”. Mas, o comumente empregado é o gesso agrícola, pois é mais barato e fácil de aplicar (YAZDANPANA E MAHMOODABADI, 2011).

Assim, sabendo-se que as características físico-químicas dos resíduos de gesso oriundos da construção civil é semelhante ao do GA, Santos et al. (2014) analisou a utilização do GR para a correção de um solo salino-sódico, comparando com a aplicação do gesso agrícola. O solo utilizado no estudo foi coletado no perímetro irrigado de Custódia (PE) (08°05’S, 37°38’W e 700 m de altitude), classificado como Neossolo Flúvico salino-sódico. A seguir são apresentados os resultados encontrado por Santos et al. (2014) (Tabela 1).

Tabela 4. Resultados da pesquisa de Santos et al. (2014).

MATERIAL	TEOR DE SÓDIO SOLÚVEL (mmolc L ⁻¹)	TEOR DE CÁLCIO SOLÚVEL (mmolc L ⁻¹)	TEOR DE MAGNÉSIO SOLÚVEL (mmolc L ⁻¹)	CONCENTRAÇÃO DE SAIS POR CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (dS m ⁻¹)	ADSORÇÃO DE SÓDIO (RAS) (mmolc L ⁻¹) ^{1/2}
Solo	148,52	50,26	18,17	22,40	27,27
Solo + GA	7,13	49,08	3,99	5,30	0,06
Solo + GR	6,94	55,05	4,77	5,30	0,06

Fonte: Santos et al. (2014).

Ao final do trabalho Santos et al. (2014, p. 102) conclui que a aplicação de resíduos de gesso da construção civil despontou-se de forma eficaz “para a lixiviação de sais e sódio solúvel de solo salino-sódico, podendo ser recomendada, como fonte de cálcio, para a recuperação da sodicidade”.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reciclagem tornou-se fundamental no atual contexto de degradação ambiental. Utilizar os recursos de forma sustentável, pensando nas vertentes econômica, social e ambiental é imprescindível. É a forma de a humanidade contribuir para a manutenção do planeta Terra. Em relação à construção civil, utilizar o gesso como alternativa a outros materiais como a cal, o cimento, a alvenaria e a madeira seria o primeiro passo para diminuir os impactos ambientais, já que todo resíduo proveniente do mesmo, pode ser reutilizado. Vale ressaltar que assim como outros materiais, o descarte inadequado do gesso pode contaminar o solo e o lençol freático.

O resíduo do gesso, quando tratado corretamente pode ser utilizado na agricultura, as vantagens são muitas: baixo custo, já que o gesso utilizado é do descarte da construção; aumenta o volume de solo explorado pelas raízes das plantas, melhorando a absorção de água e nutrientes; aumenta a produção da lavoura e principalmente, contribui de forma positiva ao meio ambiente com o uso sustentável dos resíduos. O gesso de construção civil apresenta resultado relevante para o incremento no crescimento de culturas, apresentando potencial para o aproveitamento na agricultura e na recuperação de áreas degradadas, conciliando a destinação final desse resíduo com a reciclagem. Neste contexto, o aproveitamento do gesso proveniente das construções torna-se uma opção para a agricultura. Assim, faz-se necessário um maior desenvolvimento de estudos e de técnicas que forneçam subsídios para tornar essa reutilização mais eficiente. Além disso, mais estudos do uso de resíduos de gesso da construção civil devem ser realizados em diferentes tipos de solo. Ainda, outros aspectos dos solos devem ser considerados como, por exemplo, a densidade de partículas, a porosidade e outros parâmetros físicos.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, V. H et al. **Uso de gesso agrícola**. In: RIBEIRO, A.C. et al. (Edit.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação*. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.67-78, 1999.

AMARAL, L. A. *et. al.* **Efeito de doses de gesso agrícola na cultura do milho e alterações químicas no solo**. *Revista Agrarian* [online]. Dourados, v. 10, n. 35, p. 31-41, 2017.

ASCARI, J. P.; MENDES, I. R. N. **Desenvolvimento agrônomico e produtivo da soja sob diferentes doses de gesso agrícola**. *Revista Agrogeambiental* [online], Pouso Alegre, v. 9, n. 4, dez., 2017.

Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall (DRYWALL). **Armazenagem e Destinação de Gesso na Reciclagem**. São Paulo: DRYWALL, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. *Resíduos de gesso na construção civil: coleta, armazenagem e reciclagem*. São Paulo/SP: Agns, 2012.

BALTAR, C. A. M.; BASTOS, F. F.; LUZ, A. B. **Gipsita. Rochas e minerais industriais, uso e especificações**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, p 449-469, 2005.

BERNHOFET, L. F.; GUSMÃO, A. D.; TAVARES, Y. V. P. **Influência da adição de resíduo de gesso no calor de hidratação da argamassa de revestimento interno**. *Revista Ambiente Construído* [online], Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 189-199, abr./jun., 2011.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, **Diário**

Oficial da União, de 3 de agosto de 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 431, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução 307, de 5 de julho de 2002, estabelecendo nova classificação para o gesso. **Diário Oficial da União**, 25 de maio de 2011.

CANUT, M. M. C. **Estudo da Viabilidade do uso do Resíduo Fosfogesso como Material de Construção**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Construção Civil Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Construção Civil. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 154 p. 2006.

CARDOSO, J. A. E.; PERES, G. C. M.; LAMBERT, R. A. **Influência da aplicação de calcário e gesso na cultura da soja**. Enciclopédia Biosfera [online], Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 10, n. 18, 2014.

CASTANHEIRA, R. P. S. et al. **A viabilidade do uso de tecnologias sustentáveis na construção civil**. Revista eletrônica da Estácio [online]. Recife, v. 2, n. 2, 2016.

COLLEPARDI, M. A. *State-of-the-art review on delayed ettringite attack on concrete*. *Cement & Concrete Composites*, Amsterdam, v. 25, n. 4-5, p. 401-407, 2003.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. Brasília: Embrapa Solos, 230 p. (Documentos, 132). 2011.

ERBS, A. et al. **Determinação das propriedades físicas e mecânicas do gesso reciclado proveniente de chapas de gesso acartonado**. Revista Cerâmica [online]. São Paulo, v. 61, n. 361, p. 482-487, 2015.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC. Apostila. 2002.

FREIRE, F. J. et al. **Gesso mineral do Araripe e suas implicações na produtividade agrícola da cana-de-açúcar no estado de Pernambuco, Brasil**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, vol. 4, p.199-213, 2007.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GHARAIBEH, M. A. et al. *Leaching and reclamation of calcareous saline-sodic soil by moderately saline and moderate-SAR water using gypsum and calcium chloride*. *Journal Plant Nutrition and Soil Science*, Tharandt, v. 172, n. 5, p. 713-719, 2009.

GHARAIBEH, M. A. et al. *Reclamation of a calcareous saline-sodic soil using phosphoric acid and by-product gypsum*. *Soil Use Management*, Londres, v. 26, n. 2, p. 141-148, 2010.

GUSMÃO, A. C. S. et al. **O uso de resíduos de gesso da construção civil na agricultura**. In: AGUIAR, A. C. et al. (Org.). Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações [e-book]. Recife: EDUFRPE. 557p. cap. 4, p. 408-418, 2019.

JANG, Y. C.; TOWNSEND, T. **Sulfate leaching from recovered construction and demolition debris fines**. *Advances in Environmental Research*, v.5, n.3, p.203-217, 2001.

JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. **Reciclar para construir: alternativas de gestão do resíduo de gesso**. São Paulo: EDUSP/PCC, 2003.

KANNO, W. M. **Propriedades mecânicas do gesso de alto desempenho**. 2009. 130 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2009.

KLAMT, R. A. et al. **Estudo da utilização da reciclagem de concreto asfáltico como camada de pavimento**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (GeAS) [online]. São Paulo, v. 7, n. 3, p. 539-553, set./dez., 2018.

LOPES, J. P. et al. **Reutilização e reciclagem de resíduos sólidos gerados na construção civil**. Cadernos de Graduação: Ciências Exatas e Tecnológicas [online]. Maceió, v. 3, n.1, p. 141-152, nov., 2015.

MARQUES, L. **Capitalismo e colapso ambiental**. Campinas:UNICAMP, 642 p, 2015.

MEDEIROS, M. S. **Poluição ambiental por exposição à poeira de Gesso: impactos na saúde da população**. Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM), Recife, março, 2003.

MELO, K. K. S. et al. **Caracterização química e mineralógica dos resíduos da mineração de gipsita no semiárido pernambucano**. Holos [online], Rio Grande do Norte, ano 33, vol. 6, 2017.

MORAIS, K. T. **Projetos de Lei Temáticos em Discussão: Análise da Tramitação da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. In: MELLO, D. P. et al. (Org.). Resíduos Sólidos: gestão pública e privada [e-book]. Recife: EDUFRPE. 488p. cap. 1, p. 3-14, 2018.

MOREIRA, P. R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 2004. 139 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Rio Claro/SP, 2004.

MPGESSO. **Reciclagem de Gesso**. Disponível em: <http://www.mpgesso.com.br>. Acesso em: 5 de maio. 2019.

PERES, L. S.; BENACHOUR, M.; SANTOS, V. A. **Gesso: produção e utilização na construção civil**. Recife/PE: SEBRAE, 2008.

RACHED, C. D. A.; ROVAI, R. L.; LIBERAL, M. M. C. **Ambiente e saúde na construção civil: prática do modelo diamante para os projetos de sustentabilidade** Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (GeAS) [online]. São Paulo, v. 7, n. 3, p. 507-519, set./dez., 2018.

SANTOS, M. H. S.; MARCHESINI, M. M. P. **Logística reversa para a destinação ambientalmente sustentável dos resíduos de construção e demolição (RCD)**. Revista Metropolitana de Sustentabilidade (RMS) [online], São Paulo, v. 8, n. 2, p. 67-85, mai./ago., 2018

SANTOS, P. M. et al. **Uso de resíduos de gesso como corretivo em solo salino-sódico**. Revista Pesquisa Agropecuária Tropical [online], Goiânia, v. 44, n. 1, p. 95-103, jan./mar, 2014.

SILVA NETO, C. M. et al. **Utilização de resíduos de gesso da construção civil para incremento no desenvolvimento da *Crotalaria Retusa***. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research médium* [online], Ituiutaba, v. 6, n. 1, p. 140-155, jan./jun, 2015.

Sindicato das Indústrias e Extração e Beneficiamento de Gipsita, Calcários, Derivados de Gesso e de Minerais Não-metálicos do Estado de Pernambuco (SINDUGESSO). **Mercado de gipsita e gesso no Brasil**. Pernambuco, 2004. Disponível em: <http://www.sindugesso.org.br/>. Acesso em: 8 abr. 2018.

TAVARES FILHO, A. N. et al. **Incorporação de gesso para correção da salinidade e sodicidade de solos salinosódicos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online], v. 16, n. 3, p. 247-252, 2012.

VINENTE, T. B. et al. **Desafios e oportunidades para a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos nos municípios do baixo Amazonas**. In: MELLO, D. P. et al. (Org.). Resíduos Sólidos: gestão pública e privada [e-book]. Recife: EDUFRPE, 488p. cap. 1, p. 24-34, 2018.

VITTI, G.C. et al. **Uso do gesso em sistemas de produção agrícola**. GAPE, Piracicaba, 2008.

YAZDANPANAH, N.; MAHMOODABADI, M. **Reclamation of calcareous saline-sodic soil using diferente amendments: time changes of soluble cations in leachate**. *Arabian Journal of Geosciences*, Heidelberg, v. 4, n. 7, p. 194-204, 2011.

7.5 REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS

MOREIRA, Rivalda Patrícia Ribeiro Santos

Centro Universitário Estácio do Recife (PE)
rivapaty@gmail.com

AZEVEDO, Flávia Garrett

Centro Universitário Estácio do Recife (PE)
flavia.garrett@estacio.br

RESUMO

A construção civil, ainda hoje é um dos setores que mais agride o meio ambiente, seja pela extração de recursos ou pelo descarte indiscriminado de resíduos oriundos da construção civil. Milhares de toneladas de entulhos são desperdiçados todos os dias, durante anos por não haver, tanto do setor público como do privado, uma gestão eficiente no qual aproveite esses materiais seja na própria construção civil ou até mesmo em outras áreas. Tijolo de solo-cimento com uma técnica milenar vem na contramão desse quadro preocupante em que o mundo se encontra. Esse estudo teve como base o mesmo método utilizado no fabrico de tijolos solo-cimento tradicionais também conhecidos como tijolos ecológicos, onde se utiliza solo, cimento e água. Nos tijolos ecológicos produzidos pelo estudo, foi empregado um percentual de resíduos da construção civil (RCC) a mistura do solo, fazendo com que o produto final além de ser ecológico também seja sustentável.

PALAVRAS-CHAVES: Resíduos sólidos, Composição do tijolo de solo-cimento, Sustentável.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades mais antigas que se tem conhecimento na história. Essa ação afeta consideravelmente o meio ambiente pelo consumo de recursos minerais e de produção de resíduos. Uma atividade que ao longo dos séculos tem se reafirmado como um grande agente poluidor devido exploração de jazidas de pedras, areias, calcário, zinco, alumínio, ferro, madeira e água. Para Mendonça et. al. (2017), a quantidade de descarte indiscriminado de resíduos da construção civil (ou entulhos) em rios, córregos e represas, elevando o seu leito (assoreamento), resulta em enchentes e risco de desabamento de residências próximas ao rio, além de refletir um grande impacto na economia, com gasto na limpeza e transportes desses materiais e na saúde com a disseminação de doenças provenientes de baratas, ratos, moscas e mosquitos que fazem moradias nesses resíduos.

Segundo Laguette (1995), na Europa há um desperdício equivalente a 200 milhões de toneladas anuais entre concreto, pedras e recursos minerais, materiais esses que seriam suficientes para construir uma rodovia com seis faixas de rolamento interligados as cidades de Roma e Londres.

No Brasil é produzido, em média por brasileiro, meia tonelada de resíduos de construção civil ao ano, também são desperdiçados oito bilhões de reais anualmente por não reciclar seus produtos, segundo informações da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2011).

Devido ao grande impacto ambiental causado pelo descarte desses materiais oriundos da construção civil, houve a necessidade de investigar o reaproveitamento desses resíduos, com a intenção de não só reaproveitar como também minimizar o desperdício de matérias-primas usadas nas construções civis. O reaproveitamento de entulhos na fabricação de tijolos ecológicos surge como mais uma alternativa para construção de alvenaria em habitações e outras edificações, bem como uma economia significativa e preservação do meio ambiente com menor exploração/extração de matérias primas.

O processo de fabricação do tijolo ecológico é bem diferente do tijolo convencional (ou de cerâmica), pois ele não é cozido no seu processo de produção e sim prensado hidraulicamente, lhe conferindo uma sustentabilidade com ausência da queima da madeira. Conforme Ferp et. al. (2019), essa problemática vem de encontro à dificuldade da própria indústria de conseguir matéria prima para produção de novos produtos, resultando em uma grande demanda de pesquisas que analisam diversas formas de reaproveitar esses resíduos.

As pesquisas nas quais se utilizam materiais e técnicas alternativas de construção, estão assumindo grande importância na engenharia, já que alguns tipos de resíduo podem ser utilizados com vantagens técnicas e redução de custos, como é o caso da adição de material granular, oriundo dos resíduos de construção (SILVA; SANTOS; SOUSA; 2018). A relevância da temática na engenharia civil é devida ao grande impacto ambiental causado pelo descarte de materiais provenientes de canteiros de obras, sendo assim, a importância de investigar o reaproveitamento dos resíduos provenientes da construção civil, bem como a implementação da sustentabilidade na área e a participação do engenheiro no manejo desse recurso. Esse estudo teve como objetivo a produção de tijolo ecológico a partir de resíduos sólidos. E com relação aos objetivos específicos:

- Identificar os tipos de resíduos sólidos da construção civil capazes de fornecer matéria prima para a fabricação dos tijolos ecológicos;

- Determinar um procedimento de modelagem na fabricação dos tijolos ecológicos a partir do reaproveitamento dos resíduos sólidos da construção civil;
- Realização do teste de compressão simples dos tijolos ecológicos fabricados com resíduos sólidos da construção e analisar os seus resultados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Resíduos Sólidos

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), a quantidade de resíduos sólidos no país em 2017 teve um total de 78,4 milhões de toneladas, um acréscimo de 1% em relação ao ano de 2016. Esse resultado coloca o Brasil na quarta posição dos países que mais gera resíduos sólidos no mundo. Embora já existissem cidades há milhares de anos em sociedades com diferentes modos de produção, sua importância aumentou em dois períodos históricos mais recentes.

O primeiro começou no final da Idade Média e estava relacionado com as transformações que ocorreram no sistema feudal europeu com o desenvolvimento do capitalismo; o segundo começou no final do século XVIII com a Revolução Industrial e estava relacionado com a formação de um modo de produção capitalista (OLIVEN, 2010, p. 146).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), fruto de lutas e demandas da sociedade civil e de intenso debate entre legisladores, órgãos governamentais, grupos empresariais envolvidos nas atividades de limpeza urbana e coletivos de catadores, foi aprovada em 2010 e estabeleceu metas arrojadas para o equacionamento dos problemas ambientais e sociais relacionados aos resíduos urbanos. Dentre essas metas, duas se destacam: a extinção dos chamados "lixões" e a inclusão dos catadores na cadeia reversa dos materiais recicláveis em todos os municípios do país. (TEODOSIO; SANTOS; 2016).

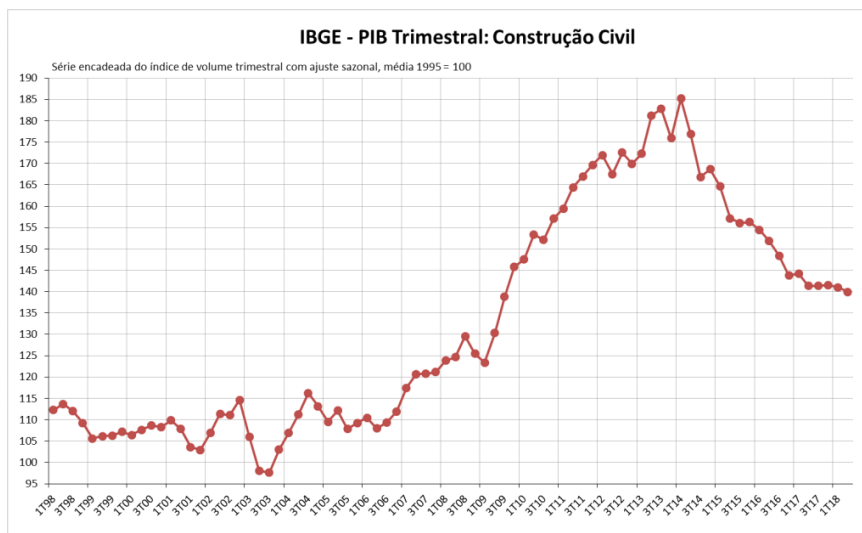
Para Bohnenberger et. al, (2018) e Da Costa et. al., (2017) a construção civil é responsável por um elevado consumo de recursos naturais e também pela geração de uma grande quantidade de resíduos de construção e de demolição (RCD). Uma alternativa para o gerenciamento sustentável dos RCDs é a reciclagem para uso na própria construção civil, o que permite a redução da demanda de recursos naturais e dos custos, além de amenizar o impacto gerado pela disposição inadequada desses resíduos no meio ambiente. Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da norma NBR 10.004/2004 - Resíduos Sólidos: classificação, classifica resíduos nos estados sólido e semi-sólido, como todos materiais provenientes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

No Brasil, a Lei nº 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, disciplina a gestão de resíduos sólidos, determina as diretrizes relativas à gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos, fazendo distinção entre o lixo que pode ser reciclado ou reaproveitado e o lixo perigoso, aquele que é rejeitado. Incentiva a coleta seletiva e a reciclagem em todos os municípios brasileiros. Conforme Januário et. al, (2017), a crescente e contínua produção de resíduos nas cidades é uma das principais preocupações dos Gestores Públicos. A implantação das Políticas Públicas Ambientais tem contribuído para a participação responsável de cada cidadão.

A Lei Federal nº 12.305/2010 de acordo com Brasil (2010), promulgada após quase vinte anos em discussão, é um marco legal em referência aos resíduos sólidos. Esta Lei estabelece que até o ano de 2014 todos os lixões devem ser extintos, contudo houve correção na

Lei em 1º de julho de 2015 prorrogando até 2021, isso se dá através da gestão dos mesmos como aterros sanitários, o que recebe o nome de aterro controlado. Em reflexo do grande desenvolvimento econômico, observa-se uma maior quantidade de geração de resíduos da construção civil proveniente de grandes geradores. Quando coletados pela companhia responsável pela limpeza urbana por ser depositado em vias públicas ou locais irregulares, recebem o nome de resíduos sólidos urbanos. O setor da construção civil é expressivo para o crescimento do país. Esse setor é responsável pela contratação de parte da mão de obra bem como tem expressiva contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (GULARTE et. al., 2017). Observa-se a importância da construção civil na economia do país, o que afeta diretamente o Produto Interno Bruto (PIB) (Figura 1).

Figura 1 – Variação do PIB Brasil e Construção Civil



Fonte: Fiesp (2018)

Segundo Fiespe (2018), ao se considerar a taxa acumulada nos últimos 4 trimestres, verifica-se o pior desempenho, com relação aos anos anteriores. Nessa mesma comparação, o PIB da indústria de transformação e da geral, avançaram respectivamente 3,5% e 1,4%, enquanto o PIB do país teve expansão de 1,4%. O atual modelo de desenvolvimento econômico já se mostra ultrapassado e insustentável perante aos problemas ambientais gerados pelos resíduos sólidos, tornando necessária a criação de um novo olhar para relação de produção-consumo (SANTOS et. al. 2018).

2.2 Resíduos sólidos e o impacto ambiental

Segundo a resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, é considerado impacto ambiental qualquer alteração das propriedades químicas, físicas e biológicas do meio ambiente, resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I** – A saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II** – As atividades sociais e econômicas;
- III** – A biota;
- IV** – As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V** – A qualidade dos recursos ambientais.

A Resolução do CONAMA define resíduo da construção civil:

Os Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. (Art. 2º, § 1, CONAMA, 2002)

Os impactos ambientais são produzidos ao longo de toda cadeia produtiva, seja pela ocupação de terras, extração de matérias-primas, produção e transporte de materiais, construção de edifícios e como produto a geração e disposição de resíduos (FONSECA, FORTUNATO, HOLANDA, 2018). Em todas as etapas da construção civil, a começar pela extração da matéria-prima passando por sua utilização e finalizando com a demolição, afetam as propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente seja direta ou indiretamente. A exploração de minerais modifica o ambiente, contudo a destinação final de resíduos deve ser incorporada como uma oportunidade de empreendimento.

O número reduzido de ações ambientais nos canteiros de obras e a falta de um modelo nacional e de práticas para ações adequadas ao segmento das empresas de pequeno e médio porte (PME) no setor da construção civil demonstram a falta de consciência ainda existente nas empresas, sobre a importância ambiental. Essa situação tende a prejudicar a concepção de ações práticas que poderiam ser implementadas como parte de um processo produtivo nesse setor (SILVA; QUELHAS; AMORIM; 2017). Pinheiro, Lobon e Scalize (2018) verificaram que existem 228 disposições finais de resíduos sólidos urbanos (DRSs) com 93% em condições irregulares (lixões). Desse total, 69 DRSs estão localizadas em 43 BCSs bacias de captação superficiais, das 204 existentes no Estado de Goiás; 9 delas suscetíveis à contaminação em suas áreas.

Muitos dos impactos ambientais causados pela gestão indevida dos resíduos da construção civil começam pela destinação final em locais não autorizados. Essas ações ligadas a um gerenciamento ineficaz produz um grande número de áreas degradadas, também conhecidas como bota-fora clandestinas ou de deposições irregulares, segundo Pinto e Gonzáles (*apud* COSTA, CAVALCANTI, 2009). Na grande maioria essas áreas de bota-fora são localizadas nas periferias, onde se encontram a população menos favorecida e que são muito afetadas com a destinação incorreta desses resíduos, causando conseqüentemente transtorno à população.

A resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, tem como objetivo de estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos de forma a minimizar os impactos ambientais causados pelo descarte indiscriminado de resíduos e é considerado um marco na gestão de Resíduos da Construção Civil (RCC). Conforme Leite et. al, (2016), além do intenso consumo de recursos naturais, os grandes empreendimentos de construção acarretam a alteração da paisagem e, como todas as demais atividades da sociedade, geram resíduos. Os RCC representam um grave problema em muitas cidades brasileiras. A disposição irregular destes resíduos pode gerar problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública, representando um problema que sobrecarrega os sistemas de limpeza pública municipais, visto que, no Brasil, os RCC podem representar de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos – RSUs (Brasil, 2005b). (Relatório de Pesquisa – Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil – IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, DF, 2012).

Com a falta, em sua maioria, de fiscalização, o desenvolvimento de instrumentos de conscientização e criação de locais apropriados para o descarte desse resíduo geram um sentimento de impunidade, ignorância e também dificuldades na disposição adequada dos Resíduos de Construção e Demolição – RCD, por não existir locais apropriados para onde estes

resíduos possam ser levados pelos moradores (PAZ, XIMENES, HOLANDA, LAFAYETTE, 2018).

Com a necessidade de investimentos financeiros em busca de um desenvolvimento sustentável e a disposição inadequada desses materiais desperdiçados que poderiam ser reciclados ou reutilizados, o reaproveitamento é uma alternativa vantajosa no quesito econômico. Os RCC representam um grave problema em muitas cidades brasileiras. De acordo com a matéria de reportagem do Jornal Nacional de Janeiro de 2018, mais de 80% dos municípios brasileiros não tratam de forma adequada o entulho gerado pela construção civil. E isso não é só um problema ambiental, é também um desperdício de dinheiro. O entulho reciclado poderia ser usado na construção de praças, parques e jardins, barateando as obras em até 80%.

Conforme Santos, Stiler e Damasceno (2019), o uso de rejeito de britagem na mistura de solo-cimento para fabricação de tijolo é uma das alternativas para aumentar o percentual de material arenoso e dar resistência ao tijolo. Também, uma alternativa sustentável, o uso do solo vermelho argiloso permitiu obter um tijolo com estética diferenciada, coloração alaranjada com pigmentos negros, oriundos da rocha basáltica típica da região. Esse trabalho além de estimular o conhecimento nas disciplinas proporcionou uma forma de trabalhar conceitos inerentes à prática da construção civil e o trabalho em grupo aprimorou as relações interpessoais dos envolvidos. Os resíduos da construção civil passam a ser visto como algo preocupante. Apesar da implantação do serviço de coleta ter crescido, ainda é algo pouco distribuído, acessível e divulgado, tornando-se assim um problema urbano. A solução para isso ainda está no tratamento, maximização de seu reaproveitamento, reciclagem e no investimento de empresas que realizem esse serviço. (MELO et. al., 2018).

2.3 Tijolo Ecológico de Solo-Cimento

Sala (2006) define o tijolo ecológico ou de solo-cimento sendo feito de uma mistura de solo e cimento, que depois são prensados. Seu processo de fabricação não exige queima em forno à lenha, o que evita desmatamentos e não polui o ar, pois não lança resíduos tóxicos no meio ambiente e para o assentamento no lugar de argamassa comum é utilizada uma cola especial. De acordo com Grande (2003), a composição de solo-cimento é uma mistura entre solo, cimento Portland e água, que se compactado na umidade adequada, resulta em um material resistente e durável. Pode-se também dizer que um processo de estabilização físico-químico, que consiste na estruturação resultante da reorientação das partículas sólidas do solo com a deposição de partículas cimentantes nos contatos intergranulares.

Conforme Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da norma NBR 10.883/1989 – Fabricação de tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com utilização de prensa hidráulica, onde estabelece os requisitos para a fabricação de tijolos e blocos de solo-cimento em prensa manual ou hidráulica e que deve atender às seguintes características:

- a) 100% de material que passa na peneira com abertura de malha de 4,75mm, de acordo com a ABNT NBR NM ISO 3310-1;
- b) 10% a 50% de material que passa na peneira com abertura de malha 75µm de acordo com a ABNT NBR NM ISO 3310-1;
- c) limite de liquidez menor ou igual a 45%;
- d) índice de plasticidade menor ou igual a 18%.

Ainda em conformidade com a NBR 10.883/1989, o solo não pode conter matéria orgânica em quantidade que prejudique a hidratação do cimento, bem como a água deverá ser isenta de impurezas nocivas à hidratação do cimento.

Nem todas as substâncias agregadas à produção do tijolo ecológico serão de boa qualidade. Jordan et. al., (2019) realizaram testes com o bagaço da cana- de açúcar e verificaram que com a adição de cinza natural diminuiu a qualidade dos tijolos, reduzindo a resistência à compressão e aumentando o índice de absorção de água. A fabricação de tijolos solo-cimento é uma solução inteligente para a construção civil que busca, cada vez, soluções construtivas, emprego de novas ferramentas, reciclagem de resíduos, desenvolvimento sustentável, atender ao déficit habitacional e a diminuição do desperdício no canteiro de obras com a racionalização de materiais e mão-de-obra. Neste contexto, o solo é um material apropriado para diversas aplicações no setor por sua abundância, fácil alcance, manipulação e baixo custo, possibilitando seu uso em diversas soluções (GRANDE, 2003).

De acordo com Coelho e Chaves (1998), o lixo oriundo de entulhos da construção civil, embora não seja o mais incômodo, sob o ponto de vista da toxicidade, assusta pelo seu volume crescente e requer medidas imediatas. Além de ser a atividade econômica que mais consome recursos naturais, é também a maior geradora de resíduos urbanos. Conforme o SEBRAE (*apud* OSCAR NETO, 2010, p. 3), o tijolo constrói a casa do rico e do pobre. Ele é a matéria-prima básica na maioria das construções do país. É conhecido apenas por tijolo, mas há alguns anos mais uma palavra foi acrescentada ao seu nome: ecológico. Em tempos de sustentabilidade ambiental, o tijolo ecológico ou tijolo modular destaca-se por apresentar uma menor agressão ao meio ambiente na sua fabricação. “Hoje em uma obra convencional, cerca de 1/3 do material vai para o lixo” (OSCAR NETO, 2010). Ainda de acordo com o autor, essa técnica construtiva possui outras vantagens, dentre as quais se pode citar:

- Redução em 30% do tempo de construção em relação à alvenaria convencional;
- Estrutura – os encaixes e colunas embutidas nos furos distribuem melhor a carga de peso sobre as paredes;
- Redução do uso de madeira para forma de vigas e pilares quase a zero;
- Economia de concreto e argamassa em cerca de 70%;
- Economia de 50% de ferro.

Segundo Luza et al., (2018), o tijolo cerâmico pode-se destacar pela abundância da matéria-prima (a argila). Obtiveram bons resultados, devido à maior densidade relativa apresentada e aos cristais tipo placa nas microestruturas obtidas, possibilitando a incorporação dos resíduos industriais na obtenção de cerâmicas quimicamente ligadas usando a técnica de cimento ácido-base. A reciclagem de resíduos da construção civil através de sua utilização na fabricação de blocos não estruturais, além dos benefícios ambientais pela reciclagem dos resíduos, gera uma alternativa social e econômica viável, por gerar emprego, venda e lucratividade. (GALARZA, et. al, 2015).

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de Estudo

Pesquisa exploratória, que utiliza o método descritivo com aplicação de estudo de caso. Optou-se também pela condução de uma investigação qualitativa exploratória, se iniciando pelo levantamento na literatura das bases conceituais existentes em torno das diferentes acepções e definições sobre o tema de reaproveitamento de resíduos da construção civil na fabricação de tijolos ecológicos. Utilizou-se como coleta de dados pesquisa de campo e análise de estudos que demonstram o tema escolhido com maior relação aos objetivos do trabalho, descrevendo a utilização do tijolo ecológico na abordagem de aspectos relacionados à sua fabricação e sustentabilidade.

Serão apresentados os materiais utilizados para a confecção dos tijolos de solo-cimento com adição de resíduo de construção civil, além da metodologia utilizada seguindo a NBR

10.883/1989 – Fabricação de tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com utilização de prensa hidráulica, para a confecção dos mesmos e para a análise dos resultados obtidos.

3.2 Local de Estudo

Devido a inexistência de fábricas que trabalhem na fabricação de tijolos ecológicos, o estudo foi realizado em uma fábrica de pequeno porte, localizada na cidade de Campina Grande no estado da Paraíba. A fábrica estabelece as condições de base (infraestrutura), para o desenvolvimento do processo de fabricação dos tijolos ecológicos usando RCC.

3.4 Fases do Processo

Primeira Fase: A coleta de material de demolição ou Resíduos da Construção Civil – RCC, foi autorizada e feita na empresa Ciclo Ambiental que é uma empresa pernambucana, pioneira no tratamento de Resíduos da Construção Civil (RCC) localizada em Camaragibe, com capacidade para processar 900 (novecentas) toneladas por dia. Equipada com tecnologia de ponta, a Central de Tratamento, que através de britagem e separações balísticas dos resíduos da construção civil atendendo a Resolução Conama nº 307.

Segunda Fase: A fabricação dos tijolos usando agregados de RCC foi realizada num espaço, anexo à casa residencial do dono da fábrica que fica localizada na Rua Valdemiro R. Cunha, no bairro Jardim Paulistano, Campina Grande/PB.

Terceira Fase: Os estudos de ensaios de compressão foram feitos através de um laboratório móvel no qual fez os procedimentos na própria casa da aluna realizadora do estudo, localizada no centro do município de Abreu e Lima em Pernambuco.

3.5 Materiais

3.5.1 Solo

O solo utilizado no estudo foi o mesmo que já vinha sendo trabalhado na fabricação dos tijolos pela fábrica que é coletado na chamada Jazida de São Sebastião de Lagoa de Roça localizada no município de São Sebastião de Lagoa de Roça na Paraíba.

3.5.2 Cimento

O cimento utilizado foi o cimento Portland com adição de material pozolânico (CP-II Z), que varia de 6% à 14% em massa, o que confere ao cimento menor permeabilidade, tendo classe de resistência de 32 MPa e é muito utilizado no Brasil.

3.5.3 Água

A água utilizada foi a do sistema de abastecimento da fábrica de tijolos.

3.5.4 Resíduos de Construção Civil – RCC

O RCC utilizado foi coletado na empresa Ciclo Ambiental. O material é constituído em sua grande maioria da argamassa usada no chapisco, emboço e reboco das paredes de alvenaria, portanto não contém cerâmica.

3.5.5 Equipamentos utilizados

- Triturador de terra;
- Peneira elétrica rotativa;
- Prensa hidráulica para fabricação de tijolos, com capacidade de fabricação de um tijolo por prensagem;

- Paquímetro digital;
- Balança digital.

3.5.5 Dosagem utilizada

A Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (1980), recomenda o traço para fabricação de solo-cimento seja de 1:10, sendo uma parte de cimento para dez parte de solo. Adotou-se, neste trabalho, o traço 1:8 (tabela 1), que é mais rico em cimento, e correspondeu utilização de uma parte de cimento para cada oito partes da matéria-prima utilizada (solo + RCC), baseado em Grande (2003), que estudou a fabricação de tijolos modulares de solo-cimento, por prensagem manual, com e sem adição de matéria-prima sílica ativa, onde adotou um traço de referência de 1:10 e variações para análise de um traço rico em cimento (1:7) e outro pobre (1:13).

Tabela 1. Dosagem entre os materiais

	Mistura	Dosagem	Porcentagem (volume na composição)
1 ^a	Solo + RCC (composição)	1/7 – Traço de RCC, em volume de solo.	85,7 % de solo + 14,3% de RCC.
2 ^a	Solo+ RCC+ Cimento	1/8 – Traço de cimento, em volume na composição.	87,5 % de solo e RCC+ 12,5 % de cimento.

Fonte: Autora (2018)

3.5.6 A mistura dos componentes

Primeiramente foram homogeneizados o solo e o RCC, de forma manual, com o uso de uma enxada, para depois se repetir o processo de homogeneização, com a adição do cimento. Em seguida foi adicionada a água, aos poucos, até que a argamassa atingisse uma consistência adequada para a moldagem. A quantidade de água utilizada foi monitorada pela verificação da consistência da massa por meio de um teste visual e manual. A água foi adicionada até que a argamassa atingisse uma consistência parecida com a de um torrão, no momento em que apertasse a mistura com uma mão ela se desprendesse com facilidade. Depois esse torrão é pego e dividido ao meio ao ponto de não se desfazer.

3.5.7 Confeção dos tijolos solo-cimento: RCC

Para a moldagem dos tijolos vazados, foi utilizada uma prensa hidráulica. As especificações da NBR 10833 (1989) foram seguidas para as moldagens. Após a mistura dos materiais e depois de atingir a umidade adequada, a massa de solo-cimento com RCC foi colocada no dosador da prensa, para posteriormente ser colocada no molde, e ser realizada a prensagem hidráulica, que apresenta uma alta pressão. Depois o tijolo é retirado da prensa com bastante cuidado e colocados um a um sobre um suporte de madeira. Foi medida a altura do tijolo através de um paquímetro digital e também foi pesado.

3.5.8 Cura dos tijolos solo-cimento

Após a moldagem, os tijolos foram protegidos do sol e vento e durante os sete primeiros dias foram molhados diariamente para que se conservassem úmidos, assim garantindo a cura necessária. Completados 14 dias desde a sua moldagem os tijolos estavam prontos para ser feito o ensaio de compressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ensaio de compressão

O ensaio de compressão dos tijolos foi realizado após 14 dias de sua fabricação. Um laboratório móvel equipado com uma máquina para teste de compressão de uma empresa de cimento foi até o local para realização do ensaio. Os tijolos foram enumerados de 1 a 6 e cada um foi submetido ao teste de compressão individualmente para que depois fosse tirada uma média. A máquina aplicou para cada tijolo uma força até o seu rompimento. Após cada rompimento verificou-se sua deformação. Após os ensaios à compressão simples de cada bloco todos os dados obtidos foram colocados em uma tabela para que fossem feitas uma análise individual e uma média da resistência dos tijolos.

4.2 Resultados da compressão

Um ensaio de compressão a um processo físico ou mecânico que consiste em submeter um corpo à ação de duas forças opostas para reduzir o seu volume. Segundo Hibbeler (2010), a resistência de um material depende de sua capacidade de suportar uma carga sem deformação excessiva ou ruptura. O cálculo usado para obtenção dos resultados da resistência à compressão simples ou à tensão nominal foi a mesma definida nos livros de Resistência dos Materiais, dividindo a carga aplicada P pela área original da seção transversal do corpo de prova, A.

$$\delta = P/A$$

Onde,

δ = tensão nominal

P= carga aplicada

A= área de seção transversal do corpo

Na análise em questão, foi utilizada a força (em quilo Newton - KN) através da leitura do manômetro, dividida pela área (em cm²) da face do tijolo onde foi aplicada essa força. A Área da face considerada foi a área líquida, onde é calculada pela área total da face do tijolo subtraída pelo dobro da área do círculo que é a parte vazada do tijolo ecológico. A unidade de resistência a compressão foi calculada em quilo Newton por centímetros ao quadrado e posteriormente o resultado foi convertido em Mega Pascal – MPa. O diâmetro da parte vazada do tijolo mede 58,9mm. Os resultados de resistência à compressão (tabela 2) são apresentados de forma individuais e tirada a sua média, onde nenhum tijolo, segundo a norma NBR 10834 (1993) em que diz que a resistência individual de um bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural é igual ou maior que 1,7 MPa, ficou abaixo da permitida. Da mesma forma, a média resultante da resistência não ficou abaixo da média exigida pela NBR 10834 (1993) que deve ser igual ou maior a 2,0 MPa.

Tabela 2. Resultados da análise dos tijolos com agregados de RCC

Nº DA AMOSTRA	MASSA (g)	COMPRIMENTO (mm)	LARGURA (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA LÍQUIDA (cm ²)	LEITURA MANÔMETRO (KN)	RESIST. A COMPRESSÃO (MPa)
1	2700	250	125	66,8	258	45,62	1,76
2	2700	250	125	66,8	258	59,27	2,29
3	2700	250	125	66,8	258	56,14	2,17
4	2700	250	125	66,8	258	72,25	2,80

5	2700	250	125	66,8	258	55,85	2,16	
6	2700	250	125	66,8	258	70,35	2,72	
RESISTÊNCIA MÉDIA								2,32

Fonte: Autora (2018)

4.3 Ensaio de Absorção

O ensaio de absorção dos tijolos também foi realizado após 28 (vinte e oito) dias de sua fabricação. Foi usado o Laboratório do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Estácio de Sá, no Campus San Martin em Recife. Os tijolos foram identificados com uma numeração que vai de 1 a 3, depois colocados em uma estufa a 105°C por um período de uma hora para que toda sua umidade fosse retirada conforme a NBR 8492(1984). Depois de decorrido uma hora cada tijolo foi pesado, obtendo assim a massa (em gramas) do tijolo seco em estufa chamado de M1. Depois de pesados cada tijolo foi submerso em água, em temperatura ambiente, por mais um período de 24 horas. Passado esse tempo cada tijolo foi novamente pesado chegando a segunda massa (em gramas), agora saturada, chamada de M2. Todos os dados coletados foram usados no cálculo de absorção da água.

4.4 Resultados da Absorção

Para o cálculo de absorção foi usada a fórmula seguida pela NBR 8492 (1984), onde a absorção da água chamada de A, é o resultado da subtração entre a massa do tijolo saturado (M2) pela a massa do tijolo seco em estufa (M1), dividida pela massa do tijolo seco em estufa (M1) e seu resultado multiplicado por cem.

$$A = \frac{M2 - M1}{M1} \times 100$$

Onde,

M1 = Massa do tijolo seco em estufa

M2 = Massa do tijolo saturado

A= Absorção da água, em porcentagem

De acordo com a NBR 10834 (1993), a média dos valores de absorção deve ser igual ou menor que 20% (vinte por cento) e os valores individuais devem ser iguais ou menores que 22% (vinte e dois por cento), aos 28 (vinte e oito) dias. Sendo assim, observa-se que os resultados (tabela 3) deste estudo são satisfatórios por estarem em conformidade com a norma citada acima.

Tabela 3. Resultados da absorção

Tijolo	M1 (g)	M2 (g)	Absorção %
1	2628,28	3002,22	14,22
2	2685,72	3248,56	20,95
3	2718,49	3280,28	20,66
ABSORÇÃO MÉDIA			18,61

Fonte: Autora (2018)

4.5 Estudo Financeiro

Durante o estudo foi feita uma análise do custo na fabricação de um milheiro (mil tijolos), bem como o lucro estimado, (tabela 4). Verificou-se que o aumento final no preço de venda é motivado pelo consumo de energia elétrica para o funcionamento da prensa hidráulica, do triturado e da peneira elétrica na produção dos tijolos, fazendo com que aja um aumento no

custo. Esses valores foram pesquisados usando como referência os meses entre agosto e outubro de 2018, na cidade de Campina Grande/PB.

Tabela 4. Custo e preço estimado (Milheiro)

CUSTO E PREÇO ESTIMADO								
TRAÇO		CUSTO P/ TRAÇO (R\$)	UNIDADE PRODUZIDA P/ TRAÇO	CUSTO / UNID (R\$)	CUSTO / MILHEIRO (R\$)	PREÇO DE VENDA UNID. (R\$)	PREÇO ESTIM. VENDA (MILHEIRO) (R\$)	LUCRO BRUTO ESTIM. (R\$)
SOLO	CIMENTO							
8	1	7,59	32	0,33	332,62	0,90	900,00	567,38

Fonte: Autora (2018)

5. CONCLUSÕES

A Construção Civil, mesmo com certo atraso em relação a outros setores produtivos, vem alcançando significativos resultados envolvendo a sustentabilidade ambiental. Faz-se necessário que novos conceitos sustentáveis sejam absorvidos e disseminados para que haja um maior reaproveitamento dos resíduos gerados pela humanidade como, também, um agregamento de valores como qualidade, ética e responsabilidade ambiental.

Apesar de as ideias de sustentabilidade e preservação do meio ambiente serem bastante abordadas, o tijolo ecológico vem se destacando minimamente no quadro da construção civil. Pelos resultados analisados conclui-se que tanto a resistência à compressão, quanto a absorção dos tijolos ecológicos com RCC apresentam valores satisfatórios quando comparados à Norma Brasileira e a outros tijolos mais utilizados no mercado. Sua aplicação não se limita apenas a questões de alvenaria, outros estudos têm demonstrado a eficiência desses blocos em áreas como pavimentação, contenção de encostas e pequenas barragens, sendo os tijolos ecológicos mais uma solução no reaproveitando de materiais originados da construção civil.

Apesar de ser um produto com custo um pouco mais elevado em sua fabricação (comparado aos tijolos convencionais) devido ao consumo de energia elétrica, em contrapartida, ganha-se em questão ambiental por não haver queima de madeira, ganha-se pelo reaproveitar de materiais da construção civil como agregados na sua fabricação e pelo baixo consumo empregado no acabamento de paredes, no desperdício de material que ocasiona uma economia de até 20% (vinte por cento) no valor total da construção da obra.

Devido há tantos benefícios trazidos com utilização dos tijolos ecológicos, existe uma necessidade na propagação de seu uso, seja no maior conhecimento do produto, em saber suas vantagens, de capacitação de mão de obra especializada, para que esses tijolos ecológicos venham fazer parte cada vez mais do dia a dia nas construções.

REFERÊNCIAS

ANICER. Informações diversas. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br>>. Acesso em: 24 setembro 2018.

Associação Brasileira de Cimento Portland. **Dosagem das misturas de solo-cimento: normas de dosagem e métodos de ensaio**. São Paulo: ABCP, 1980.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>> Acesso em: 24 setembro 2018.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR NM ISO 3310-1: 1997**. Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação - Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico. Rio de Janeiro, 1997.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 8492:1984**. Tijolo maciço de solo-cimento. Determinação da resistência à compressão e absorção de água. Rio de Janeiro, 1984.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 10.004:2004**. Resíduos Sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 10.883:2012**. Fabricação de tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com utilização de prensa hidráulica. Rio de Janeiro, 2012.

Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON. **Brasileiro produz por ano meia tonelada de resíduos de construção civil**. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/brasileiro-produz-por-ano-meia-tonelada-de-residuos-de-construcao-civil/>> Acesso em: 05 setembro 2018.

BOHNENBERGER, José Carlos et al. Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério. **Ambient. constr.**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 299-311, Mar. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>>. Acesso em: 05 setembro 2018.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 307**, de 5 de julho de 2002. **Estabelece Diretrizes, Critérios e Procedimentos para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>> Acesso 11 maio 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei Federal n. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 24 setembro 2018.

COELHO, P.E.; CHAVES A.P. Reciclagem de entulho: uma opção de negócio potencialmente lucrativa e ambientalmente simpática. **Areia e Brita**, São Paulo, v. 2, n. 5, p. 31-35, 1998.

COSTA, E. C. S.; CAVALCANTE, M. S. **Gerenciamento de resíduos sólidos: estudo de caso de uma construtora de grande porte**. Projeto de Graduação. Imperatriz. Unidade de Ensino Superior do Sul do Maranhão, 2009.

DA COSTA, Daniela Vieira et al. Situação do Gerenciamento dos resíduos de Construção e demolição Classe A em Manhuaçu- MG. **REMAS - Revista Educação, Meio Ambiente e Saúde**, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 86-102, nov. 2017.

FERP, UGB et al. Produção de Tijolos Ecológicos no UGB. **Simpósio**, [S.l.], n. 3, out. 2017. ISSN 2317-5974. Disponível em: <<http://revista.ugb.edu.br/index.php/simposio/article/view/381>>. Acesso em: 01 maio 2019.

FIESP – Observatório da Construção. PIB da Construção Civil cai 1,1% no segundo semestre. Agência Indusnet Fiesp, Graciliano Ramos, 13 de setembro de 2018. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/observatoriodaconstrucao/noticias/pib-da-construcao-civil-cai-11-no-segundo-trimestre/>. Acesso em: 30 abril 2019.

FONSECA, A. C.N.; FORTUNATO, C. F.; FONSECA, A. C. N.; HOLANDA, R. M. Resíduos da Construção Civil; Aspectos da Legislação Ambiental e Destinação Final. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos Sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1ª edição. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 321 - 330. Disponível em: <<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 12 mai. 2019.

GALARZA, Luis Hernando Walteros et al . Modelo dinâmico de sistemas para o gerenciamento de resíduos da construção civil na cidade de Porto Alegre: estudo de caso. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 20, n. 3, p. 463-474, Sept. 2015.

GRANDE, F. M. **Fabricação de tijolos modulares de solocimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa**. 2003. 165 f. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

GULARTE, Luis Carlos Pais et al . Estudo de viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil no município de Pato Branco (PR), utilizando a metodologia multi-índice ampliada. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 22, n. 5, p. 985-992, Oct. 2017 .

HIBBELER, R. C., **Resistência dos materiais I**, tradução Arlete Simille Marques; revisão técnica Sebastião Simões da Cunha Jr.- 7. ed. São Paulo, 2010, p. 57-58. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/residuos-solidos/>>. Acesso em: 24 setembro 2018

I. C. DE A. LEITE; J. L. C. DAMASCENO; A. M. DOS REIS; M. ALVIM. Gestão de Resíduos na Construção Civil: um estudo em Belo Horizonte, MG e região metropolitana. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil Vol XX- nº X** (2016)

JANUÁRIO, M., FERNANDES, F. R. M., VALÉRIO, M. A., MACEDO, R. B., Estudo do Comportamento Ambiental da População de Wenceslau Braz/PR em Relação aos Resíduos Sólidos Urbanos. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** - GeAS Vol. 6, N. 1. Janeiro. / abril. 2017

JORDAN, Rodrigo A. et al . MANUFACTURE OF SOIL-CEMENT BRICKS WITH THE ADDITION OF SUGARCANE BAGASSE ASH. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal , v. 39, n. 1, p. 26-31, Feb. 2019 .

LAGUETTE, M. J. **Reciclaje: la clave para la conservación de recursos**, CONSTRUCTION PANAMERICANA, julho 1995.

LUZA, A. L. et al. Obtenção de cerâmicas quimicamente ligadas a partir de resíduos industriais. **Cerâmica**, São Paulo, v. 64, n. 372, p. 498-506, Dec. 2018.

OLIVEN, RG. Urbanização e mudança social no Brasil [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein, 2010. 146 p. ISBN 978-85-7982-001-4. Available from SciELO Books

OSCAR NETO, Tijolo **Ecológico é opção econômica para a construção civil**: Casas Ecológicas e Sustentáveis. Disponível em: < <https://paoecologia.wordpress.com/2011/09/22/tijolo-ecologico-e-opcao-economica-para-a-construcao-civil-casas-ecologicas-e-sustentaveis/>> Acesso em: 24 setembro 2018.

PAZ, D. H. F.; XIMENES, T. C. F.; HOLANDA, M. J. O.; LAFAYETTE, K. P. V. Impactos Ocasionalmente pela Deposição Irregular dos Resíduos de Construção e Demolição no Município de Paulista – PE. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos Sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1ª edição. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 331 - 339. Disponível em: <<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 12 mai. 2019.

PINHEIRO, Roberta Vieira Nunes; LOBON, German Sánz; SCALIZE, Paulo Sergio. Risco de contaminação pela presença de disposição final de resíduos sólidos em bacias de captação superficial de água. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 23, n. 5, p. 871-880, Oct. 2018 .

Relatório de Pesquisa – **Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil** –IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, DF, 2012

Material de reportagem do Jornal Nacional. **Descarte de entulho é feito de forma incorreta em 80% dos municípios**, edição 29 de janeiro de 2018. Disponível em: < <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2018/01/descarte-de-entulho-e-feito-de-forma-incorreta-em-80-dos-municipios.html>> Acesso em: 24 setembro 2018.

MELO; L. P. L.; AZEVEDO; A. M.; BARBOSA; I. M. B. R.; PAZ; D. H. F.; Geoprocessamento na Avaliação de Unidades de Tratamento de Resíduos da Região Metropolitana do Recife-PE. In: SILVA, R. C. P.; SANTOS; J. P. O.; MELLO; D. P.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de**

Economia Circular. 1ª edição. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 100 - 114. Disponível em: <<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 12 mai. 2019.

Mendonça AMG et al., 2017. **Classificação dos resíduos sólidos no Brasil. VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Campo Grande/MS – 27 a 30/11/2017. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/VII-040.pdf>, Acesso em: 28 abril 2019.

SALA, L. G., **Proposta de Habitação Sustentável para Estudantes Universitários**. 2006. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2006.

SANTOS, E. A., STILER, M. C., DAMASCENO, M. V. A., Engenharia civil pensando sustentabilidade: confecção de tijolos ecológicos com resíduos de britagem e solo argiloso. *Braz. Ap. Sci. Rev.*, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 721-732, jan./fev. 2019.

SANTOS, J. P.; SILVA, E. V. L.; SOUZA, A. L.; EL-DEIR; S. G., Economia circular como via para minimizar o impacto Ambiental gerado pelos resíduos sólidos. In: SILVA, R. C. P.; SANTOS; J. P. O.; MELLO; D. P.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular**. 1ª edição. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 8 - 17. Disponível em: <<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 12 mai. 2019.

SILVA, D. B. P.; SANTOS, P. A. M.; SOUSA, J. G. G., Incorporação de Resíduos da Construção e Demolição na Produção de Tijolo Vazado de Solo-cimento. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos Sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1ª edição. Recife: EDUFRPE, 2019. p. 386 - 396. Disponível em: <<http://www.epersol.com/e-books.html>>. Acesso em: 12 mai. 2019.

SILVA, Júlio César Borges da; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves; AMORIM, Marisa Fasura de. Análise comparativa de modelos e práticas de gestão ambiental em pequenas e médias empresas do setor da construção civil a partir de estudos teóricos. **Interações (Campo Grande)**, Campo Grande , v. 18, n. 1, p. 151-164, Mar. 2017 .

TEODOSIO, Armindo S. S.; DIAS, Sylmara F. L. G.; SANTOS, Maria Cecília Loschiavo dos. Procrastinação da política nacional de resíduos sólidos: catadores, governos e empresas na governança urbana. **Cienc. Cult.**, São Paulo , v. 68, n. 4, p. 30-33, Dec. 2016 .

7.6 CARACTERIZAÇÃO DE UM AGREGADO RECICLADO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

ARAGÃO JÚNIOR, Wilson Ramos

Grupo de Pesquisa de Eng^a Geotécnica de Encostas, Planícies e Desastres da Universidade
Federal de Pernambuco (GEGEP/UFPE)
wilsonramosaragao@hotmail.com

GUEDES, Emiliana de Souza Rezende

Grupo de Pesquisa Geotecnia do Instituto Federal de Sergipe
(GPGeo/IFS)
emilianarezende@hotmail.com

COUTINHO, Roberto Quental

GEGEP/UFPE
rqc@ufpe.br

GUEDES, Flávio Leôncio

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Gampe/UFRPE
f_1_guedes@hotmail.com

RESUMO

A indústria da construção civil tem influência significativa na economia, porém suas atividades contribuem de forma decisiva para degradação ambiental. Contudo, há algum tempo, os problemas resultantes das atividades da construção civil já vêm sendo motivo de preocupação em alguns países, principalmente pela falta de matéria-prima abundante em seus territórios, que buscam utilizar alternativas técnicas e economicamente viáveis, favorecendo a redução de passivos ambientais no planeta. Diante deste cenário, neste trabalho foram realizadas as caracterizações químicas, mineralógica, física e mecânica de um agregado reciclado (AR) de resíduo de construção civil (RCC). O AR foi coletado em uma usina de reciclagem do município de Nossa Senhora do Socorro (SE). A investigação química apontou a presença, sobretudo de CaO e de SiO₂. Por meio do ensaio mineralógico, conclui-se que a amostra não apresenta atividade pozolânica. Através dos ensaios físicos o material foi classificado como uma areia com pedregulho sem plasticidade. No ensaio mecânico observou-se que o AR tem expansão praticamente nula e um alto valor de índice de suporte Califórnia (ISC), podendo ser utilizados em revestimento primário e na camada de sub-base. A partir dos resultados apresentados, constata-se que o AR desponta como uma alternativa à destinação deste resíduo, com vistas ao aumento da sustentabilidade de atividades da construção civil.

PALAVRAS-CHAVE: Pavimentação, Índice de suporte Califórnia, Desmaterialização.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades com maior relevância para o setor econômico de um país, agregando alto grau de investimentos, sejam eles oriundos do setor público, privado ou através de parcerias público-privado. Além disso, por ser uma atividade bastante comum nas áreas urbanas, quer seja com um alto grau de complexidade, como construção de edifícios ou infraestrutura urbana; ou mais simples, como o caso de pequenas construções ou reformas; é capaz de gerar um grande número de empregos diretos e indiretos. Contudo, as atividades da construção civil geram passivos ambientais consideráveis, pois usam um grande volume de recursos naturais, transformam o meio ambiente e produzem toneladas de resíduos tanto na construção quanto na demolição.

A preocupação com os passivos que os resíduos da construção civil (RCC) causam ao meio ambiente e o cuidado com a destinação final desses materiais por muito tempo ficaram esquecidos. Porém, esse panorama começou a ser transformado no Brasil há mais de 15 anos, provocando uma crescente precaução da sociedade com relação às questões ambientais e ao desenvolvimento mais sustentável. No ano de 2002, foi sancionada a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos sólidos da construção civil. A resolução formalizou a definição de quem são os geradores de RCC, englobando os responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, de reforma, de reparos e de demolições de estruturas e estradas. Ainda a norma determina que os responsáveis pela geração do RCC devem ter como prioridade a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final desses materiais (CONAMA, 2002).

Assim, em passos lentos, os municípios brasileiros têm procurado implantar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), em conformidade com as determinações da Resolução Conama nº 307 (CONAMA, 2002) e da Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010). Entretanto, os problemas decorrentes da geração de RCC são crescentes e envolvem questões de ordem ambiental, social e financeira. Com isso, é necessário encontrar alternativas para as dificuldades decorrentes da geração de RCC.

É essencial que a análise dos resíduos seja feita por meio de ensaios específicos, dado que é necessário respaldo técnico e científico das propriedades mecânicas e características química, mineralógica e física para a aplicação desses materiais. Sendo assim, justifica-se a aplicação de uma campanha laboratorial buscando embasamento técnico-científico sobre a utilização do RCC, na forma de agregado reciclado para a aplicação em obras civis, possibilitando, assim, uma melhor solução ambiental para este material. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi investigar as características químicas, mineralógica, física e mecânica, através de ensaios de laboratório, de um agregado reciclado de resíduo da construção civil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

É notável o crescimento populacional nas áreas urbanas ocorrido nas últimas décadas em todo o mundo. No Brasil, esse fato aconteceu acentuadamente nas décadas de 60 e de 70. Contudo, ainda é evidente a existência de migração das pessoas do campo para a cidade. Percebe-se que o processo contínuo de crescimento populacional das cidades promoveu um desencadeamento urbano de forma desorganizada, quando para a expansão de uma cidade seria mais adequado um crescimento uniforme e projetado.

Para Daltro Filho et al. (2005), seja na demolição, na construção ou na reforma, a indústria da construção civil gera considerável volume de resíduos, além de demandar uma grande quantidade de recursos naturais. Ademais, o método construtivo artesanal ainda empregado na construção civil “tem gerado toneladas de resíduos descartados sem mecanismos de comando e controle de processos, causando impactos de ordem estética, ambiental, econômica e social” (DALTRO FILHO et al., 2005, p. 10-11).

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) elabora anuários de diagnóstico de resíduos sólidos no Brasil, incluindo a geração e a destinação/disposição final. Quanto à geração de RCC, as publicações da Abrelpe apresentam dados referentes aos resíduos originados pelos municípios (Tabela 1), ou seja, aqueles coletados de obras de responsabilidade dos municípios e os que são lançados em logradouros públicos irregularmente.

Tabela 5. Quantidade de RCC gerado pelas regiões brasileiras

REGIÕES	RCC COLETADO POR DIA (t/dia)		CRESCIMENTO (%)
	2014	2017	
Norte	4.539	4.727	4,14%
Nordeste	24.066	24.585	2,16%
Centro-oeste	13.675	13.574	-0,74%
Sudeste	63.469	64.063	0,94%
Sul	16.513	16.472	-0,25%
Brasil	122.262	123.421	0,95%

Fonte: Abrelpe (2014); Abrelpe (2017).

A comparação entre os dados de RCC em 2014 e em 2017 resulta na constatação de que ocorreu aumento na geração de resíduos nas Regiões Norte, Nordeste e Sudeste. Assim, levando em consideração todo o quantitativo, percebe-se que houve um aumento de 0,95% na quantidade coletada ao dia por todos os municípios brasileiros. Para Bernardo et al. (2016), Souza (2017) e Leite et al. (2018) a construção civil é considerada a maior fonte geradora de resíduos, impactando negativamente no meio ambiente. Para os autores, uma boa gestão no canteiro de obras pode diminuir o desperdício, além de evitar o consumo exagerado e inconsciente de materiais nobres. Essa perspectiva foi confirmada no trabalho realizado por Rached et al., 2018, onde foi possível observar que gestão dos RCC foi essencial para:

viabilizar a reutilização e a reciclagem dos resíduos, visto que um dos fatores que mais restringe o trabalho de reciclagem é a grande dificuldade de separação dos resíduos, após serem misturados, a contaminação que costumam sofrer, durante o processo de demolição tradicional, reduzindo assim o potencial de reciclagem e tornando inviáveis e pouco atrativos tais projetos. (RACHED et al., 2018).

A busca por soluções que tornem mínimos os impactos gerados pelo setor da construção civil têm sido crescentes nos últimos anos. Porém, a diminuição dos conflitos entre a construção civil e o meio ambiente é uma tarefa complexa. Assim, é imprescindível a ação simultânea e combinada entre diversas frentes de trabalho que minimizem o consumo de recursos, maximizem a reutilização de recursos e busquem a qualidade do ambiente construído. Passos e Carasek (2018, p. 578) acrescentam que o “reaproveitamento de resíduos maximiza a utilização da energia incorporada na obtenção de um material, nas etapas de extração, manufatura e transporte.”

Aplicando o princípio dos 3R’s (reduzir, reutilizar e reciclar), bastante difundido no meio socioambiental, consegue-se diminuir os impactos causados pela construção civil. Algumas

ações que se baseiam nesse conceito são a diminuição da extração da matéria-prima, o cuidado no manuseio dos materiais no canteiro de obra, a busca por uma eficiente gestão dos resíduos gerados pela construção civil, a reutilização dos detritos na própria obra diminuindo o volume de expurgo a ser descartado, bem como a transformação dos rejeitos em novos produtos, que voltarão à cadeia produtiva, entre outros.

Destaca-se que para atingir a eficiência na utilização dos recursos e um crescimento mais sustentável é preciso haver a transição de uma economia baseada em um modelo linear (Matérias-primas – Concepção – Produção – Distribuição – Consumo – Resíduos) para uma economia circular. O conceito de economia circular perpassa nas principais fases desse novo modelo de economia, que são: a possibilidade da durabilidade, reutilização, reparação, transformação e reciclagem, permitindo, assim, prolongar a vida útil dos produtos, tornando-se o ponto de partida no desenvolvimento de qualquer novo produto (ROQUE, 2018). Nesse contexto, surge a ideia de desmaterialização aplicada aos diversos setores da economia, procurando produzir mais utilizando menos materiais, ou mesmo substituindo matérias-primas naturais por resíduos, contribuindo para reduzir a exploração intensa de recursos naturais e o volume de material depositado no meio ambiente (SOARES, 2017).

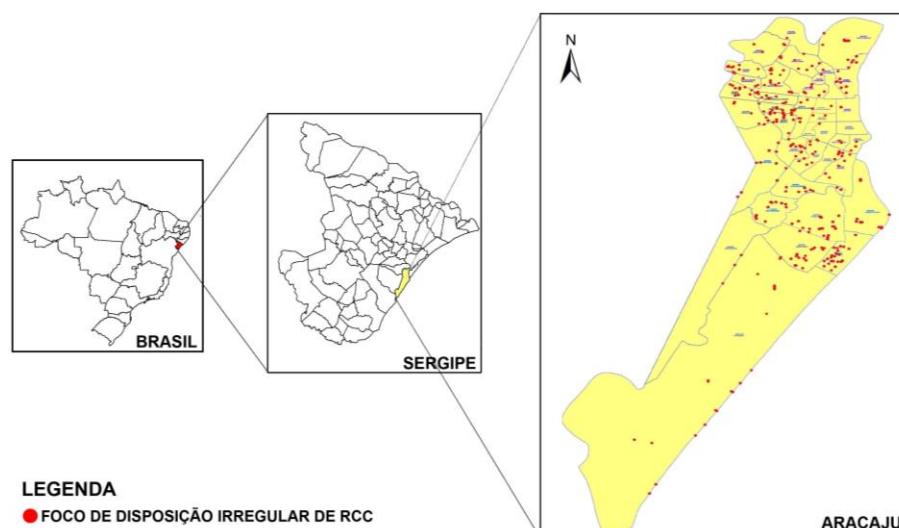
Segundo Nascimento et al. (2015) e Klamt et al. (2018), embora a política de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil seja nova no Brasil, é possível perceber o crescimento e a relevância na etapa da concepção do projeto e, por conseguinte, no gerenciamento das obras por empresas de engenharia. Os autores ainda destacam que as empresas e a própria sociedade tiveram e têm se reposicionado com relação à poluição ambiental, tendo em vista os inúmeros problemas oriundos desta problemática. Em 2002, através da Resolução Conama nº 307 (CONAMA, 2002), houve a regularização das principais questões relacionadas ao RCC, definindo-o como resíduos oriundos de construções, de reformas, de reparos e de demolições de obras de construção, do mesmo modo os que forem provenientes da preparação e da escavação de terrenos.

A Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que criou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), definiu a atribuição da responsabilidade mútua aos geradores, transportadores e gestores dos municípios quanto ao gerenciamento dos resíduos da construção civil. Para Vinente et al. (2018) a PNRS contribui para melhoria da gestão de resíduos sólidos dos municípios brasileiros, além de propiciar, quando implementado, a conscientização da população quanto a geração dos resíduos sólidos.

Os mais relevantes passivos ambientais ocasionados pelos resíduos sólidos gerados pela indústria da construção civil estão relacionados à disposição clandestina desses materiais em terrenos baldios, por exemplo. Em 2013, no município de Aracaju, foi realizada uma operação pela Secretaria de Meio Ambiente de Aracaju (SEMA) que teve como objetivo reprimir o descarte irregular de resíduos sólidos. Nesta diligência, pôde-se localizar algumas áreas públicas que estavam sendo pontos rotineiros de deposição ilegal de resíduo doméstico, como também de RCC (ARACAJU, 2013).

No ano de 2005, em Aracaju, foi gerado um relatório para diagnosticar a problemática dos resíduos sólidos da construção civil do município. O relatório identificou a localização das principais ocorrências de depósitos clandestinos de RCC (Figura 1), além de mensurar os principais resíduos gerados pela indústria da construção civil de Aracaju.

Figura 14. Focos de disposição clandestina de RCC no município de Aracaju



Fonte: Adaptado de Daltro Filho et al. (2005).

Com isso, fica evidente a importância da fiscalização das entidades competentes, pois representa uma eficiente medida de combate à disposição ilegal de resíduos sólidos, tornando possível garantir os interesses da sociedade e, portanto, da coletividade. Ressalva-se que as fiscalizações por parte das instituições competentes decorrem de denúncias feitas pelos cidadãos. Deste modo, a população exerce um papel imprescindível, atuando como um agente fiscalizador de situações ilegais. A fiscalização dos órgãos públicos também garante que as exigências e condicionantes estabelecidas nas leis sejam cumpridas, além de corroborar para a correção de situações irregularidades perante a municipalidade.

Os valores correspondentes à composição média dos RCC (Tabela 2), referentes aos depósitos irregulares existentes na cidade de Aracaju, para os 15 componentes identificados no relatório, o resíduo apresentou cerca de 80% para, apenas, cinco componentes, o que mostra a representatividade destes elementos em relação a toda a variedade encontrada no RCC, sendo 40,62% de torrões de argamassa; 22,83% de solo/areia e 15,56% de cerâmicas.

Classificando os materiais, segundo a Resolução CONAMA nº 307 (CONAMA, 2002), os RCC decorrentes dos depósitos irregulares da cidade de Aracaju podem ser agrupados da seguinte forma: Classe A (80,17%), Classe B (0,67%) e Classe C (19,16%) (Tabela 2). Desse modo, pode-se comprovar, com base nestes resultados, que 80,84% desses resíduos têm potencial para a reciclagem e/ou reutilização, enquanto os 18,94% remanescentes podem ser destinados a aterros sanitários apropriados.

Tabela 6. Composição média dos RCC de Aracaju, segundo a Resolução nº 307 (CONAMA, 2002)

CLASSIFICAÇÃO	COMPONENTE	PORCENTAGEM EQUIVALENTE AO TOTAL (%)	% DA CLASSE
A	Argamassa	40,62	80,17
	Solo/Areia	22,83	
	Concreto	0,15	
	Cerâmicos	15,56	
	Pedra	0,43	

	Brita	0,22	
	Mármore	0,36	
	Papelão	0,01	
	Papel	0,04	
B	Plástico	0,18	0,67
	Vidro	0,05	
	Madeira	0,36	
	Metal	0,03	
C	Gesso	0,22	19,16
	Restos	18,94	
	TOTAL	100	100

Fonte: Adaptado de Daltro Filho et al. (2005).

É possível constatar que a atenção despendida à geração, ao manuseio e à disposição dos entulhos gerados no município de Aracaju é precária, sendo uma situação análoga à realidade de outros municípios. Com isso, demonstra-se que muitos municípios brasileiros não estão estruturados para gerir um volume tão expressivo de resíduos e para o gerenciamento dos inúmeros problemas por eles ocasionados (DALTRO FILHO et al., 2005). Para Araújo et al. (2016) a reciclagem do RCC tem importância fundamental para que os resíduos possam retornar a cadeia produtiva, substituindo novas matérias-primas que seriam extraídas do meio ambiente. Ainda segundo os autores, esta prática ainda é vista de maneira negativa pela construção civil, pois aparentemente não se traduzem em grandes vantagens financeiras, não havendo grande mobilização do setor.

Contudo, segundo Santos Neta et al. (2019), atualmente a engenharia tem incorporado a sustentabilidade na cadeia produtiva através de materiais alternativos que atendam com qualidade as necessidades requeridas, como por exemplo o reaproveitamento do RCC. Santos et al. (2017) reforçam ao afirmarem que a construção civil tem buscado alternativa para minimização dos impactos por meio da utilização de materiais sustentáveis, melhorando as estatísticas negativas quanto ao consumo de recursos não renováveis, gasto energético e geração de resíduos sólidos. Ainda são poucas as normas brasileiras que asseguram e estabelecem diretrizes para a utilização dos RCC. Em 2004, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou cinco normas que abordam desde a disposição correta dos resíduos até o uso dos agregados reciclados de RCC em pavimentação e no preparo de concreto sem função estrutural.

- NBR 15112 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15113 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15114 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Área de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15115 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- NBR 15116 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

Perante a lacuna existente no tocante à normatização, fica clara a necessidade de se fazerem estudos para que no futuro esses trabalhos possam impulsionar a publicação de normas técnicas que norteiem prescrições sobre a utilização do RCC.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Para a realização desta pesquisa, utilizou-se um agregado reciclado de resíduo de construção civil. O agregado reciclado (AR) foi fornecido pela Usina de Reciclagem da Torre Empreendimentos, localizada na BR 101, no município de Nossa Senhora do Socorro, no Estado de Sergipe. A empresa recebe resíduos de diversas obras do Estado de Sergipe, que são transportados em caminhões basculantes até a Usina de Reciclagem. Após estocagem em campo aberto, o material passa por um processo de triagem e, em seguida, é beneficiado em dimensões de agregados reciclados (Figura 1), como exemplo, os agregados graúdo e miúdo.

Figura 1. Usina de reciclagem



(a) Processo de triagem.



(b) Britagem dos resíduos da construção civil (RCC).

A presente pesquisa selecionou para a análise o material denominado pela empresa como pó de brita, caracterizado, principalmente, pela presença de areia, argamassa, materiais cerâmicos e gesso (Figura 2). A coleta do AR ocorreu em um dos silos da Usina de Reciclagem e foi transportado para o laboratório de Construção Civil do Instituto Federal de Sergipe, com posterior secagem ao ar e estocagem.

Figura 2. Visão geral do agregado reciclado.



3.2. Métodos

3.2.1. Caracterização Química

Os percentuais dos óxidos presentes no AR foram determinados através da técnica de espectrometria por fluorescência de raios X (FRX). Essa técnica analítica forneceu informação qualitativa e quantitativa sobre a composição química elementar do material. As medidas foram realizadas em vácuo, em um equipamento S4 Pioneer da Bruker, utilizando amostras passantes na malha de abertura 0,074 mm com massa em torno de 10 g que foram prensadas no formato de corpos cilíndricos (pastilha) com diâmetro de 20 mm e espessura de 3 mm, aproximadamente.

3.2.2. Caracterização Mineralógica

A difratometria de raios X (DRX) foi utilizada para a identificação das fases cristalinas, através do equipamento D8 Advanc da Bruker, usando radiação $\text{CuK}\alpha 1$ ($\lambda=1,5418 \text{ \AA}$), 40 kV e 40 mA, em modo de varredura contínua, em intervalo angular de 10 a 70° com velocidade de varredura de 1°/min. As interpretações qualitativas de espectro foram efetuadas por comparação com padrões contidos no banco de dados do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

3.2.3. Caracterização Física

Na campanha de caracterização física, buscou-se realizar os ensaios de análise granulométrica, limites de Atterberg (limite de liquidez e limite de plasticidade), massa específica real dos grãos e compactação. Os ensaios de análise granulométrica tiveram como base as diretrizes prescritas na NBR 7181 (ABNT, 1984a). Os limites de Atterberg foram realizados de acordo com a norma NBR 6459 (ABNT, 1984b) para o limite de liquidez e a norma NBR 7180 (ABNT, 1984c) para o limite de plasticidade. Os ensaios de massa específica real dos grãos seguiram as prescrições normativas da NBR 6508 (ABNT, 1984d). Os ensaios de compactação embasaram-se nas diretrizes prescritas na NBR 7182 (ABNT, 1986a). O ensaio de granulometria, processo utilizado para a determinação da porcentagem em peso de acordo com o tamanho de partículas, foi realizado, sequencialmente, pelo peneiramento dos grãos grossos do material que ficou retido na peneira número 10. Depois, prosseguiu-se com a sedimentação com defloculante de uma amostra do material passante em uma peneira número 10. Por fim, foi realizado o peneiramento dos grãos finos oriundos da etapa de sedimentação, após serem lavados em uma peneira número 200, a fim de retirar partículas de silte e de argila.

Os ensaios de limites de Atterberg realizados foram o limite de liquidez e o limite de plasticidade, buscando avaliar o comportamento do AR quanto à plasticidade. As amostras utilizadas nos ensaios foram retiradas do material passante na peneira de número 40. O ensaio de massa específica real dos grãos foi realizado com o picnômetro de 50 mL. O material utilizado foi o passante na peneira de abertura de 4,8 mm, posteriormente as amostras foram colocadas na estufa para secarem, a fim de retirar toda a umidade presente. Após essa etapa, procedeu-se, ordenadamente, com as diretrizes apresentadas na norma NBR 6508 (ABNT, 1984d). As compactações tiveram como objetivo a determinação dos parâmetros ótimos, ou seja, a determinação da umidade ótima (w_{ot}) e do peso específico aparente seco máximo (ρ_{dmax}), ambos obtidos da curva de compactação. Seguindo a NBR 6457 (ABNT, 1986b), o cilindro utilizado foi o grande, pois menos de 10% dos materiais ficaram retidos na peneira de abertura 19,1 mm. A energia utilizada foi a Proctor normal. De tal modo, seguindo as diretrizes da NBR 7182 (ABNT, 1986a), procedeu-se a compactação por meio de cinco camadas com 12 golpes por camada.

Optou-se em fazer o ensaio com o reuso do material, isto é, a reutilização da amostra para executar as cinco compactações, permitindo obter os cinco pontos necessários para a elaboração da curva de compactação. Com isso, depois de cada compactação, retirou-se a amostra para determinar a umidade de cada ponto e seguiu-se com o destorroamento do corpo de prova para adicionar a nova quantidade de água destilada, homogeneizando novamente o material, para assim fazer outra compactação em busca da aquisição dos demais pontos da curva.

3.2.4. Caracterização Mecânica

Na etapa de caracterização mecânica, a análise foi constituída por ensaio de índice de suporte Califórnia (ISC), executado conforme a NBR 9895 (ABNT, 1987). A partir dos valores obtidos nos ensaios de compactação, umidade ótima e peso específico aparente seco máximo, foram realizados os ensaios de ISC, também conhecidos por CBR. Após a moldagem dos corpos de prova, que seguiu os mesmos procedimentos do ensaio de compactação, foram feitos os

preparativos para o ensaio de expansão do material. Depois, prosseguiu-se com a imersão do AR no tanque d'água durante quatro dias, registrando as leituras do extensômetro a cada 24 horas. Terminada a etapa de absorção, os corpos de prova ficaram escoando a água durante 15 minutos. Em seguida, iniciou-se à determinação do índice de suporte Califórnia, através da penetração do pistão, fazendo a leitura no extensômetro do anel dinamométrico no tempo específico. No experimento consideraram-se os tempos percorridos de 30 segundos, 1 minuto, 1 minuto e 30 segundos, 2, 4, 6, 8 e 10 minutos. Assim sendo, com este experimento, puderam-se determinar as expansões dos corpos de prova do material e o ISC.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização Química

A partir da caracterização química do agregado reciclado por meio de FRX (Tabela 3), observou-se que o material é composto essencialmente por óxido de cálcio (CaO) e dióxido de silício (SiO₂), seguido de trióxido de enxofre (SO₃), óxido de alumínio (Al₂O₃), óxido férrico (Fe₂O₃), óxido de magnésio (MgO) e óxido de potássio (K₂O), mesmos compostos químicos que constituem os materiais comuns na construção civil (cimento, cal e areia).

Tabela 7. Composição de óxidos presentes no AR através do ensaio de FRX

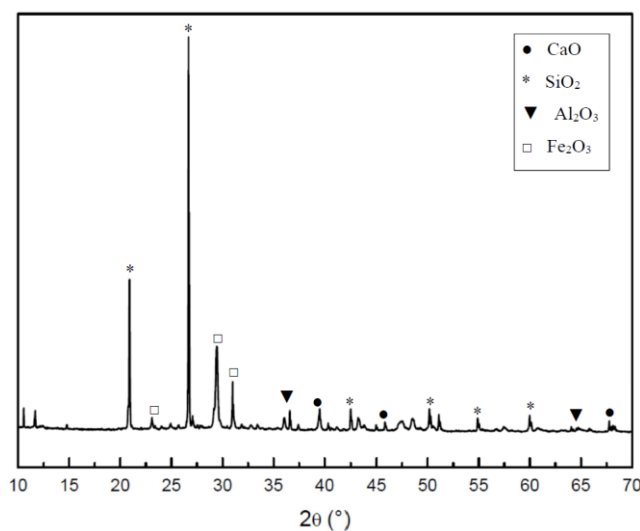
ÓXIDOS	CaO	SiO ₂	SO ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Outros
COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)	50,30	27,01	6,22	5,90	4,29	2,83	1,04	2,41

Fonte: Autores (2019).

4.2. Caracterização Mineralógica

O difratograma de raios X da amostra estudada (Figura 3) mostrou que o AR é constituído principalmente por cal (CaO), α -quartzo (SiO₂), alumina (Al₂O₃) e hematita (Fe₂O₃) como fases cristalinas.

Figura 3. Espectro de DRX do AR



Fonte: Autores (2019).

O ensaio de DRX mostra que não há a presença de halo amorfo, que seria uma área abaixo do gráfico de DRX. Logo, como não possui esta área, há indício que o material seja não pozolânico ou tenha baixa atividade pozolânica, visto que materiais que apresentam o halo amorfo possuem maiores características pozolânicas que aumentam a resistência do material com o período de cura.

4.3. Caracterização Física

Após o ensaio de granulometria, foi elaborada a curva granulométrica (Figura 4), possibilitando verificar as características das partículas presentes na amostra.

Figura 4. Curva granulométrica do AR



Fonte: Autores (2019).

O AR possui características de um material mais arenoso e com baixo teor de partículas finas (silte e argila). A partir das curvas granulométricas, determinou-se o Coeficiente de Uniformidade (Cu) e o Coeficiente de Curvatura (Cc) do AR, sendo estes, respectivamente, 8,3 e 0,93. Fundamentando-se nesses valores, verificou-se que o AR é um material bem graduado de uniformidade média. De acordo com os resultados (Tabela 4), foi possível verificar os percentuais de pedregulho, areia, silte e argila presentes na amostra, o agregado reciclado possui a faixa de areia como material predominante.

Tabela 8. Porcentagens das faixas granulométricas das amostras, conforme escala granulométrica da NBR 6502 (ABNT, 1995)

PEDREGULHO (%)	AREIA (%)	SILTE (%)	ARGILA (%)
25,01	65,07	5,85	4,07

Fonte: Autores (2019).

Com os ensaios de limite de liquidez (LL) e de limite de plasticidade (LP) (Tabela 5) foi possível obter a classificação do AR com relação à plasticidade.

Tabela 9. Resultados dos limites de Atterberg e classificação quanto à plasticidade.

LL (%)	LP (%)	IP (%)	CLASSIFICAÇÃO (%)

0 0 0 Não plástico

Fonte: Autores (2019)

Os resultados dos limites de Atterberg comprovaram o baixo teor de argila do AR, acarretando em um material classificado como não plástico. O resultado do ensaio de massa específica dos grãos foi igual a 2,688 g/cm³. Com base nos resultados apresentados, o AR foi classificado em diferentes sistemas de classificação (Tabela 6).

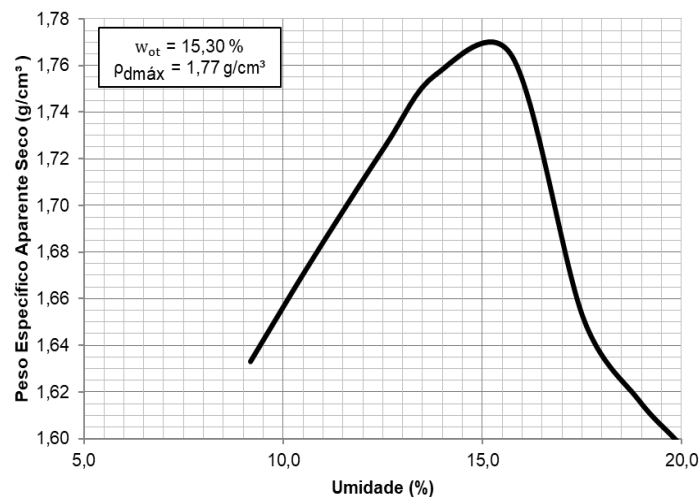
Tabela 10. Classificação do material.

ABNT	SUCS	TRB
Areia siltosa com pedregulho e pouca argila	SM	A-2-4

Fonte: Autores (2019).

Através da curva de compactação do material (Figura 5) foram obtidos os valores de umidade ótima (w_{ot}) e do peso específico aparente seco máximo ($\rho_{dm\acute{a}x}$) de cada amostra, cujos valores são, respetivamente, 15,30% e 1,77 g/cm³

Figura 5. Curva de compactação do AR.



Fonte: Autores (2019).

Notou-se que o AR possui uma umidade ótima alta comparada a outros materiais granulares, este fato justifica-se pela presença de gesso na amostra. Os resultados de ensaios de compactação do RCC de outros autores comparando-os com os do presente estudo estão indicados na Tabela 7. Observa-se uma variação entre os valores obtidos de teor de umidade ótimo e de peso específico aparente seco máximo para os diferentes tipos de agregados reciclados. Estas disparidades podem ser justificadas devido a composição ou o tipo de agregado reciclado e a energia de compactação utilizada.

Tabela 11. Teor de umidade ótimo e peso específico aparente seco máximo obtido em algumas pesquisas

Material	Procedência	Energia de Compactação	Umidade ótima (%)	Peso específico aparente seco máximo (kN/m ³)	Autor
Agregado reciclado misto	Aracaju (SE)	Normal	15,3	17,7	Esta pesquisa
RCC misto	Petrolina (PE)	Normal	14,0	17,0	Sampaio (2013)
Agregado reciclado misto	Santo André (SP)	Intermediária Modificada	17,6 18,2	14,6 13,5	Leite (2007)
Agregado reciclado misto	Rio de Janeiro (RJ)	Intermediária Modificada	18,3 18,5	13,8 12,5	Fernandes (2004 apud Leite 2007)
Agregado reciclado misto	Uberlândia (MG)	Intermediária Modificada	19,8 20,5	9,3 9,1	Moreira et al. (2006 apud Leite 2007)

Fonte: Autores (2019).

4.4. CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA

Os resultados dos ensaios de índice de suporte Califórnia foi ISC de 30% e expansão de 0,10%. A NBR 15116 (ABNT, 2004) estipula valores mínimos de ISC para as diferentes camadas do pavimento, logo, com base na norma, concluiu-se que o material pode ser usado para execução de revestimento primário e sub-base de pavimento. Foram analisados os valores de ISC encontrados na bibliografia consultada para diferentes tipos de RCC (Tabela 8).

Tabela 12. Valores de ISC de outras pesquisas

Material	Procedência	Energia de Compactação	ISC (%)	Autor
Agregado reciclado misto	Aracaju (SE)	Normal	30,0	Esta pesquisa
RCC misto	Petrolina (PE)	Normal	19,8	Sampaio (2013)
Agregado reciclado misto	Santo André (SP)	Intermediária Modificada	73,0 117,0	Leite (2007)
Agregado reciclado misto	São Paulo (SP)	Intermediária	75,0	Motta (2005)
Agregado reciclado misto	Goiânia (GO)	Intermediária	88,0	Mendes et al. (2005 apud Leite, 2007)

Fonte: Autores (2019).

Analisando os valores, pode-se apontar que o ISC obtido para o agregado reciclado, objeto de estudo desta pesquisa, é superior ao valor verificado para o agregado de RCC do tipo misto estudado por Sampaio (2013). Ainda em relação aos demais dados apresentados, justifica-se a significativa diferença com relação aos resultados de ISC da presente pesquisa, pelas diferenças na composição dos materiais, além das diferentes energias de compactação.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho propôs, através do estudo em laboratório, investigar as características química, mineralógica, físicas e mecânicas de um agregado reciclado oriundo do resíduo da indústria da construção civil. Para chegar a esta finalidade, esta pesquisa partiu de uma pesquisa bibliográfica, seguida da realização de ensaios laboratoriais e da análise dos resultados obtidos na campanha experimental. A investigação química apontou a presença, sobretudo, de CaO e de SiO₂. Por meio do ensaio mineralógico, conclui-se que a amostra não apresenta atividade pozolânica.

Ficou claro, ao investigar as características físicas das amostras estudadas na presente pesquisa, que o AR é um material granular, conseqüentemente, tem ausência de plasticidade. Os resultados dos limites de Atterberg foram parecidos com os dos ensaios realizados por Sampaio (2013), para este último autor, o resultado é considerado um ponto positivo para utilização dos RCC para reforço de solo, pois, segundo ele, as normas BS 8006 e FHWA 2001 sugerem materiais sem parcela de resistência coesiva. Além disso, o AR pode ser usado para reduzir a plasticidade de um solo.

Conclui-se da etapa dos experimentos de propriedade mecânica que foi constatado a baixa expansão e o elevado do ISC do AR. Assim, verificou-se que é justificável a utilização de resíduo de construção civil em camadas de pavimentação, particularmente em revestimento primário e sub-base, embasado pelos parâmetros de ISC estipulados pela NBR 15116 (ABNT, 2004). Diante das conclusões que foram elencadas, foi possível observar o indicativo do potencial das características físicas e mecânicas do agregado reciclado para o aproveitamento na cadeia produtiva de onde foi gerado, a construção civil.

REFERÊNCIAS

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. São Paulo, ABRELPE, 2014.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, ABRELPE, 2017.

ARACAJU, Prefeitura de. **Sema apreende caminhões em Aracaju por descarte ilegal de resíduos sólidos**. 2013. Disponível em: <<http://www.aracaju.se.gov.br/index.php?act=leitura&codigo=55443>>. Acessado em: 26 de abril 2019.

ARAÚJO, D. L.; FELIX, L. P.; SILVA, L. C.; SANTOS, T. M. **Influência de Agregados Reciclados de Resíduos de Construção nas Propriedades Mecânicas do Concreto**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil (REEC) [online]. Goiânia, v. 11, n. 1, p. 16-34, dez./jun., 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: amostras de solo: preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986b.

_____. **NBR 6459**: solo: determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984b.

_____. **NBR 6502**: rochas e solos. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 6508**: grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm: determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 1984d.

_____. **NBR 7180**: solo: determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984c.

_____. **NBR 7181**: solo: análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984a.

- _____. **NBR 7182:** solo: ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1986a.
- _____. **NBR 9895:** solo: índice de suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 1987.
- _____. **NBR 15112:** resíduos sólidos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. **NBR 15113:** resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. **NBR 15114:** resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Área de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. **NBR 15115:** agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. **NBR 15116:** agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.
- BERNARDO, M.; GOMES, M. C.; BRITO, J. *Demolition waste generation for development of a regional management chain model*. *Waste Management* [online]. Xangai, v. 49, p. 156–169, mar., 2016.
- BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, **Diário Oficial da União**, de 3 de agosto de 2010.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Ministério do Meio Ambiente, Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil, **Diário Oficial da União**, n. 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, p. 95-96.
- DALTRO FILHO, J.; BANDEIRA, A. A.; BARRETO, I. M. C. B. N.; AGRA, L. G. S.; NASCIMENTO, A. B. J.; DANTAS, G. H. S.; SILVA, M. G. S.; PINHO, C. M. B.; SOARES, T. C. F. **Relatório do Diagnóstico da Problemática dos Resíduos Sólidos da Construção Civil em Aracaju**. 2005. Disponível em: <<http://www.sinduscon-se.com.br/sinduscon/arquivos/RELATRIO%20DIAGNOSTICO%20RESIDUOS.pdf>>. Acessado em: 27 de abril de 2019.
- KLAMT, R. A.; FONTOURA, P. R.; BUDNY, J.; SANTOS, F. F. **Estudo da utilização da reciclagem de concreto asfáltico como camada de pavimento**. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (GeAS)* [online]. São Paulo, v. 7, n. 3, p. 539-553, set./dez., 2018.
- LEITE, F. C. **Comportamento mecânico de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil em camadas de base e sub-base de pavimentos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- LEITE, I. C. A.; DAMASCENO, J. L.; REIS, A. M.; ALVIM, M. **Gestão de resíduos na construção civil: um estudo em Belo Horizonte e Região Metropolitana**. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil (REEC)* [online]. Goiânia, v. 14, n. 1, p. 159-175, jan.-jun., 2018.
- NASCIMENTO, F. A. T.; VIEIRA, A. J. B.; BARROSO, I. R. S., LOPES, J. P. **Reutilização e reciclagem de resíduos sólidos gerados na construção civil**. *Cadernos de Graduação: Ciências Exatas e Tecnológicas* [online]. Maceió, v. 3, n.1, p. 141-152, nov., 2015.
- MOTTA, R. S. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- PASSOS, P. M.; CARASEK, H. **Argamassas com resíduos para revestimento isolante térmico de parede pré-moldada de concreto**. *Revista Cerâmica* [online]. São Paulo, v. 64, n. 372, p. 577-588, 2018.

RACHED, C. D. A.; ROVAI, R. L.; LIBERAL, M. M. C. **Ambiente e saúde na construção civil: prática do modelo diamante para os projetos de sustentabilidade** Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (GeAS) [online]. São Paulo, v. 7, n. 3, p. 507-519, set./dez., 2018.

ROQUE, A. J. **Ambiente e Sustentabilidade: desafios e perspectivas para a geotecnia**. Revista Geotecnia [online]. Portugal, n. 143, p. 55-83, jul., 2018.

SAMPAIO, L. L. **Comportamento mecânico de resíduos beneficiados da construção e demolição utilizados na fabricação de concreto e estabilização de solos**. Dissertação (Mestrado), Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2013.

SANTOS, D. O. J.; FONTES, C. M. A.; LIMA, P. R. L. **Uso de agregado miúdo reciclado em matrizes cimentícias para compósitos reforçados com fibras de sisal**. Revista Matéria (Rio J.) [online]. Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, 2017.

SANTOS NETA, A. V.; SANTOS, A. C.; FARIAS, M. F. L.; BEZERRA, H. J. C. L. **Blocos de alvenaria de vedação de compósito com concreto simples e pó de MDF**. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DEIR, S. G. (Org.). Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações [e-book]. Recife: EDUFRPE, 2019. 557p. cap. 4, p. 374-385.

SOARES, R. R. **A sustentabilidade aplicada na elaboração de centros de distribuição no Brasil**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (GeAS) [online]. São Paulo, v. 6, n. 3, p. 1-14, set./dez., 2017.

SOUZA, V. A. **Canteiro de obras sustentável: o reaproveitamento da garrafa PET como insumo na construção**. In: EL-DEIR, S. G.; MELO, A. M.; SOUTO, T. J. M. P. (Org.). Resíduos sólidos: O desafio do Gestão Integrada de Resíduos Sólidos face aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável [e-book]. Recife: EDUFRPE, 2017. 1086p. p. 750-757.

VINENTE, T. B.; BARBOSA, N. C.; CASTILHOS JUNIOR, A. B.; FERREIRA, A. E. M. **Desafios e oportunidades para a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos nos municípios do baixo Amazonas**. In: MELLO, D. P.; EL-DEIR, S. G.; SILVA, R. C. P.; SANTOS, J. P. O. (Org.). Resíduos Sólidos: gestão pública e privada [e-book]. Recife: EDUFRPE, 2018. 488p.

DAS ORGANIZADORAS

MIRELLA MARIA NÓBREGA MARQUES

Engenheira Agrícola e Ambiental formada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no ano de 2018. Participa do Grupo de pesquisa Gestão Ambiental de Pernambuco (Gampe), localizado do Departamento de Tecnologia Rural (DTR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

SORAYA GIOVANETTI EL-DEIR

Professora Pós-graduação em: Engenharia Ambiental da UFRPE; Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco; Tecnologias Ambientais do Instituto Tecnológico de Pernambuco; Especialização em Gestão de Resíduos Sólidos da Universidade Católica. Pesquisadora líder do Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental em Pernambuco (Gampe).

THAMIRYS SUELLE DA SILVA

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Tiradentes -UNIT (2017) e em Tecnológico em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Alagoas - IFAL (2018). Participa do GAMPE, localizado na UFRPE, onde desenvolve pesquisas que tem como objetivo projetos e pesquisas destinados as áreas de gestão ambiental.