

# CLASSIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) E SUAS POTENCIALIDADES DE RECICLAGEM OU REUTILIZAÇÃO EM CINCO OBRAS DE EDIFICAÇÃO NA CIDADE DO RECIFE

**Laelson de Andrade Amorim Junior**

## **Resumo**

A cidade do Recife, região com várias paisagens naturais e atrativas para turismo, negócios e lazer, vem se desenvolvendo anualmente. Na maioria dos bairros, verificam-se a presença de grandes construções sendo erguidas, levando a comunidade acadêmica e o estado a se preocuparem com o tipo de política adotada para a disposição, reuso e reciclagem dos resíduos sólidos gerados na construção, de forma a evitar o impacto ambiental. Somente na Região Nordeste do Brasil, são coletados 24.310 t/dia de resíduos de construção e demolição (RCD). Bons resultados já foram visualizados por pesquisadores brasileiros quanto a reutilização dos resíduos, especialmente os de classe A, gerados em obra. Este trabalho se propôs a classificar os diferentes tipos de resíduos de construção e demolição e indicar diferentes formas de reutilização em obras de edificações na cidade do Recife. Foram avaliadas 5 (cinco) obras, de 4 (quatro) empresas, situadas em diferentes bairros do Recife. Para obter os dados desejados foi elaborado, pela equipe de pesquisa, um questionário eletrônico, plataforma google forms. O sistema construção tradicional, de concreto armado e vedações internas de alvenaria, foi o principal visualizado nas obras analisadas, gerando como principais tipos de resíduos: tijolos cerâmicos, argamassas, gesso, concreto e madeira. Foi verificado neste trabalho práticas de reciclagem em uma das empresas analisadas, onde resíduos de tijolos e telhas foram reprocessados e empregados como agregado miúdo para confecção de argamassas e concreto magro. Porém, a grande maioria das empresas, reutilizam grande parte do material para produção de acessórios de obras e destinam os principais resíduos de classe A gerados para aterros particulares.

**Palavras-chave:** Materiais de construção, Concreto, Resíduos, Construção Civil, Recife.

## **Abstract**

The city of Recife, region with several natural landscapes and attractive for tourism, business and leisure, has been developing annually. In most of the neighborhoods, there are large buildings being erected, leading the academic community and the state to worry about the type of policy adopted for the disposal, reuse and recycling of solid waste generated in construction, in order to avoid the environmental impact. In the Northeast Region of Brazil alone, 24,310 t / day of construction and demolition waste (CDW) were collected. Good results have already been visualized by Brazilian researchers regarding the reuse of residues, especially those of class A, generated on site. This work has proposed to classify the different types of construction and demolition waste and to indicate different forms of reuse in construction works in the city of Recife. Five (5) works were evaluated, from four (4) companies, located in different districts of Recife. To obtain the desired data, an electronic questionnaire, google forms platform, was developed by the research group. The construction traditional system of reinforced concrete was the main visualized in the works analyzed, generating as main types of residues: ceramic bricks, mortars, plaster, concrete and wood. In this work, recycling practices were verified in one of the analyzed companies, where brick and tile residues were reprocessed and used as a small aggregate for making mortars and lean concrete. However, the vast

majority of companies reuse much of the material for the production of building accessories, and use the main class A waste generated for particular landfills.

**Keywords:** Construction Materials, Concrete, Waste, Construction, Recife.

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo dos materiais naturais extraídos do meio ambiente na indústria da construção civil e os resíduos gerados por ela são elevados, propiciando grandes alterações e interferências no que se refere ao equilíbrio do ecossistema. Estudos realizados por Angulo, Zordan e Jonh (2001) já apontavam para a reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) uma solução sustentável para a grande quantidade de entulhos gerados por esta indústria.

Os critérios ambientais e econômicos precisam ser analisados em conjunto, pois há repercussão para as empresas e para a sociedade como um todo. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), o setor da construção Civil foi responsável, entre os anos de 2011 e 2013, por aproximadamente 6,8% da Formação Bruta de Capital Fixo total brasileiro (FBCF).

De acordo com o Panorama dos resíduos no Brasil, divulgado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza (ABRELPE, 2015), somente na região nordeste são coletados 24.310 t/dia de RCD, isso sem contar com os dispostos de maneira inadequada. É notório o crescimento da indústria da construção civil, assim como o volume de resíduos de construção e demolição gerados por esta indústria. Logo, existe a necessidade do município e empresas adotarem políticas de controle de destinação adequada destes resíduos, prevenindo os impactos ambientais.

De acordo com a resolução N° 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) é um documento que deve ser elaborado pelo grande gerador de resíduos sólidos de construção, onde deve constar o manejo, o transporte e a destinação final adequada dos resíduos gerados nas fases de escavação, demolição e construção. Na cidade de Recife, o órgão público responsável pela orientação e fiscalização das empresas de construção civil no que diz respeito ao controle, armazenamento e destinação final de resíduos é a Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana (EMLURB). A exigência dessa documentação é uma forma da prefeitura do Recife fiscalizar e ter controle da destinação dos resíduos gerados em canteiros de obras, especialmente sobre os

de classe A, restos de argamassas, de blocos cerâmicos, de concretos e etc., garantindo uma solução ambientalmente correta.

Diante da importância destes fatos, estudos vêm sendo realizados, ao longo dos anos, como medidas mitigatórias de impacto econômico, social e ambiental. Neste caso, não apenas o controle por parte do país, estado, município são levados em consideração, mas o retorno econômico para o empreendedor passa a ser relevantes, resíduos como: restos de argamassas, concretos e elementos cerâmicos, estão sendo estudados para utilização na produção de concretos e argamassas, sendo empregados como agregados reciclados, após terem sido triturados (LEITE (2001); MIRANDA, ANGULO, CARELI, (2009); ISAIA, (2011), além de servirem para pavimentação de baixo volume de tráfego (MOTTA, 2005) e para pavimentação em geral (HORTEGAL, 2009).

Em cidades brasileiras como Belo Horizonte (SOUZA CARMO, 2012) e Fortaleza (SAMPAIO LIMA, 2013), já vêm sendo realizadas pesquisas acerca da tipologia, origem e predominância dos resíduos de construção, além de estarem sendo feitos levantamentos de dados a respeito das obras que o geraram, obtendo-se informações a respeito do seu padrão construtivo e tipo de edificação. Além disto, a composição gravimétrica, os parâmetros químicos e classificação dos Resíduos de Construção Civil (RCC) de acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA/2002) n° 307 e com a NBR 10004/2004, estão sendo divulgados.

O CONAMA, através da Resolução N° 307, definiu as responsabilidades dos geradores e dos transportadores. Esta resolução prevê ainda o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) como instrumento para implementação da gestão da construção civil, a ser elaborado pelos Municípios e Distrito Federal, o qual deverá incorporar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Na cidade do Recife, de acordo com dados do trabalho de Santana (2016), parte das construtoras analisadas já adotam medidas evitando a disposição indiscriminada dos resíduos, especialmente de classe A, em vias públicas ou outras vias, devido ao controle e exigências realizados pela EMLURB evitando-se, contudo, a proliferação de vetores e questões graves de saúde pública.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Classificação de resíduos pela NBR 10004:2004**

A crescente preocupação da sociedade com relação às questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável propiciou a criação da Comissão de Estudo Especial Temporária de Resíduos Sólidos, pela ABNT, com o objetivo de revisar a NBR 10004:1987 - Resíduos sólidos – Classificação; visando aperfeiçoá-la e, desta forma, fornecer subsídios para o gerenciamento de resíduos sólidos.

A classificação de resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e, a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. Desta forma, para os efeitos da NBR 10004 (2004, p. 3), os resíduos são classificados em: a) resíduos classe I - Perigosos; b) resíduos classe II – Não perigosos; c) – Resíduos classe II A – Não inertes; d) – Resíduos classe II B – Inertes.

Estudos realizados por Sampaio Lima (2013), em Fortaleza, constataram que os Resíduos de Construção Civil (RCC) são compostos essencialmente por resíduos de classe A (93,40%), seguidos pelos resíduos de classe B (6,40%), contendo resíduos de classe C (0,02%) e ainda de classe D, em menor percentual de acordo com a resolução CONAMA. A análise química realizada nos resíduos da classe A, mostrou que estes são compostos por Cr (crômio), Pb (Chumbo) e  $SO_4^{2-}$  (sulfato), os quais apresentaram valores acima dos limites especificados pela NBR 10004. No entanto, ainda segundo Sampaio Lima (2013), esse material deve ser classificado como Classe II-A (não perigoso e não inerte), pois tais concentrações podem ser letais para pequenos mamíferos, como ratos e coelhos, mas não para seres humanos e são classificados, ainda, como não inertes devido ao fato de serem, facilmente, solubilizados em água.

## 2.2. Classificação de resíduos de acordo com a resolução nº 307 (2002) do CONAMA

A referida Resolução define que os resíduos da construção civil são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, assim como, daqueles resultantes do preparo e da escavação de terrenos. São exemplos de resíduos: 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. Pela CONAMA nº 307 (2002, p. 95), são classificados de acordo com as classes de A – D, descritas a seguir:

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: materiais cerâmicas (tijolos, azulejos, 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.) produzidos nos canteiros de obras.

Classe B- são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C- são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação;

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.

### 2.3 Aplicações usuais de resíduos da Construção civil no Brasil

Os RCDs são produzidos pelas atividades da construção civil por meio de diversos agentes: empresas construtoras, incorporadores imobiliários, empresas de pequeno e médio porte prestadoras de serviços de engenharia, órgãos públicos e empreiteiros de obra. Portanto, esses resíduos são produzidos por pequenos, médios e grandes geradores.

De acordo com Moreira Dias (2007), os (RCD) são extremamente heterogêneos e basicamente compostos por concretos, argamassas e rochas com alto potencial de reciclagem, podendo ser britado e utilizado em pavimentação, aplicação como agregados em concretos e argamassas. Além destes, são compostos também pelos materiais cerâmicos (blocos, tijolos e lajotas), também com alto potencial reciclável e com aplicações idênticas a resíduos de argamassas e concretos.

Outros resíduos, citados por Moreira Dias (2007), são os solos, argilas, areia, materiais facilmente separados dos outros por meio de peneiramento. Metais ferrosos, utilizados pela indústria metalúrgica; a madeiras, material parcialmente reciclável, com a ressalva de ter o agravante de que se impermeabilizadas ou pintadas devem ser consideradas como material poluente e tratadas como resíduos industriais perigosos. Além de outros materiais, como: papel, papelão, plásticos e borracha, etc, passíveis de reciclagem, porém apresentam desvantagens diante dos avanços tecnológicos.

Além dos resíduos citados acima e também comum nas obras da cidade do Recife, é o gesso, que após a resolução CONAMA nº 469 (2011) passou a ser classificado como resíduos de classe B. Na construção civil é utilizado como: retardador de pega, em placas acartonadas, como blocos e em forros. De acordo com Associação Brasileira De Chapas Drywall (2009), alguns métodos de reciclagem do gesso já avançaram de forma significativa, em pelo menos três frentes de reaproveitamento desse material: indústria cimentícia, onde o gesso atua como

ingrediente retardante de pega do cimento; no setor agrícola, no qual é utilizado como corretivo da acidez do solo e na melhoria de alguns aspectos deste e na indústria de transformação de gesso, que pode reincorporar seus resíduos, em certa proporção a seus processos de produção.

Reciclar ou reaproveitar esses resíduos que seriam descartados no meio ambiente, mesmo que da forma correta (em aterros sanitários específicos para RCD), além de diminuir a quantidade de resíduos que seriam descartados é uma destinação ambientalmente e economicamente eficaz. Dependendo do porte da edificação, da quantidade de resíduos gerados, do tamanho do canteiro de obra e do tempo de execução podem trazer uma economia significativa para a empresa.

Um bom exemplo dessa economia foi observado no trabalho de Cardoso Coelho (2015), sobre a análise socioambiental e econômica do reaproveitamento dos resíduos da construção e demolição. Por este estudo, observou-se uma economia em torno de R\$ 1.181.117,56, ao reutilizar os resíduos de classe A (concreto, tijolos e telhas) moídos, para a pavimentação. Os resíduos foram gerados com a demolição de galpões existentes na área do empreendimento. O retorno, devido ao investimento de um equipamento para triturar os resíduos, foi obtido após sete meses de implantação. Investimento que compensou o investimento da compra da máquina.

O objetivo geral deste trabalho foi classificar e quantificar os principais Resíduos de Construção e Demolição (RCD) gerados em 5 (cinco) obras de diferentes portes e fases, na cidade do Recife, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA 307(2002), e, determinar a potencialidade dos RCD para reuso e/ou reciclagem. Já os objetivos Específicos foram: Elaboração de questionários para obtenção de dados, como: perfil da empresa, tipos e classificações dos entulhos gerados, potencialidades de reuso e reciclagem conforme informações da literatura científica; Selecionar obra de acordo com o bairro e fase da obra, a partir de análise em campo; Realização de visitas técnicas para obtenção de dados para o questionário; Análise dos dados obtidos no questionário; Identificar a partir dos coletados os tipos de RCD analisados em obra e seus diversos empregos no canteiro de obra.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipologia do estudo**

A pesquisa desenvolvida trata-se de uma pesquisa exploratória, descritiva e quantitativa no qual foram coletados, em campo, dados que identificaram os principais tipos

de resíduos gerados assim como o porte das obras na cidade do Recife. Também foi levado em consideração o porte da obra segundo o Instituto Ambiental do Paraná – IAP(2014). A classificação do porte de um determinado empreendimento pode ser realizada de acordo com três parâmetros: área total construída, investimento total ou número de empregados como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1 – Porte da obra (<sup>1</sup>Unidade Padrão Fiscal do Paraná, a cotação da UPF no mês de março/16 estava em R\$ 90,75. Logo, uma obra de pequeno porte estava cotada em algo entre R\$ 181.500,00 e R\$ 726.000,00).**

Porte da obra	Parâmetros		
	Área total construída (m <sup>2</sup> )	Investimento total (UPF/PR) <sup>1</sup>	Número de empregados
<b>Pequeno</b>	Até 2.000	2.000 a 8.000	Até 50
<b>Médio</b>	2.000 a 10.000	8.000 a 80.000	50 a 100
<b>Grande</b>	10.000 a 40.000	80.000 a 800.000	100 a 1.000
<b>Excepcional</b>	Acima de 40.000	Acima de 800.000	Acima de 1.000

**Fonte: Instituto Ambiental do Paraná – IAP, (2014)**

O estudo foi realizado com a aplicação de um questionário eletrônico elaborado pela equipe da pesquisa, após a seleção de obras de edificação mais relevantes e geograficamente acessíveis para o objetivo deste estudo. A seleção das cinco obras, Tabela 2, foi feita a partir do reconhecimento das edificações erguidas nos diversos bairros e que fosse possível o acesso através de um contato prévio com o engenheiro responsável pela obra.

**Tabela 2 – Distribuição das obras por bairro.**

Empresa	Obra	Bairro (obra)	Porte da Obra
A	I	Boa Viagem	Grande
B	I	Madalena	Pequeno
	II	Prado	Médio
C	I	Torre	Médio
D	I	Várzea	Médio

**Fonte: O autor, 2017.**

#### **4.2 Local, amostras, operacionalização da coleta de dados**

Neste trabalho, procurou-se analisar obras de pequeno, médio e grande portes, em diferentes bairros do Recife, e, em diferentes fases da obra, no entanto, só foi possível analisar obras na fases de acabamento e superestrutura. Foram visitadas ao todo cinco obras, sendo três de médio porte, uma de grande porte e uma de pequeno porte devido ao curto tempo de pesquisa e dificuldades em obter contato com as empresas e acesso às obras.

Para a coleta de dados, foi elaborado o questionário a seguir (Quadro 1), este foi inserido no *Google Forms*, disponível pela *Google*, que permitiu o armazenamento dos dados (via internet) no momento da coleta das informações, resposta dos engenheiros ao questionário, em obra ou escritório. Os dados, após finalizados, ficam armazenados no programa e podem ser salvos como tabela em *Excel*. Os dados obtidos permitiram fazer um levantamento de como as empresas estão trabalhando e destinando os seus resíduos. Assim, sabendo dos principais resíduos gerados, bem como seus volumes, podem-se idealizar possíveis formas de reutilização e reciclagem desses resíduos.

**Quadro 1 – Questionário aplicado nas visitas.**

QUESTIONÁRIO	
1.	Qual o tipo de edificação? a. Resort b. Conjunto habitacional c. Hotel d. Edifício e. Outro
2.	Qual o sistema estrutural da obra? a. Concreto Armado b. Construção Seca c. Estrutura metálica d. Alvenaria Estrutural e. Outro
3.	Qual a fase da Obra?
4.	Quais são os resíduos gerados? a. Classe A b. Classe B c. Classe C d. Classe D
5.	A empresa possui alguma certificação ISO, 9001 ou 14001? a. Sim b. Não c. Outro
6.	Quantidade média de resíduos gerados por semana?
7.	Os resíduos são separados? a. Sim Caso sim, como os classificam? b. Não Caso não, qual a destinação dos resíduos acumulados?
8.	Alguma empresa faz a coleta desses resíduos? a. Sim Caso sim, qual a destinação que essa empresa dá a esses resíduos? b. Não Caso não, qual a destinação que vocês dão?
9.	A empresa reutiliza algum resíduo gerado?
10.	Há algum órgão público que fiscaliza o gerenciamento de resíduos sólidos?

. Fonte: Equipe de pesquisa, 2016.



Os dados quantitativos foram digitados e processados no Programa EXCEL, analisando-se as médias, e, posterior construção e apresentação de tabelas e gráficos. Com este estudo espera-se fazer uma triagem dos principais tipos de resíduos da construção Civil e estudar as potencialidades para reuso e reciclagem.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Com a determinação da EMLURB e das Resoluções do CONAMA sobre a necessidade de elaboração do PGRCC e fiscalização sobre a destinação dos resíduos gerados, especialmente os de classe A, pelo mesmo, observou-se que todas as empresas de construção analisadas, na cidade do Recife, destinam corretamente os resíduos de classe A, além de reutilizar de alguma forma os resíduos gerados.

Observa-se a reutilização em alguns casos, como por exemplo: uso de caibros (base para escoramento), uso de latas de tintas para acertar o prumo da fachada (latas cheias de concreto) e, em outros casos, reciclagem: moagem de metralha para reincorporação em argamassas de revestimento e concreto magro. Todas as empresas consultadas destinam os resíduos de suas obras para empresas certificadas pela prefeitura. Os órgãos competentes da prefeitura do Recife orientam e fiscalizam adequadamente a situação dos resíduos de construção e demolição, até mesmo anteriormente a construção, uma vez que só libera a licença de construção, após as empresas darem entrada no PGRCC (Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil).

### **4.1 Análise dos resíduos de construção demolição**

A seguir serão relatados os dados coletados em quatro empresas e cinco obras, de pequeno, médio e grande portes e em diferentes bairros da cidade do Recife. Com base nos dados fornecidos foi elaborada a Tabela 3 que informa sobre os dados coletados nas quatro empresas: A, B, C E D. Na empresa B, foram visitadas duas obras.

Os dados constantes na Tabela 3, referente aos tipos de resíduos gerados estão subdivididos em: Lixo comum, entulho, madeira, metal e gesso. Pois, todas as empresas que forneceram tais dados controlavam o quantitativo dessa forma o qual deixa mais explicitado os tipos de resíduos gerados, se assim não fosse, haveria apenas resíduos de classe A e B, pois, vale salientar que o lixo comum não tem classificação pelo CONAMA nº307/2002, o entulho se enquadra como resíduo de classe A e a madeira junto com metal e gesso se classificam como sendo de classe B.

**Tabela 3 - Dados referentes aos tipos de resíduos e quantidades geradas por obra obtidos com as respectivas empresas.**

Empresaria	Obra	Fase da obra	Porte da Obra	Sistema construtivo adotado	Tipos de RCD gerados	RCD gerado (t)	Período
A	I	Acabamento	Grande	Concreto Estrutural	Lixo comum	5,11	Abr/13 – Out/15 30 Meses de obra
					Entulho	368,51	
					Madeira	26,04	
					Metal	3,31	
					TOTAL	402,97	
B	I	Acabamento	Pequeno	Concreto Estrutural	Lixo comum	*	*
					Entulho	*	
					Madeira	*	
					Metal	*	
					TOTAL	*	
	II	Acabamento	Médio	Concreto Estrutural	Lixo comum	*	*
					Entulho	*	
					Madeira	*	
					Metal	*	
					TOTAL	*	
C	I	Superestrutura	Médio	Concreto Estrutural	Lixo comum	0	Out/15 – Mai/16 7 Meses de obra
					Entulho	183,10	
					Madeira	4,37	
					Metal	1,46	
					TOTAL	186,93	
D	I	Acabamento	Médio	Concreto Estrutural	Lixo comum	7,11	Jun/14 – Maio/16 23 Meses de obra
					Entulho	121,54	
					Madeira	6,77	
					Metal	0	
					Gesso	-	
					TOTAL	135,42	

Fonte: O autor, 2017.

Os resultados da Tabela 3 que estão com o asterisco (\*) não foram disponibilizados pela empresa, até a finalização desta pesquisa. Dados esses referentes aos volumes de RCD gerados

pela empresa. Nas visitas, foi possível observar que as empresas estão destinando seus resíduos em conformidade com leis ambientais e existe uma separação prévia dos resíduos gerados, de acordo com a classificação da resolução CONAMA nº 307 (2003) mesmo no caso da empresa B, que não tem certificação ISO alguma. Os dados constantes na Tabela 3 são dados levantados no PGRCC das empresas, portanto estimados no caso da empresa A e reais no caso das demais.

Entre as obras analisadas apenas uma não era sistema construtivo tradicional: estrutura concreto, com vedações internas em alvenaria de tijolos.

- Empresa A – Obra de grande porte no Bairro de Boa Viagem.

Na visita ao canteiro de obra da empresa A, observou-se que esta edificação estava na fase de acabamento após terem sido decorridos 30 meses do início de sua execução, a qual se constitui de uma edificação de grande porte com sistema construtivo tradicional em concreto armado e tem por finalidade o funcionamento de um grande edifício empresarial com divisões interna em *drywall* e fachada de vidro.

Até o momento da visita, o canteiro havia gerado ao todo 402,97 toneladas de resíduos, os quais foram divididos em quatro grupos principais: Lixo comum (sem classificação pelo CONAMA), entulho, madeira e metal. Exceto o lixo comum, os outros volumes são referentes a resíduos de classe A (entulho) e classe B (Madeira e metal) de acordo com a Resolução CONAMA nº 307. Entende-se como sendo lixo comum, neste trabalho, rejeitos alimentícios, lixo de banheiro, pequenos materiais plásticos utilizados na copa dentre outros resíduos que não constam como RCD.

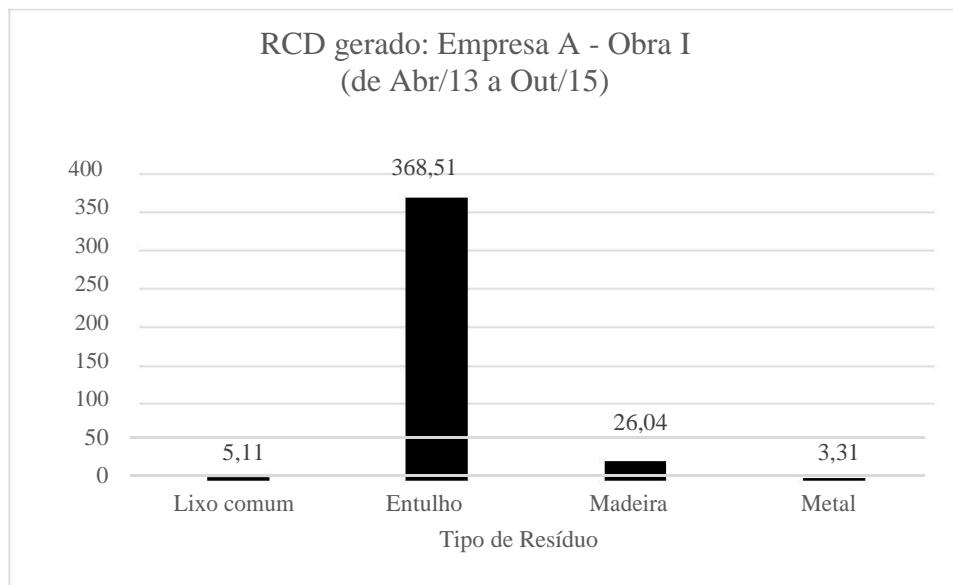
Excetuando as 5,11 toneladas de lixo comum, as 368,51 toneladas restantes são exclusivamente de RCD. Os materiais metálicos (Classe B) representam uma pequena quantidade de resíduos, em relação ao valor de resíduos total, cerca de 3,31 toneladas, ou seja, 0,82% do total de resíduos gerados. Entendem-se como materiais metálicos arames de aço para montagem das armaduras, pedaços de vergalhões de aço e restos de fiação de instalações elétricas e ambos materiais são altamente recicláveis, podendo ser vendidos para siderúrgicas e metalúrgicas. Além de, a depender de suas dimensões, ter várias aplicações e possibilidades de reuso na própria construção, como por exemplo: produção de amarrações, produção de treliças para produção de vergas, etc.

Outro material residual é a madeira (Classe B), geradora de 26,04 toneladas, representa 6,46% do total de resíduos gerados. A madeira é utilizada como formas e escoramento de vigas e lajes. Esse material também é altamente reciclável e reutilizável, tanto dentro da obra como fora. Pode ser utilizado várias vezes, por exemplo, como escoramento dentro da obra e também

pode ser triturado e utilizado para fazer painéis de madeira aglomerada, entre outras. Nesta obra, foi observado que a madeira foi utilizada, entre outros casos, como acessório para segurar capacetes (SANTANA, 2016).

A partir da análise desta obra, verificou-se que o principal resíduo gerado foi o entulho de obra, representando cerca de 91,42% do total de resíduos gerados, como mostra a Figura 1. Este material é composto por restos de argamassas, blocos cerâmicos, restos de concreto, corpos de prova utilizados em obras para verificar se o concreto vai atender as necessidades de projeto, dentre outros.

**Figura 1 – Resíduos empresa A.**



**Fonte: O autor (2016).**

- Empresa B – Obra I de pequeno porte no Bairro da Madalena e a Obra II de médio porte no bairro do Prado.

Infelizmente, até a finalização deste trabalho, a empresa B não apresentou os quantitativos gerados em nenhuma das duas obras visitadas, levando a crer que esta não tem o controle do quantitativo de resíduos gerados, e que possivelmente não tem uma estimativa precisa dos resíduos gerados e nem controle da destinação destes. As obras analisadas desta empresa estavam na fase de acabamento e em ambas foi adotado o sistema construtivo tradicional de concreto armado.

Nas duas obras analisadas, uma no bairro da Madalena (pequeno porte) e outra no Prado (médio porte), observou-se que o principal resíduo gerado foi o entulho (Classe A), pela grande quantidade desse resíduo disposto no canteiro de obra. Contudo, em ambas as obras existem um equipamento triturador dos resíduos e a empresa já emprega os resíduos moídos (restos de tijolos, principalmente), como agregado miúdo para confecção de argamassa de revestimento externo e interno, e, para confecção de concreto magro. Um outro resíduo gerado é o gesso, que segundo esta é encaminhado a aterro especial por uma empresa de transportes cadastradas pela prefeitura do Recife.

As imagens, abaixo (Figuras 2, 3 e 4), mostram o equipamento utilizados para a moagem dos agregados (triturador), bem como mostram os resíduos antes e depois da britagem.

**Figura 2 – Resíduos de concreto, argamassas e blocos cerâmicos prontos para serem britados.**



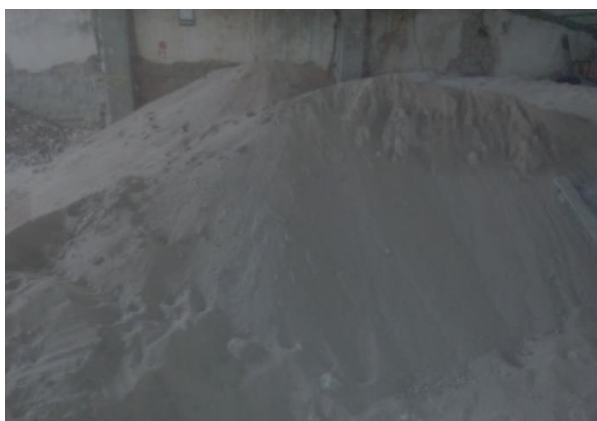
**Fonte: O autor (2016)**

**Figura 3 – Britador utilizado na empresa B.**



**Fonte: O autor (2016)**

**Figura 4 – Agregado miúdo proveniente da britagem dos resíduos gerados na empresa B.**



**Fonte: O autor (2016).**

- Empresa C – Obra de médio porte no bairro da Torre

O sistema construtivo adotado nesta obra também foi o tradicional de concreto armado o qual evidencia, pela distribuição de resíduos observados nessa pesquisa, que independe do porte do canteiro, desde que seja adotado o sistema construtivo tradicional, o tipo de resíduo gerado e suas porcentagens de distribuição são praticamente os mesmos, mudando apenas o volume total gerado.

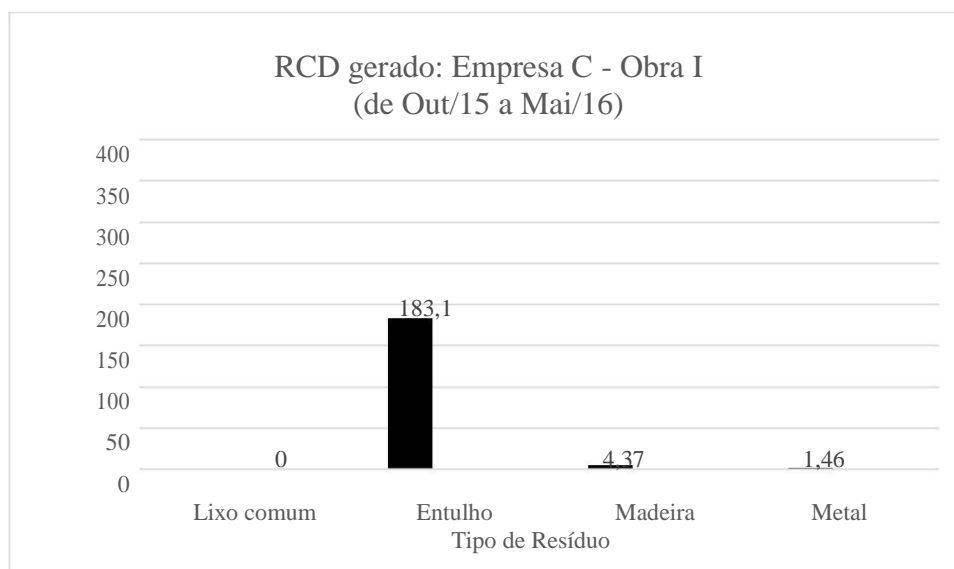
A obra estava com sete meses de execução na fase de superestrutura e pode-se observar que ela havia gerado mais resíduos que a empresa D, com 23 meses de execução e no início da fase de acabamento, porém estas são de mesmo porte. O motivo dessa diferença é devido ao próprio layout do prédio. Na empresa C, existem dois pavimentos de subsolo enquanto que na

empresa D não há nenhum e o quantitativo de entulho de ambas as empresas analisadas contempla o quantitativo de resíduos gerados devido a movimentação de terra. Aumentando-se assim o quantitativo de entulho da empresa C. Vide Figura 5 e 6.

No momento da visita, a obra estava na fase da superestrutura, tinham sido erguidos nove pavimentos, do total de 25, e até aquele momento já havia sido gerado 183,1 toneladas de entulho (Classe A), cerca de 96,92% do total de resíduos. A fase de superestrutura dispensa um grande quantitativo de mão de obra e as etapas anteriores a esta também, o que implicou em uma geração mínima de resíduos de lixo comum, fazendo o quantitativo de resíduos de lixo comum tenderem a zero. O quantitativo de resíduos de madeira (Classe B) foi alto para uma obra com 40% de sua execução, cerca de 4,37 toneladas (2,31%). Mas, também é algo aceitável porque a obra estava na fase que mais se usa formas de madeiras, a qual boa parte é reutilizada no próprio canteiro.

Nesta obra há a presença de resíduos metálicos porque a empresa optou pelo corte e dobra de algumas armaduras específicas em canteiro de obra, justamente por esse permitir a presença de uma estação de trabalho para tal fim. Até a fase em que estavam já havia sido geradas 1,46 toneladas, que mesmo assim representa uma porcentagem baixa do total de resíduo gerado, cerca de 0,77%, como mostra o gráfico a seguir (Figura 5):

**Figura 5: Resíduos empresa**



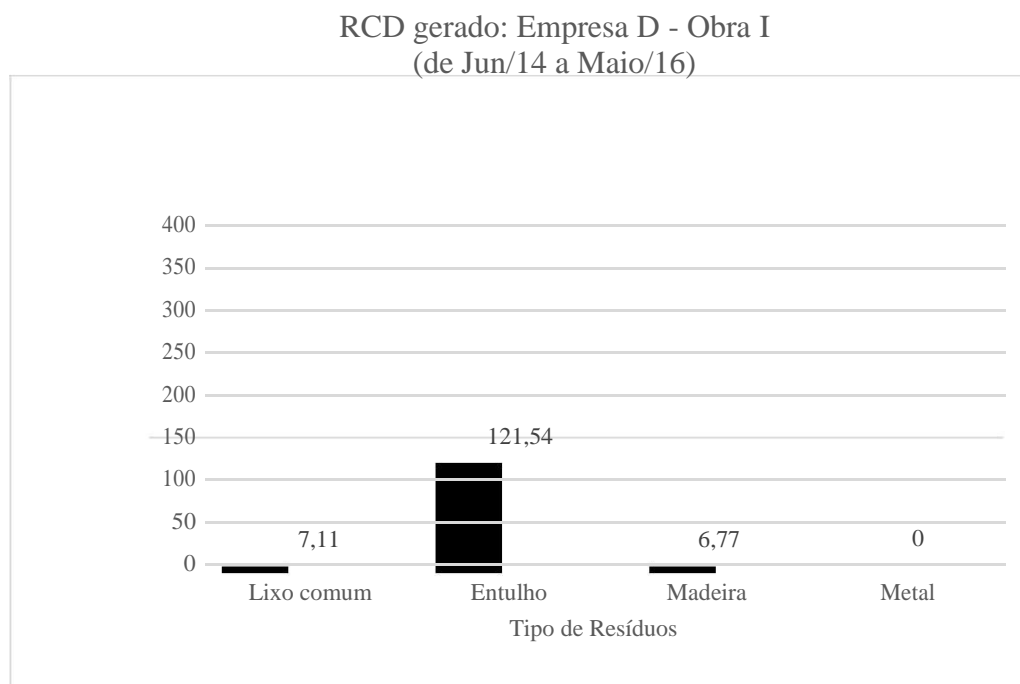
**Fonte: O autor.**

Empresa D – Canteiro de obra de médio porte no Bairro da Várzea.

Com base nos dados obtidos em obras e sabendo que o sistema construtivo é o tradicional de concreto armado, percebemos a proeminência de resíduos provenientes de entulhos (Classe A), representando neste canteiro 89,75% dos resíduos totais gerados (121,54 toneladas), seguido de lixo comum (5,25%, 7,11 toneladas) e por último o de madeira (Classe B), com 5% do total (6,77 toneladas). Nesta obra, também foi observada a utilização de gesso para revestimento de paredes e tetos, mas o controle do volume de resíduo gerado não tinha ainda sido contabilizado, uma vez que os serviços estavam iniciando. Pelos dados informados pelo responsável da obra, o volume de gesso gerado é expressivo, onde cerca de 14% do volume total aplicado corresponde a resíduo gerado.

Segundo o responsável pela obra, a empresa gerou 0% de resíduos metálicos, algo esperado já que eles optaram pela compra de armação cortada e dobrada, impossibilitando a perda desse material, como mostra a Figura 6.

**Figura 6 – Resíduos empresa D.**



**Fonte: O autor.**



Observa-se a reutilização de vários materiais nesta obra, como a reutilização da madeira para reescoramento, acessório de obra (Figura 7).

**Figura 7 – Painel para suporte de EPI's fabricado com madeira reaproveitada da obra.**



**Fonte: O autor.**

Nas obras analisadas, percebe-se, claramente, que independente do porte da empresa ou da obra, o entulho, resíduo de classe A, representa o maior quantitativo de resíduos gerados nas obras. Estes possuem grande probabilidade de reciclagem, podendo ser reprocessados, transformados em agregados e aplicados para produção de pisos intertravados, argamassas de revestimento ou concreto magro, e vários estudos já têm avançado em relação a estes empregos, havendo a necessidade de estudos das características físicas e químicas dos agregados e das características mecânicas e de durabilidade do material final, particular de cada obra.

Além do entulho, também é possível perceber a geração de resíduos de classe B (madeira e aço), relativamente alta, quando leva-se em conta que se trata de toneladas desses materiais multiplicado pelas várias obras da cidade. As perdas do material, madeira, ocorrem justamente devido a ampla utilização como formas. Sendo este material altamente reciclável e reutilizável, podendo ser reaproveitado como: formas, cunhas, gravatas de formas, escoramento de pilares, vigas e lajes e serem reutilizados várias vezes em obra.

Além desta, o aço também pode ser reutilizado na produção de amarrações, treliças para produção de vergas e/ou para confecção de espaçadores de armação, as famosas “cocadas”, além de ser revendido para empresas específicas encarregadas em sua reciclagem.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os volumes dos RCD, TIPO A, gerados pelas empresas são em sua maioria quantificados por meio dos tickets liberados pelas empresas que destinam os resíduos gerados e fornecidos pela EMLURB. Em todas as empresas analisadas, observou-se que os principais resíduos gerados são os de classe A – os ditos reaproveitáveis como agregado. Isto está diretamente associado ao sistema construtivo tradicional, das obras analisadas.

Observou-se que as empresas fazem reutilização dos materiais no próprio canteiro de diferentes formas, como por exemplo: uso de caibros como base para escoramento, uso de latas de tintas para acertar o prumo das fachadas (latas cheias de concreto) e, em outros casos, realizam reciclagem por meio da moagem de metralha para reincorporação em argamassas de revestimento e concreto magro. Todas as empresas consultadas destinam os resíduos de suas obras para empresas certificadas pela prefeitura.

Algo interessante observado é que a empresa B, embora não tenha certificação ambiental (ISO 14001), tem a consciência ambiental e econômica do retorno que esta prática traz. A empresa A os reutiliza em algumas aplicações, como por exemplo: confecção de vergas, a partir de restos do concreto usinado pedido em obra: restos de madeira, como suporte a capacetes, etc. E, todas as empresas destinam a maior parte de seus resíduos a aterros particulares ou empresas de coleta específica. Outro fato importante é própria organização do canteiro de obra, principalmente no que tange aos resíduos.

Todos os canteiros visitados têm local adequado para disposição dos resíduos, com baias separadas para metralha, madeira, ferragem, papelão e resíduos orgânicos. As empresas fazem ideia da economia financeira que poderiam ter se reutilizassem esses resíduos em seus canteiros, mas a viabilidade de se empregar estas práticas em obra é muitas vezes dificultada pelo espaço.

Contudo, nada impede que pequenas políticas e implantação de pequenos maquinários em obras de porte menores possam gerar economia, sobretudo, em longo prazo. Maquinários menores poderão ser transportados mais facilmente de uma obra para outra, podendo ser implantadas adequadamente dependendo das dimensões do canteiro obra.

## REFERÊNCIAS

ABNT - NBR 10004:2004 – **Resíduos sólidos**: Classificação. Disponível em: <<http://www.videverde.com.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>>. Acessado em: 20 de Março de 2016.

ANGULO, S. C.; JORDAN, S.E.; JONH. W. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção Civil**. 2001. Disponível em: <<http://www.pedrasul.com.br/artigos/sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 20 Mar 2015.

\_\_\_\_\_. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. 155f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC), São Paulo, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CHAPAS DRYWALL. **Resíduo de gesso na construção civil**: coleta, armazenagem e destinação para reciclagem. 2009.

Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/18018FE8/Cartilha\\_Residuosgesso.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/18018FE8/Cartilha_Residuosgesso.pdf)>.

Acesso em: 29 Jan 16.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil (2015). Resíduos sólidos da construção civil na região nordeste**. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/noticias\\_detalhe.cfm?NoticiasID=2250](http://www.abrelpe.org.br/noticias_detalhe.cfm?NoticiasID=2250)>. Acesso em: 06 Set 2015.

CARDOSO COELHO, Felipe de Oliveira. **Análise socioambiental e econômica do processo de reaproveitamento dos resíduos da construção e demolição**.

2015. Tese de mestrado. Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP).

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n ° 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,

17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 20 Mar 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n ° 469/2015**. Altera a Resolução CONAMA no 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da

construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=714>>. Acesso em: 8 set 2017.

HORTEGAL, M.V.; FERREIRA, T.C.; SANT'ANA, W.C. Utilização de agregados resíduos sólidos da construção civil para pavimentação em são luís – MA. **Pesquisa em Foco**, v. 17, n.2, p. 60-74, 2009.

Instituto Ambiental do Paraná – (IAP). Disponível em < <http://www.iap.pr.gov.br/>>.

Acessado em: 25 Jun 2015.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em < [ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas\\_Nacionais/Contas\\_Nacionais\\_Trimestrais/Fasciculo\\_I Indicadores\\_IBGE/pib-vol-val\\_201604caderno.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Contas_Nacionais_Trimestrais/Fasciculo_I Indicadores_IBGE/pib-vol-val_201604caderno.pdf)>. Acesso em: 25 Ago 201

ISAIA,G.C. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: IBRACON, 2011, 1ed.

v.2. 931p.

LEITE, M.B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Tese doutorado: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001.

MIRANDA, L.F.R.; ANGULO, S.C, CARELI, E.D. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.

MOREIRA DIAS, Ellen Cristina. **Gerenciamento de Resíduos na Construção Civil**. 2007. Tese de conclusão de curso. Universidade Anhembí Morumbi. São Paulo.

MOTTA,R.S. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego**. Tese doutorado: USP. 2005.

SAMPAIO LIMA, Adriana. **Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE)**. 2013. Artigo técnico. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Fortaleza.

SANTANA, VITOR CARNEIRO DE. Relatório final PIC - Políticas De Gerenciamento Dos Resíduos De Construção E Demolição Adotadas Por Empresas De Construção Civil Em Recife. Recife/PE. 2016.

SOUZA CARMO, Daniel de. **Avaliação da tipologia dos resíduos de construção civil entregues nas usinas de beneficiamento de Belo Horizonte**. 2012. Artigo técnico - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Minas Gerais.