



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

MANOEL FERREIRA MACIEL JÚNIOR

ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

RECIFE

2021



MANOEL FERREIRA MACIEL JÚNIOR

ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

A UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA PDCA NA GESTÃO DE UMA EMPRESA DE TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE REEE – ESTUDO DE CASO RECIFE

O presente Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco foi pré-requisito para atender às exigências da disciplina de Estágio Supervisionado Obrigatório – ESO, sob a supervisão e orientação do professor Dr. Romildo Morant de Holanda.

RECIFE

2021



ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

A UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA PDCA NA GESTÃO DE UMA EMPRESA DE
TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE REEE – ESTUDO DE CASO RECIFE

Nome e assinatura do aluno graduando

Manoel Ferreira Maciel Júnior

Nome e assinatura do orientador

Dr. Romildo Morant de Holanda

Nome e assinatura do supervisor

Dr. Romildo Morant de Holanda

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

J95u

Júnior, Manoel Ferreira Maciel

A utilização da ferramenta PDCA na gestão de uma empresa de tratamento e destinação de REEE: Estudo de caso
Recife / Manoel Ferreira Maciel Júnior. - 2021.
54 f.

Orientador: Romildo Morant de Holanda.

Coorientador: Romildo Morant de Holanda.

Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Engenharia Agrícola e Ambiental, Recife, 2022.

1. Gestão ambiental. 2. Resíduos eletroeletrônicos. 3. PDCA. 4. Riscos. 5. Tratamento. I. Holanda, Romildo Morant
de, orient. II. Holanda, Romildo Morant de, coorient. III. Título

CDD 628

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Senhor Deus pelo dom da vida e por conceder o privilégio de partilhar o bem com os meus semelhantes;

Aos meus avós paternos e maternos, Jacinto Ferreira e Ana Maria; Pedro Canuto e Maria Inojosa (todos *in memoriam*), por terem sido o tronco e possibilitado a descendência da minha atual família;

Aos meus pais, Manoel e Isaura (*in memoriam*), por terem sido usados por Deus para que eu existisse aqui;

À minha estimada família por todos os momentos cedidos para que a integralização acadêmica se tornasse realidade nesta fase da vida;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco por ter proporcionado todas as condições para realização desta etapa profissional e possibilitar a graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental;

Aos meus professores das diversas disciplinas pela dedicação e pelo interesse em transferir o conhecimento acadêmico e para a vida;

Ao professor orientador e supervisor deste ESO, Dr. Romildo Morant de Holanda, pela sua dedicação e paciência durante esse período no ambiente acadêmico do conhecimento; e, também, pela sua virtude de ser agregador nos diversos ambientes de convívio educacional;

E a todos os demais que direta e indiretamente contribuíram para a realização desse novo desafio profissional.

Sinceramente, sou grato!

Pensamento para reflexão:

“Perguntaram ao Dalai Lama:

— O que mais te surpreende na humanidade?

Ele respondeu:

— Os homens... porque perdem a saúde para juntar dinheiro, depois perdem o dinheiro para recuperar a saúde. E, por pensarem ansiosamente no futuro, esquecem do presente de tal forma que acabam por não viver nem o presente nem o futuro. E vivem como se nunca fossem morrer... e morrem como se nunca tivessem vivido”.

RESUMO

O presente trabalho está relacionado com o tratamento e a destinação de resíduos eletroeletrônicos, REEE. A velocidade de geração desses tipos de resíduos, em escala mundial, está na ordem de 20 a 25 milhões de toneladas por ano. Esse resultado produz uma preocupação para os órgãos de preservação ambiental, pois estes resíduos são potencialmente contaminantes, de grandes proporções, dos sistemas bióticos, em solo, água e ar. O estudo de caso utiliza a ferramenta de gestão da qualidade Plan-Do-Check-Act (PDCA), desenvolvida por Walter Andrew Shewart, tendo dois períodos distintos de embasamento, 1931 e 1939, através dos seus livros: *Economic Control of Quality Manufactured Product* e *Statistical Method from the View point of Quality*. Essa ferramenta foi sugerida para a empresa referenciada com o objetivo de otimizar a operacionalização de tratamento e destinação dos REEE e, com isto, viabilizar a velocidade de transformação em subprodutos econômicos e ambientalmente viáveis, embora muito aquém da velocidade de geração destes tipos de resíduos. No caso específico do Brasil, tem-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), associada à Lei 12.305/2010, em vigor. Decorrente do Decreto 10.240/2020, a logística reversa dos produtos eletroeletrônicos passa a ser obrigatória em todo o âmbito nacional. Com o devido amparo legal e com a utilização da ferramenta PDCA, implementada em uma empresa de tratamento e destinação de resíduos eletroeletrônicos, tem-se a perspectiva de melhoria contínua. O resultado da gestão otimizada e dos dispositivos legais gera a mitigação de impactos ambientais de grandes proporções, salientando que os componentes físicos e químicos dos eletroeletrônicos são extremamente nocivos para todos os recursos naturais, portanto, torna-se necessária a atenção cuidadosa das políticas públicas ambientais.

Palavras-chave: Gestão ambiental; Resíduos eletroeletrônicos; PDCA; Riscos; Tratamento.

ABSTRACT

The present work is related with electronics waste (EWA) treatment and disposal. The generation speed of this kind of waste, on a worldwide scale, is in the order of 20 to 25 million tons a year. This result is a concern of environmental preservation agencies. As these waste were potentially contaminants, in large proportions, of biotic systems in soil, water and air. The case study uses the tool Plan-Do-Check-Act (PDCA), developed by Walter Andrew Shewart, having two distinct periods of foundation, 1931 and 1939, through his books: Economic Control of Quality of Manufactured Product, and Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control. This tool was suggested for the referenced company in order to optimize the operationalization of treatment and disposal of the EWA. Thus enable the speed of transformation into economically and environmentally viable by-products. Although far below the generation speed of these kind of waste. In the specific case of Brazil there is the National Solid Waste Policy (NSWP) associated with the law 12.305/2010, in force. Arising from the decree 10.240/2020, the reverse logistics of electronics products becomes mandatory Nationwide with due legal protection, and with the use of the PDCA tool, implemented in the electronics waste treatment and disposal company, there is a perspective of continuous improvement. The result of optimized management and legal provisions generates the mitigation of large-scale environmental impacts. Noting that the physical and Chemical components of electronics are extremely harmful to all natural resources, therefore, it is necessary to pay careful attention to environmental public policies.

Keywords: Environmental management.; Electro-electronic waste; PDCA; Risks; Treatment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Modelo Esquemático do PDCA	14
Figura 02	Fluxograma de Processos	30
Figura 03	Fluxograma de Rotina Operacional de REEE	31
Figura 04	Modelo Básico de Controle Empresarial	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Etapas da Ferramenta de Gestão da Qualidade 5W2H	14
Quadro 02	Compostos Químicos Presentes nos Resíduos Eletroeletrônicos	18
Quadro 03	Normas Regulamentadoras Brasileiras	22
Quadro 04	Controle de Riscos Através de Ferramentas da Qualidade (PDCA e 5W2H)	23
Quadro 05	Aplicação das Ferramentas PDCA e 5W2H na PNRS	24
Quadro 06	As Ferramentas PDCA e 5W2H Aplicadas no <i>Layout</i>	26
Quadro 07	Itens Básicos para um <i>Layout</i>	29
Quadro 08	Princípios Fundamentais de Gestão Ambiental	29
Quadro 09	Configuração Mínima dos Equipamentos Recondicionados	32
Quadro 10	Valores Agregados de Resíduos Eletroeletrônicos	34
Quadro 11	Subprodutos Eletroeletrônicos	34
Quadro 12	Dinâmica e Aplicações do Ciclo PDCA e Ferramentas Auxiliares	35
Quadro 13	Ferramenta 5S Adaptada para o Modelo da Empresa de Estudo de Caso	37
Quadro 14	Questões de Aspectos Significativos de Gestão – Tratamento e Destinação – REEE	38
Quadro 15	Estimativa de Distribuição Regional de PEVs Baseada no Decreto nº. 10.240 de 12/fevereiro/2020	43
Quadro 16	Estrutura Organizacional da Empresa de Estudo de Caso	44
Quadro 17	Rotina de operação de Tratamento de Resíduos Eletroeletrônicos	45
Quadro 18	Aplicação das Ferramentas (PDCA e 5W2H) na Rotina Operacional	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	10
2.1	ESPECÍFICOS	10
2.2	GERAIS	11
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS	11
3.1	CONCEITO	11
3.2	IMPACTOS AMBIENTAIS	12
3.3	EXIGÊNCIAS NORMATIVAS DE CONTROLE POR LOGÍSTICA REVERSA E ECONOMIA CIRCULAR	12
4	PDCA	12
4.1	HISTÓRICO	12
4.2	ETAPAS DO CICLO PDCA	13
5	FERRAMENTA AUXILIAR 5W2H	14
5.1	ETAPAS DA 5W2H	14
6	GESTÃO DA SEGURANÇA DO TRABALHO NO TRATAMENTO E NA DESTINAÇÃO DE REEE	15
6.1	RISCOS FÍSICOS E QUÍMICOS	15
6.1.1	Um exemplo de REEE com elevada taxa de contaminação ambiental: o CRT	16
6.2	RISCOS BIOLÓGICOS	16
6.3	RISCOS ERGONÔMICOS	17
6.4	APLICAÇÕES E POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELOS REEES	18
7	NORMAS REGULAMENTADORAS – CONTROLES DE RISCOS FÍSICOS, QUÍMICOS, BIOLÓGICOS, DE ACIDENTES E ERGONÔMICOS	22
7.1	APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PDCA E 5W2H NA GESTÃO DA SEGURANÇA DO TRABALHO (NRS)	23
8	GESTÃO DO PLANEJAMENTO NORMATIVO PNRS – REEE (FERRAMENTA PDCA E 5W2H)	24
9	GESTÃO DO PLANEJAMENTO DO ESPAÇO FÍSICO, INSUMOS E DE PRODUTOS DA EMPRESA DE REEE	26
9.1	APLICAÇÃO DO PDCA NO ESPAÇO FÍSICO DA EMPRESA DE REEE	26
9.2	LAYOUT 5S	27

9.3	FLUXOGRAMA	29
9.4	ESTRUTURA DA RECEPÇÃO DOS REEES	31
9.5	ESTRUTURA DE SEGREGAÇÃO DOS REEES E A INCLUSÃO DIGITAL	31
9.6	SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE REEES SEGREGADOS	33
9.7	SISTEMA DE VIABILIDADE OPERACIONAL DOS REEES	34
9.8	CICLO PDCA, 5W2H E 5S APLICÁVEIS À MOVIMENTAÇÃO DE REEE	35
10	QUESTÕES DE ASPECTOS SIGNIFICATIVOS DE GESTÃO OPERACIONAL DA EMPRESA DE REEE – ANÁLISES DE PROCEDIMENTOS PRODUTIVOS (CHECKLIST)	38
11	GESTÃO DE MERCADOS	42
11.1	CENÁRIO ECONÔMICO PARA A EMPRESA A/B REEE	42
12	GESTÃO ORGANIZACIONAL DA EMPRESA B DE REEE (PDCA E ORGANOGRAMA)	43
13	DIRETORIA	45
13.1	GERÊNCIA	50
14	UFRPE – DTR – DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL – ESO PLE 2020.4	50
14.1	DESCRIÇÃO GERAL DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO	50
	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo de caso refere-se às atividades pertinentes ao Estágio Supervisionado Obrigatório – ESO para integralização do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco. O tema a ser desenvolvido intitula-se: *A utilização da ferramenta PDCA na gestão de uma empresa de tratamento e destinação de REEE – estudo de caso Recife*. A fundamentação teórica consiste em revisão bibliográfica e estudo de caso dessa empresa que opera a logística reversa e integra a função social de inclusão digital na Região Metropolitana do Recife.

Conforme exigências da UFRPE, para o PLE 2020.4, as atividades relativas ao ESO devem ser, majoritariamente, remota; mas, para incremento de dados ao referido estudo de caso, torna-se necessária a realização de visitas ao ambiente físico da empresa mencionada, que está estabelecida no perímetro urbano do Recife. As atividades serão desenvolvidas nos ambientes descritos no Termo de Compromisso de Estágio Supervisionado Obrigatório. Nesse documento constam as dependências do Departamento de Tecnologia Rural – DTR / UFRPE – Rua Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos – Recife – Pernambuco, precisamente o Laboratório de Materiais de Construção, como local base; além do ambiente empresarial de estudo de caso em eventos presenciais.

O desenvolvimento deste trabalho é orientado pelo professor doutor Romildo Morant de Holanda, docente da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Para embasar o presente relatório, o professor orientador definiu a implantação da ferramenta da gestão da qualidade, PDCA, no ambiente operacional da empresa. Somaram-se a essa, outras ferramentas auxiliares pertinentes e indispensáveis para a gestão da qualidade. Objetivou-se, com isto, a melhoria contínua em todo o processo de produção de bens e serviços relacionados ao tratamento e à destinação de resíduos eletroeletrônicos.

O Estágio Supervisionado Obrigatório – ESO teve início no PLE 04, Período Letivo Excepcional 04, em 02 (dois) de dezembro do ano de 2020 (dois mil e vinte). O término foi previsto, de acordo com o calendário acadêmico – UFRPE – PLE 2020.04, para o dia 26 (vinte e seis) de fevereiro de 2021 (dois mil e vinte e um).

O presente estudo de caso pretende, além das questões ambientais e econômicas, enfatizar a prática da utilização das ferramentas de gestão da qualidade como fator prioritário para a gestão de um segmento complexo, que é o tratamento de resíduos eletroeletrônicos. Isso porque os riscos de impactos ambientais, quase que irreversíveis, são iminentes devido à velocidade de produção em todos os países do mundo. Nesse caso específico, tem-se, como o

escopo para as demais ferramentas, o PDCA. Com relação aos conceitos históricos do PDCA, podemos verificar a sequência evolutiva dessa ferramenta, segundo dispõe Holanda referindo-se a Shewart:

- 1931: Walter Andrew Shewart – *Economic Control of Quality Manufactured Product* (Utilização da Estatística e Indicadores em todo o processo de produção);
- 1939: Walter Andrew Shewart – *Statistical Method from the View Point of Quality* – modelo do atual ciclo Plan-Do-Check-Act – PDCA, forma mais conhecida, ou o ciclo Plan-Do-Study-Act – PDSA (HOLANDA *et al.*, 2017 *apud* SHEWART, 1931; SHEWART, 1939).

E ainda Holanda se refere a Campos (1999), quando diz que o PDCA trata-se de um ciclo de melhoria contínua, sendo necessário identificar os erros e/ou falhas que possam ocorrer em alguma das etapas, de forma a agir para a correção dos problemas, estando essa função cabível ao responsável da equipe.

2 OBJETIVOS

2.1 ESPECÍFICOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso, relativo ao Estágio Supervisionado Obrigatório, tem como objetivos específicos disponibilizar o uso da ferramenta de gestão da qualidade PDCA, associada às ferramentas auxiliares aplicadas na gestão de uma empresa de tratamento e destinação de resíduos eletroeletrônicos – REEEs. É visto que os resíduos eletroeletrônicos se constituem, também, em problemas ambientais e, ao mesmo tempo, em insumos com alto potencial para o desenvolvimento econômico e social. Isso quando tratados e destinados corretamente.

Assim, a aplicação desta ferramenta de gestão da qualidade torna-se uma interface entre os problemas ambientais reais e em potenciais dos REEEs, além do tratamento e da destinação adequados desses, apresentados de forma sintética, como pode-se observar nos objetivos:

- Cumprir exigências acadêmicas relativas ao Estágio Supervisionado Obrigatório com ênfase na Gestão de Resíduos Sólidos, especificamente REEE;
- Implantar a ferramenta de gestão da qualidade, PDCA, em uma empresa de tratamento e destinação de REEE;
- Indicar parâmetros para a melhoria contínua.

2.2 GERAIS

Pretende-se potencializar, também, através da ferramenta PDCA, as contribuições ambientais praticadas pela empresa de referência. Disso também decorre a mitigação dos impactos ambientais, considerando a logística reversa e a economia circular como eixos principais para o desencadeamento de atividades fins. Além dos benefícios nos campos econômicos e ambientais, pretende-se, também, melhorar a qualidade de vida humana, no desenvolvimento de projetos sociais relevantes, como consequência direta de uma boa gestão de logística reversa com a utilização do PDCA. Além de atender às exigências acadêmicas relativas ao Estágio Supervisionado Obrigatório, ESO; objetivou-se, também, a otimização da gestão dos resíduos eletroeletrônicos através da gestão da qualidade operacional, como enfatizadas abaixo:

- Apontar para a necessidade de Segurança do Trabalho neste ramo de atividade de REEE;
- Estabelecer relações entre fatores produtivos e as exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS;
- Estabelecer uma visão diferenciada para o setor de transformação de REEE em produtos secundários;
- E, também, mostrar a gravidade dos impactos ambientais provocados por este tipo de resíduo.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

3.1 CONCEITO

Por definição, resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), ou simplesmente resíduos eletroeletrônicos (REE), ou ainda lixo eletroeletrônico (e-waste ou WEEE), são equipamentos que possuem em suas partes internas componentes elétricos e eletrônicos responsáveis pelo seu funcionamento e que, por razões de obsolescência (perceptiva ou programada) e impossibilidade de conserto, são descartadas pelos seus consumidores (AFONSO, 2018).

3.2 IMPACTOS AMBIENTAIS

Impactos ambientais são os resultados da ação direta do resíduo eletroeletrônico, seja inteiro ou em fragmentos, no meio ambiente como decorrência de ações das intempéries naturais (calor, frio, chuva, vento, microrganismos) sobre componentes desse resíduo, favorecendo a intromissão de elementos e compostos tóxicos (água, ar, solo), com consequência, as mais diversas sobre os seres vivos presentes naqueles ambientes.

A velocidade de geração mundial por ano se encontra na ordem de 20 a 25 milhões de toneladas (AFONSO, 2018). Os resíduos eletroeletrônicos são portadores dos denominados POPS – Poluentes Orgânicos Persistentes (moléculas a base de carbono, muito tóxicas, mesmo sem reação com outros produtos – são bioacumulativas e biomagnificadas); eles se movem rapidamente na água e no ar, acumulando-se na gordura do corpo, no sangue e em outros fluidos corporais (bioacumulação); causam disfunções hormonais, imunológicas, neurológicas e reprodutivas, esses compostos estão sujeitos à regulação do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2009).

3.3 EXIGÊNCIAS NORMATIVAS DE CONTROLE POR LOGÍSTICA REVERSA E ECONOMIA CIRCULAR

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei 12.305/2010) prevê o fim dos lixões e aterros controlados, e coloca os resíduos eletroeletrônicos no rol da logística reversa obrigatória (artigo 33º), o que implica, ao menos em teoria, que esse tipo de destinação não deverá mais acontecer (AFONSO, 2018).

4 PDCA

4.1 HISTÓRICO

O desenvolvimento da ferramenta de gestão da qualidade denominada PDCA se deu conforme a linha do tempo abaixo:

- Em 1931, Walter Andrew Shewart escreveu o livro intitulado: *Economic Control of Quality Manufactured Product*;

- Utilização da Estatística e Indicadores em todo o processo de produção;
- Em 1939, Walter Andrew Shewart escreveu também o livro: *Statistical Method from the View Point of Quality*. Através de suas obras relacionadas à gestão da qualidade, foi estabelecido o conceito relativo à ferramenta PDCA, como uma forma de se designar melhorias contínuas nos processos industriais diversos;
- O modelo do atual ciclo Plan-Do-Check-Act – PDCA, forma mais conhecida, ou o ciclo Plan-Do-Study-Act – PDSA (HOLANDA *et al.*, 2017 *apud* SHEWART, 1931; SHEWART, 1939);
- Holanda se refere a Campos (1999) ao dizer que o PDCA trata-se de um ciclo de melhoria contínua, sendo necessário identificar os erros e/ou as falhas que possam ocorrer em alguma das etapas, de forma a agir para a correção dos problemas, estando essa função cabível ao responsável da equipe.

Conforme descrito, acima, a ferramenta de gestão da qualidade PDCA será sugerida como elemento de melhorias de processos das gestões: de segurança do trabalho, de implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, de processos e rotina empresarial, considerando a segurança do trabalho como pilar fundamental.

4.2 ETAPAS DO CICLO PDCA

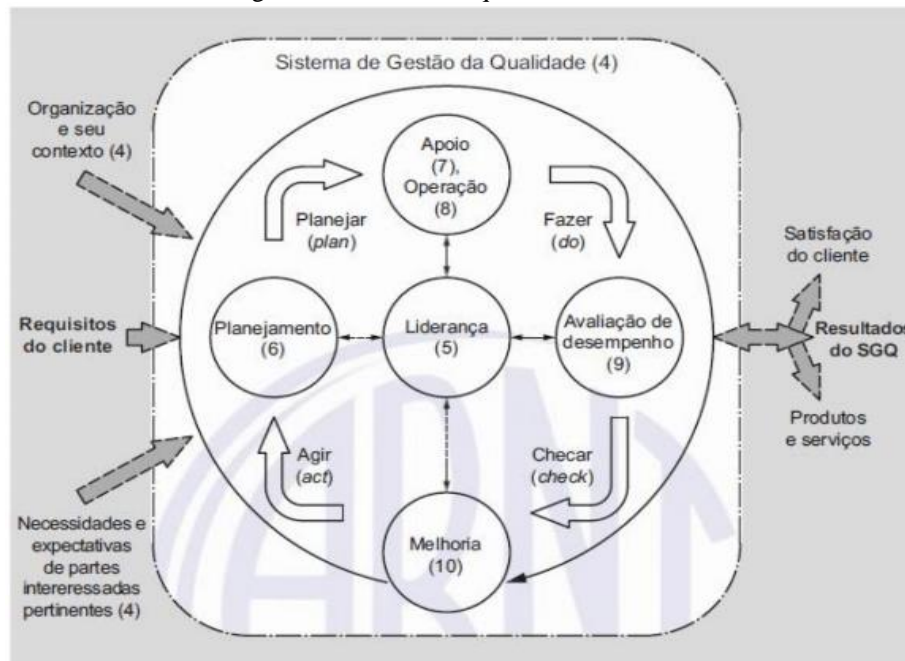
P – PLAN – Planejar – Define a rotina operacional na linha do tempo;

D – DO – Executar – Realizar todos os procedimentos planejados;

C – CHECK – Checar – Observar rigorosamente se os procedimentos planejados estão sendo seguidos – Corrigir processos;

A – ACTION – Agir – Avaliar se o planejado foi executado, se durante a execução ocorreu inconformidade ou não. Além disso, estabelecer padrão operacional para cada etapa em conformidade.

Figura 01 – Modelo Esquemático do PDCA



Fonte: Holanda *et al.* (2017 *apud* ABNT, 2015)

5 FERRAMENTA AUXILIAR 5W2H

5.1 ETAPAS DA 5W2H

Segundo Holanda *et al.* (2017), a ferramenta 5W2H foi criada no Japão para auxiliar a ferramenta PDCA. No quadro abaixo podemos ver as etapas da 5W2H:

Quadro 01 – Etapas da Ferramenta de Gestão da Qualidade 5W2H

5W	WHAT	Qual a ação ou atividade que deve ser executada ou o problema ou desafio que deve ser solucionado?
	WHY	O porquê , ou seja, a justificativa dos motivos e objetivos de aquilo estar sendo executado ou solucionado.
	WHO	Definição de quem será(ão) o(s) responsável(is) pela execução do que foi planejado.
	WHERE	Informação sobre onde cada um dos procedimentos será executado.
	WHEN	A definição do cronograma sobre quando ocorrerão os procedimentos.
2H	HOW	Explicação sobre como serão executados os procedimentos para atingir os objetivos pré-estabelecidos.
	HOW MUCH	Limitação de quanto custará cada procedimento e o custo total do que será feito.

Fonte: Holanda *et al.* (2017)

De acordo com a sequência lógica do Ciclo PDCA e 5W2H, fundamentam-se sugestões de melhoria contínua em todo o ambiente da empresa, objeto desse estudo de caso, enfatizando, sempre, a complexidade e urgência nos tratamentos dos resíduos eletroeletrônicos, por seu potencial risco de impactos ambientais e estabelecendo-se ordens de prioridade para cada processo operacional.

6. GESTÃO DA SEGURANÇA DO TRABALHO NO TRATAMENTO E NA DESTINAÇÃO DE REEE

6.1 RISCOS FÍSICOS E QUÍMICOS

A NBR 16.156/2013 preconiza que as atividades relacionadas com a logística reversa de materiais eletroeletrônicos atendam às exigências relacionadas à saúde e segurança do trabalhador. É imprescindível que todos os colaboradores de empresas desse segmento econômico usufruam de condições seguras de trabalho, uma vez que os REEEs são portadores de metais pesados e componentes altamente tóxicos, se expostos por rompimentos de seus invólucros ou abrasão acidental. Além de elementos químicos perigosos, ocorre a possibilidade de contágios por microrganismos patogênicos, tais como bactérias e vírus. Os eletroeletrônicos são massivamente manuseados, essas condições são favoráveis à disseminação de patógenos.

Segundo Longhin e Santos (2015, *apud* FERREIRA; WERMELINGER, 2013):

a exposição a elevados níveis de metais como chumbo (Pb), mercúrio (Hg), cádmio (Cd), cobre (Cu), zinco (Zn), alumínio (Al) e arsênio (As) podem causar sérios danos à saúde, tais como o desenvolvimento das doenças: mal de Alzheimer e câncer, além de problemas renais, respiratórios e hepáticos.

O foco das preocupações com a higiene e saúde ocupacionais advém de duas fontes: metais tóxicos presentes em muitos dos componentes dos resíduos eletroeletrônicos, e compostos orgânicos, particularmente os retardantes de chama bromados. A não indicação da ausência ou presença de retardantes de chama bromados coloca grandes desafios para a separação e a reciclagem de plásticos de EEE.

Encontram-se no manuseio correto da fração plástica: pigmentos (óxidos de titânio – IV, zinco, cromo – VI, ferro – III, cádmio etc.), plastificantes (compostos de bário, cádmio, chumbo, estanho, zinco, bifenilas policloradas etc.), poliuretanas e retardantes de chama sem bromo (como os à base de antimônio). A correta escolha de equipamentos de proteção

individual (EPIs) e o treinamento da mão-de-obra dependem da tipologia do resíduo que irão lidar (sugere-se modular os setores de desmonte de acordo com a composição química do REEE).

Os casos de danos à saúde decorrentes do manuseio inadequado de EEE são bem documentados nos países asiáticos, particularmente na China, onde se concentra grande parte da indústria informal de reciclagem de EEE. Estudos de caso na Espanha, com a ajuda de ferramentas estatísticas, confirmam a maior chance de câncer e outras doenças nas vizinhanças de unidades de reciclagem, reprocessamento e incineradores. Os órgãos alvo principais são: estômago, fígado, pulmão, rim e ovário (AFONSO, 2018).

6.1.1 Um exemplo de REEE com elevada taxa de contaminação ambiental: o CRT

Um dos componentes eletrônicos denominados CRT foi destacado dentre os demais pelo elevado número de componentes em sua constituição, como pode-se observar:

- Os tubos de raios catódicos (CRT) exigem um grande cuidado com o controle de saúde ocupacional e o meio ambiente;
- São compostos por uma tela (ou vidro) frontal e do chamado vidro plumbífero;
- A face interna da tela frontal contém o chamado “pó de fósforo”, mistura complexa de substâncias que podem conter zinco, cádmio, vanádio, cobalto, ferro, cromo, bário, estrôncio, silício e elementos da série lantanídea. Estes são: Lantânio (La), Cério (Ce), Praseodímio (Pr), Neodímio (Nd), Promécio (Pm), Samário (Sm), Európio (Eu), Gadolínio (Gd), Térbio (Te), Disprósio (Dy), Hólmio (Ho), Érbio (Er), Túlio (Tu), Itérbio (Yt) e Lutécio (Lu). Todos esses são do 6º Período da Tabela Periódica da família IIIB.
- Esses componentes dos tubos de CRT são altamente tóxicos. Na aspiração para retirada desse material, o controle do ar circundante é crucial para assegurar um bom ambiente de trabalho. O mesmo processo se aplica quando o pó é retirado do saco do aspirador, para evitar a sua ressuspensão (AFONSO, 2018).

6.2 RISCOS BIOLÓGICOS

As pesquisas na área de microrganismos mostram que ocorre persistência de patógenos em superfícies metálicas por períodos significativos. Segundo Kampf (2020), referindo-se ao

vírus Sars-CoV-2, que desenvolve a Covid-19, os materiais com superfícies metálicas permitem a persistência deste vírus por até 28 dias. Essa possibilidade exige do setor manufatureiro de REEE um cuidado significativo com a segurança biológica dos colaboradores.

6.3 RISCOS ERGONÔMICOS

NR 17 – Ergonomia – Este documento é relativo ao controle de toda e qualquer atividade laboral que implica em medição do esforço físico, mental com implicações emocionais; serve de instrumento de prevenção de acidentes e lesões reversíveis e irreversíveis (BRASIL, 1978). Um empreendimento em condições normais de atividade transforma insumos ou matéria-prima em bens e/ou serviços.

No processo de produção, quando não é possível a aplicação exclusiva de sistema automático, torna-se necessária a interação humana. Disso decorre a preocupação e o cuidado com a estrutura física de todos os colaboradores na linha de produção. Surge, então, as orientações ergonômicas através da Norma Regulamentadora nº 17 (BRASIL, 1978). Esse dispositivo normativo do trabalho apresenta todas as condições laborais das quais o trabalhador faz jus. Dessa forma, as tarefas atribuídas são realizadas de forma eficiente e sem riscos acidentais.

A ergonomia foi desenvolvida para dimensionar o esforço de trabalho e a estrutura mecânica do colaborador. Na década de 1940, precisamente em 12 de julho de 1949, na Inglaterra, ocorreu a primeira reunião entre cientistas para discutir e formalizar essa nova disciplina. Em 16 de fevereiro de 1950, adotou-se oficialmente o termo ergonomia, derivado das palavras gregas *ergon*, que significa trabalho, e *nomos*, com o significado de regras, normas ou leis. Enfim, o termo ergonomia está relacionado com as regras do trabalho (PEINADO e GREML, 2015, p. 63).

Aplicando isso no empreendimento objeto deste estudo de caso, após observada a rotina operacional no setor de maior produção, a postura dos colaboradores, durante a jornada, é na posição em pé. O mesmo autor, acima citado, ainda relata que o trabalho estático na posição de pé é altamente fatigante, por exigir muito esforço dos músculos. Se o trabalho em pé for mais dinâmico, essa fadiga será menor em função do efeito de bombeamento sanguíneo, provocado pelos próprios movimentos. O trabalho na posição de pé deve ser evitado, sempre que possível, ou ser alternado com trabalho na posição sentado.

Como exemplo, pode-se citar a utilização de bancos com altura apropriada que permitam a um caixa de supermercado trabalhar ora em pé, ora sentado, dependendo da necessidade de alívio da fadiga. Além do esforço muscular, é preciso levar em consideração que a pressão hidrostática nas veias dos pés aumenta em cerca de 80 mm de Hg (mercúrio), quando a pessoa está em pé, prejudicando o retorno do fluxo sanguíneo. Isso pode provocar o aparecimento de varizes, que são veias dilatadas pelo excesso da pressão sanguínea (PEINADO e GREML, 2015, p. 172).

6.4 APLICAÇÕES E POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELOS REEES

Quadro 02 – Compostos Químicos Presentes nos Resíduos Eletroeletrônicos

Elementos/compostos químicos presentes em REEE e seus potenciais efeitos na saúde humana e no meio ambiente sob níveis elevados de concentrações e/ou exposição prolongada.		
Metal	Aplicações – Potenciais Danos à Saúde e Impactos Ambientais	
Cobre (Cu)	Principais aplicações	Cabos, fios e conectores
	Danos potenciais à saúde	A exposição prolongada a concentrações elevadas do metal em alimentos ou água pode causar dano ao fígado de crianças. Sais de cobre podem causar vômito, letargia, anemia hemolítica aguda, dano renal e hepático e, em alguns casos, morte.
	Comportamento no meio ambiente	O cobre elementar não se degrada no ambiente. No ar, o cobre geralmente é encontrado na forma de óxidos, sulfatos e carbonatos. As partículas, dependendo do tamanho, sofrem deposição seca ou são arrastadas pela água da chuva.
Estanho (Sn)	Principais aplicações	Soldas
	Danos potenciais à saúde	Grandes quantidades de compostos inorgânicos de estanhos podem causar dor de estômago, anemia e problemas ao fígado e aos rins. O principal efeito adverso de níveis excessivos em bebidas enlatadas (acima de 150 mg/kg) e alimentos enlatados (acima de 250 mg/kg) é irritação gástrica aguda.
	Comportamento no meio ambiente	O estanho não é um elemento volátil à temperatura ambiente, porém, dependendo da fonte de emissão, do tamanho e da densidade de suas partículas, pode ser carregado no ar pela ação dos ventos. Ainda no ar,

		o estanho pode estar na forma de gás ou aderido a partículas; dessa maneira pode ser transportado pelo vento ou depositado pela chuva. Os organoestânicos podem permanecer por dias ou semanas na água e por anos no solo.
Antimônio (Sb)	Principais aplicações	Retardantes de chamas, Monitores CRT
	Danos potenciais à saúde	A exposição aguda pode causar danos dermatológicos e oftalmológicos. Exposição a longo prazo pode causar danos crônicos ao sistema respiratório. A ingestão de sais de antimônio pode causar vômitos, diarreia, dores abdominais e toxicidade cardíaca. Os compostos desse metal, como o trióxido de antimônio, estão relacionados a possíveis efeitos cancerígenos.
	Comportamento no meio ambiente	O antimônio é encontrado em baixas concentrações no ambiente e a sua emissão ocorre, principalmente, por atividade antropogênica. Liberado no meio ambiente por incineração de resíduos, liga-se a pequenas partículas no ar ou a partículas ferrosas do solo. A principal fonte de exposição a este metal é a poeira urbana.
Metal	Aplicações – Potenciais Danos à Saúde e Impactos ambientais	
Cobalto (Co) (Subprodutos: Ni e Cu)	Principais aplicações	Baterias recarregáveis, cerâmicos e vidros
	Danos potenciais à saúde	Exposição aguda a este metal pode causar problemas respiratórios, edemas e hemorragias nos pulmões. Tem características de possíveis efeitos cancerígenos ao ser humano.
	Comportamento no meio ambiente	A principal utilização é na produção de ligas metálicas. Vários sais de cobalto, como acetato de cobalto II ou III, naftenato e octanato, são usados como pigmentos na indústria de vidro e de cerâmica. É exposto ao ser humano através da alimentação pelo processo de bioacumulação.
Manganês (Mn)	Principais aplicações	Pilhas e baterias
	Danos potenciais à saúde	A exposição diária a este metal pode causar tosse, náuseas, dores de cabeça, fadiga, perda do apetite, insônia e inflamações pulmonar, podendo chegar a causar pneumonia química. Altas concentrações podem causar danos neurológicos, efeitos

		neuropsiquiátricos, até evolução para uma doença denominada manganismo.
	Comportamento no meio ambiente	No meio ambiente tem maior exposição em organismos como algas, moluscos e alguns peixes pela biomagnificação.
Níquel (Ni)	Principais aplicações	Presente em pilhas e baterias
	Danos potenciais à saúde	A exposição dérmica pode causar dermatite de contato. A principal via de exposição ocupacional é a respiratória, inalado, principalmente, na forma de poeiras de compostos insolúveis, de aerossóis formados a partir das soluções dos compostos solúveis e de vapores de carbonila de níquel. Os compostos apresentam propriedades cancerígenas.
	Comportamento no meio ambiente	O níquel emitido no ambiente por fontes naturais ou antropogênicas circula por todos os compartimentos ambientais por meio de processos químicos e físicos.
Bário (Ba)	Principais aplicações	Monitores, cerâmicos
	Danos potenciais à saúde	Em baixa concentração pode provocar vômitos, cólicas estomacais, diarreia, complicações respiratórias, alterações da pressão sanguínea. Altas taxas podem causar alterações do ritmo cardíaco, paralisia e, caso não seja tratado, em tempo hábil, podem levar ao óbito.
	Comportamento no meio ambiente	Pode contaminar plantas que acumulam pequenas taxas do metal e seus compostos. A exceção é a castanha do Brasil, que pode acumular altas concentrações.
Chumbo (Pb)	Principais aplicações	Soldas, PCI
	Danos potenciais à saúde	O chumbo pode afetar quase todos os órgãos, sendo o sistema nervoso central mais sensível, tanto em crianças quanto em adultos. Evidências sugerem que crianças são mais suscetíveis aos efeitos do chumbo do que os adultos.
	Comportamento no meio ambiente	A contaminação da água ocorre, principalmente, por efluentes industriais, sobretudo de siderúrgicas. O Pb pode estar presente na água de torneira como resultado de sua dissolução a partir de fontes naturais, principalmente por tubulações, soldas, acessórios e conexões contendo chumbo.
Metal	Aplicações – Potenciais Danos à Saúde e Impactos ambientais	

Cádmio (Cd)	Principais aplicações	Recobrimento de ferrosos e não-ferrosos, baterias recarregáveis, estabilizadores de produtos de PVC e soldas.
	Danos potenciais à saúde	Pode causar danos gastrointestinais. Há relatos de contaminações relacionando à exposição ao Cd, como o surgimento da doença itai-itai, que causa muitas dores nos ossos, múltiplas fraturas, além de outras patogenicidades ósseas e complicações renais. É considerado altamente cancerígeno ao ser humano.
	Comportamento no meio ambiente	Ocorre no ambiente na forma particulada suspensa, pode ser volátil e ser transformado em vapor em temperaturas extremamente altas; em processos de incineração é liberado na forma de sal: cloreto de cádmio, que tem maior mobilidade na água.
Arsênio (As)	Principais aplicações	Semicondutores, incluindo diodos de emissão de luz, <i>lasers</i> , circuitos integrados e células solares.
	Danos potenciais à saúde	Estudos relatam lesões dérmicas, como hiper e hipopigmentação, neuropatia periférica, câncer de pele, bexiga e pulmão, e doença vascular periférica em populações que consumiram água contaminada com arsênio por longos anos. A exposição crônica ao arsênio por ingestão está relacionada com aumento do risco para câncer de pele, pulmão, bexiga e rins, bem como outras alterações dérmicas. Substância altamente cancerígena.
	Comportamento no meio ambiente	Pode ser encontrado na forma gasosa, é insolúvel em água, mas muitos compostos de arsênio são solúveis e podem contaminar a água subterrânea. Pode ser liberado da fase sólida sob condições redutoras, resultando em formas de arsênio com mobilidade, as quais podem lixiviar para a água subterrânea ou escoar para águas superficiais.

Fonte: LONGHIN; SANTOS (2015 *apud* UNEP, 2009; CETESB, 2012; CETESB, 2003; IARC; 1991)

No universo dos equipamentos eletroeletrônicos, uma parte considerável se constitui de pilhas e baterias, nas estruturas funcionais, que também são causas de potenciais danos ambientais, após o período de vida útil. De acordo com Longhl (2015, p. 2998), a Resolução CONAMA 401/08, em seu artigo 1º, estabelece os limites máximos de chumbo (Pb), cádmio (Cd) e mercúrio (Hg), bem como os critérios e padrões para o gerenciamento ambientalmente

adequado das pilhas e baterias portáteis, das baterias chumbo-ácido, automotivas e industriais e das pilhas e baterias dos sistemas eletroquímicos níquel-cádmio e óxido de mercúrio.

7 NORMAS REGULAMENTADORAS – CONTROLES DE RISCOS FÍSICOS, QUÍMICOS, BIOLÓGICOS, DE ACIDENTES E ERGONÔMICOS

Para a adequação da rotina operacional diária às condições exigidas pelo Ministério do Trabalho ou Segurança do Trabalho, foram elencadas as Normas Regulamentadoras – NRs, em vigor, para servir de embasamento normativo. Para cada tipo de risco ou procedimento, pode-se associar à NR correspondente, de acordo com a disposição abaixo, pertinentes aos ambientes da empresa de REEE:

Quadro 03 – Normas Regulamentadoras Brasileiras

NR 01 – Disposições Gerais
NR 05 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
NR 06 – Equipamentos de Proteção Individual – EPI
NR 07 – Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional
NR 08 – Edificações
NR 09 – Programas de Prevenção de Riscos Ambientais
NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
NR 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais
NR 12 – Máquinas e Equipamentos
NR 15 – Atividades e Operações Insalubres
NR 16 – Atividades e Operações Perigosas
NR 17 – Ergonomia
NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
NR 23 – Proteção Contra Incêndios
NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho
NR 25 – Resíduos Industriais
NR 26 – Sinalização de Segurança

Fonte: Guia Trabalhista

O quadro 03, acima apresentado, servirá de base para consultas na gestão de saúde e segurança do trabalho na empresa de referência para o estudo de caso. As NRs apresentadas contemplam as exigências mínimas necessárias a todo o ambiente operacional.

7.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PDCA E 5W2H NA GESTÃO DA SEGURANÇA DO TRABALHO (NRS)

A gestão de segurança do trabalho no ambiente do empreendimento será implantada através das ferramentas PDCA e 5W2H, conforme os quadros demonstrativos de ações sequenciadas.

Quadro 04 – Controle de Riscos Através de Ferramentas da Qualidade (PDCA e 5W2H)

P (Plan) – Planejar	
What? (O que fazer?)	Especificar as NRs relacionadas. Elaborar análise preliminar de riscos. Elaborar mapa de riscos. Estabelecer processos de segurança e saúde do trabalho. Treinar em segurança do trabalho. Habilitar colaboradores. Realizar DDS, diálogo diário de segurança. Usar de itens de segurança.
Why? (Por quê?)	Manter a segurança operacional.
Who? (Quem?)	Diretoria e gerência.
When? (Quando?)	De acordo com o cronograma de planejamento.
Where? (Onde?)	Em todos os ambientes operacionais (salas de reunião).
How? (Como?)	Através de política de segurança do trabalho e aplicação das legislações pertinentes.
How much? (Quanto custa?)	Sem custo adicional para a empresa
D (Do) – Executar	
What? (O que fazer?)	Atender às exigências do planejamento de segurança operacional. Usar de EPIs e EPCs em todas as atividades.
Why? (Por quê?)	Manter condição segura de trabalho.
Who? (Quem?)	Todos os colaboradores.
When? (Quando?)	Diariamente, Semanalmente e ou quando necessário às diversas atividades.
Where? (Onde?)	Nos diversos pontos laborais.
How? (Como?)	Atender às exigências de segurança do trabalho.
How much? (Quanto custa?)	EPIs, EPCs, materiais de sinalizações, adequações do ambiente de trabalho.
C (Check) – Checar	
What? (O que fazer?)	Supervisionar e checar todos os itens de segurança individual e coletivo. Eliminar todas as inconformidades de segurança do trabalho no início e durante cada jornada de trabalho.
Why? (Por quê?)	Praticar a conformidade com o planejamento do trabalho.
Who? (Quem?)	Gestão, supervisão, coordenadores e líderes de equipes.

When? (Quando?)	Conforme cronograma de planejamento.
Where? (Onde?)	No ambiente operacional.
How? (Como?)	Através de <i>checklist</i> do planejamento.
How much? (Quanto custa?)	Sem custo adicional.
A (Action) – Agir	
What? (O que fazer?)	Avaliar o planejado e o realizado (ver conformidade e não conformidade).
Why? (Por quê?)	Garantir a manutenção da segurança operacional, melhoria contínua e corrigir possíveis desvios acidentais.
Who? (Quem?)	Gestão, supervisão.
When? (Quando?)	No final de cada ciclo operacional, e diariamente (se necessário).
Where? (Onde?)	Reunião da gestão e supervisão da empresa.
How? (Como?)	Através do cronograma do planejamento.
How much? (Quanto custa?)	Gestão/Supervisão/hora e recursos locais (ambiente interno). Uso de recursos para mobilidade e outros pertinentes (ambiente externo).

Fonte: Próprio autor

8 GESTÃO DO PLANEJAMENTO NORMATIVO PNRS – REEE (FERRAMENTA PDCA E 5W2H)

Quadro 05 – Aplicação das Ferramentas PDCA e 5W2H na PNRS

Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS	
P (Plan) – Planejar	
What? (O que fazer?)	Planejar e gerar estruturas para atender às exigências da PNRS. Praticar a Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos conforme a Legislação vigente. Treinar colaboradores de toda a empresa.
Why? (Por quê?)	Atender às diretrizes legais e a segurança ambiental.
Who? (Quem?)	Diretoria e gerência.
When? (Quando?)	De acordo com cronograma estabelecido em reunião prévia.
Where? (Onde?)	Sala de reunião.
How? (Como?)	Através das orientações da Política Nacional de Resíduos Sólidos, de legislação ambiental, normas regulamentadoras, resoluções Conama, legislação estadual e legislação municipal.
How much? (Quanto custa?)	Não haverá custo adicional.
D (Do) – Executar	

What? (O que fazer?)	Atender às exigências da Legislação do PNRS. Realizar a logística reversa. Praticar a economia circular. Mitigar impacto no meio ambiente.
Why? (Por quê?)	Estabelecer a conformidade com a legislação em vigor.
Who? (Quem?)	A empresa.
When? (Quando?)	Em todas as atividades laborais e corporativas.
Where? (Onde?)	Nos ambientes da empresa e onde a empresa se faz representada.
How? (Como?)	Através de procedimentos normativos e procedimentos previamente escritos e estabelecidos.
How much? (Quanto custa?)	Não haverá custo adicional.
C (Check) – Checar	
What? (O que fazer?)	Supervisionar e auditar os procedimentos internos para avaliação de conformidade com a PNRS. Confirmar o cumprimento dos preceitos da lei que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos e demais dispositivos legais (12.305/2010).
Why? (Por quê?)	Para operar em conformidade com o planejamento proposto para atender a PNRS no âmbito de todo o empreendimento.
Who? (Quem?)	Gestão, supervisão.
When? (Quando?)	Conforme cronograma de planejamento e atendimento dos preceitos legais.
Where? (Onde?)	No ambiente operacional.
How? (Como?)	Através de <i>checklist</i> do planejamento e atualização legislativa.
How much? (Quanto custa?)	Não haverá custo adicional.
A (Action) – Agir	
What? (O que fazer?)	Avaliar o planejado e o realizado (ver conformidade e não conformidade) na PNRS.
Why? (Por quê?)	Garantir a manutenção para o atendimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos e estabelecer a melhoria contínua.
Who? (Quem?)	Gestão, supervisão.
When? (Quando?)	Durante a vigência legal.
Where? (Onde?)	Reunião da gestão e supervisão da empresa.
How? (Como?)	Através do cronograma do planejamento.
How much? (Quanto custa?)	Não haverá custo adicional.

Fonte: Próprio autor

9 GESTÃO DO PLANEJAMENTO DO ESPAÇO FÍSICO, INSUMOS E DE PRODUTOS DA EMPRESA DE REEE

9.1 APLICAÇÃO DO PDCA NO ESPAÇO FÍSICO DA EMPRESA DE REEE

Quadro 06 – As Ferramentas PDCA e 5W2H Aplicadas no *Layout*

P (Plan) – Planejar	
What? (O que fazer?)	Habilitar para o funcionamento expedido pelos órgãos de controle desta atividade. Operacionalizar com todas as estruturas necessárias para o funcionamento normal do empreendimento. Implantar o fluxograma operacional. Utilizar a ferramenta 5S no pátio, depósitos (segregados) e depósitos de sucatas. Otimizar um <i>layout</i> adequado, minimizando a circulação de pessoas e materiais desnecessários. Atender às exigências do Ministério do Trabalho quanto ao conforto dos colaboradores quanto à saúde ocupacional. Priorizar uma iluminação eficiente que atenda a todos os setores de trabalho. Disponibilizar espaços para higiene pessoal dos colaboradores. Disponibilizar ambiente para refeições. Disponibilizar roteiros de deslocamento, em mural, para casos de acidentes, com unidades de saúde previamente catalogadas e seus respectivos endereços e serviços atualizados. Adequar o piso/solo para uso de máquinas de transportes. Sinalizar os equipamentos e dispositivos de energia elétrica, bem como indicativos de nível de tensão em tomadas utilizadas na rotina diária. Instalar equipamento de proteção contra choques elétricos, no circuito principal de energia elétrica (disjuntor diferencial residual). Manter o aporte hídrico em todo o estabelecimento para os diversos fins. Extinguir toda e qualquer fonte de contaminação e contágio no ambiente operacional.
Why? (Por quê?)	Otimização de todo o espaço físico.
Who? (Quem?)	Diretoria e gestão.
When? (Quando?)	Gradativamente ou antes do funcionamento do empreendimento.
Where? (Onde?)	No ambiente operacional.
How? (Como?)	Com serviços de consultorias e recursos internos e ou externos previamente planejados para esse fim.
How much? (Quanto custa?)	A depender do orçamento para cada setor.
D (Do) – Executar	

What? (O que fazer?)	Operacionalizar conforme o planejamento do espaço físico. Seguir os processos de operação otimizando o local. Conhecer todo o processo operativo e função de cada espaço. Utilizar sinalização de controle de espaço. Não subutilizar os espaços, ou mesmo super utilizar.
Why? (Por quê?)	Manter um ambiente operacional seguro e confortável.
Who? (Quem?)	Direção, gestão e colaboradores.
When? (Quando?)	Na rotina diária.
Where? (Onde?)	No espaço do empreendimento.
How? (Como?)	Através da definição prévia de cada local em reunião ou designação da gestão.
How much? (Quanto custa?)	A depender da estrutura de cada ambiente.
C (Check) – Checar	
What? (O que fazer?)	Gestão de controle.
Why? (Por quê?)	Manter a ordem de operação.
Who? (Quem?)	Direção e gestão.
When? (Quando?)	Diariamente.
Where? (Onde?)	No âmbito interno.
How? (Como?)	Inspeção diária do local.
How much? (Quanto custa?)	Não haverá custo para o empreendimento.
A (Action) – Agir	
What? (O que fazer?)	Corrigir inconformidades. Otimizar sempre o espaço físico com melhoria contínua.
Why? (Por quê?)	Redução de custos e evitar desperdícios de tempo e materiais.
Who? (Quem?)	Direção.
When? (Quando?)	No eventos de inspeção e ou ocorrências de não conformidades.
Where? (Onde?)	No espaço físico da empresa.
How? (Como?)	Por meio de inspeção.
How much? (Quanto custa?)	Não haverá custos adicionais.

Fonte: Próprio autor

9.2 LAYOUT 5S

O *layout* da empresa A/B Recife, ou similar, deve contemplar as exigências mínimas preestabelecidas pelo MCTIC, conforme documento acima citado. A área total deve acondicionar e ter espaços que permitam a execução das tarefas com segurança e eficiência. A movimentação de materiais e pessoas de forma desordenada implica em custos e desperdícios.

Isso inviabiliza o empreendimento ou pode levar à falência por incrementos de custos desnecessários e permanentes.

O fato de identificar, descrever e comparar modelos de *layout* (arranjo físico) do sistema produtivo de usinas de reciclagem permite melhores perspectivas na concepção desses empreendimentos. Daí a importância de estabelecer um planejamento físico eficiente para o devido tratamento de resíduos. Além do fornecimento suficiente da capacidade de produção, da redução do custo e do manuseio dos materiais, a garantia de espaço para as máquinas, a elevada utilização de recursos e mão-de-obra e a redução de investimento são os principais objetivos desse tipo de planejamento (SANTANA; SILVA, 2010, p. 79). Os arranjos físicos ou *layouts* são modelos de disposição dos espaços físicos para sistemas de produção.

Segundo Santana e Silva, tem-se os seguintes sistemas de *layout*:

- O *layout* ou arranjo físico funcional, que agrupa, em uma mesma área, todos os processos e equipamentos do mesmo tipo e função. Por isso, é conhecido, também, como arranjo funcional. Esse arranjo também pode agrupar, em uma mesma área, operações ou montagens semelhantes. Os materiais e produtos se deslocam procurando os diferentes processos de cada área necessária. É um arranjo facilmente encontrado em prestadores de serviço e organizações do tipo comercial (*apud* Peinado e Graeml, 2007, p. 212);
- O *layout* ou arranjo físico celular, que procura unir as vantagens do arranjo físico por processo, com as vantagens do arranjo físico por produto. A célula de manufatura consiste em arranjar em um só local, conhecido como célula, máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro. O material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários, porém o deslocamento ocorre em linha (*apud* Peinado e Graeml, 2007, p. 225);
- O *layout* arranjo físico posicional, cujo produto fica fixo (por exemplo, na construção de navios, aeronaves, edifícios) enquanto os trabalhadores, as máquinas, os equipamentos e as matérias-primas se movimentam. Nesse caso, a movimentação deve ser a mínima possível. Tudo deve estar próximo ao produto (*apud* Norões *et al.*, 2008, p. 3).

Na realidade física da empresa de tratamento e destinação de REEE A/B, o modelo mais compatível é o funcional; uma vez que o sistema produtivo é diversificado e em locais distintos. Esse modelo torna-se viável a partir das adequações do espaço físico e às demandas operacionais. Segue-se um quadro demonstrativo com os itens básicos para a construção de um *layout*:

Quadro 07 – Itens Básicos para um *Layout*

ITENS	
1	Espaço físico interno para a locação de equipamentos;
2	Área para recepção e expedição;
3	Área para estocagem de materiais beneficiados;
4	Espaço para movimentação de materiais e pessoas;
5	Ventilação apropriada;
6	Rede elétrica dimensionada para suprir o consumo dos equipamentos;
7	Equipamentos de combate a incêndio, hidrantes e extintores;
8	Iluminação apropriada, preferencialmente natural;
9	Condições físicas e estruturais do local de implantação;
10	Fácil localização, o mais próximo possível dos compradores (menor custo com transporte);
11	Área reservada para a administração/escritório.

Fonte: Santana e Silva (2010, *apud* Savi, 2005, p. 48)

9.3 FLUXOGRAMA

Além das ferramentas PDCA e 5W2H para a movimentação de materiais, pessoas e máquinas, é imprescindível o uso do fluxograma de processos operacionais; com a finalidade de controlar as inúmeras etapas de produção. No caso específico deste estudo de caso, que se refere a tratamento e destinação de REEE, o fluxo de materiais é de extrema importância, pois é a partir daí que se inicia a destinação ambientalmente correta, na condição de tratamento real.

Assim, o fluxo de REEE ocorre após a vida útil e/ou a obsolescência programada ou induzida. A elaboração de um fluxograma está diretamente condicionada aos princípios estabelecidos na origem da organização. Segundo Batter (2003), uma empresa, para se inserir no ramo de gestão ambiental, precisa estabelecer 16 princípios fundamentais, que são:

Quadro 08 – Princípios Fundamentais de Gestão Ambiental

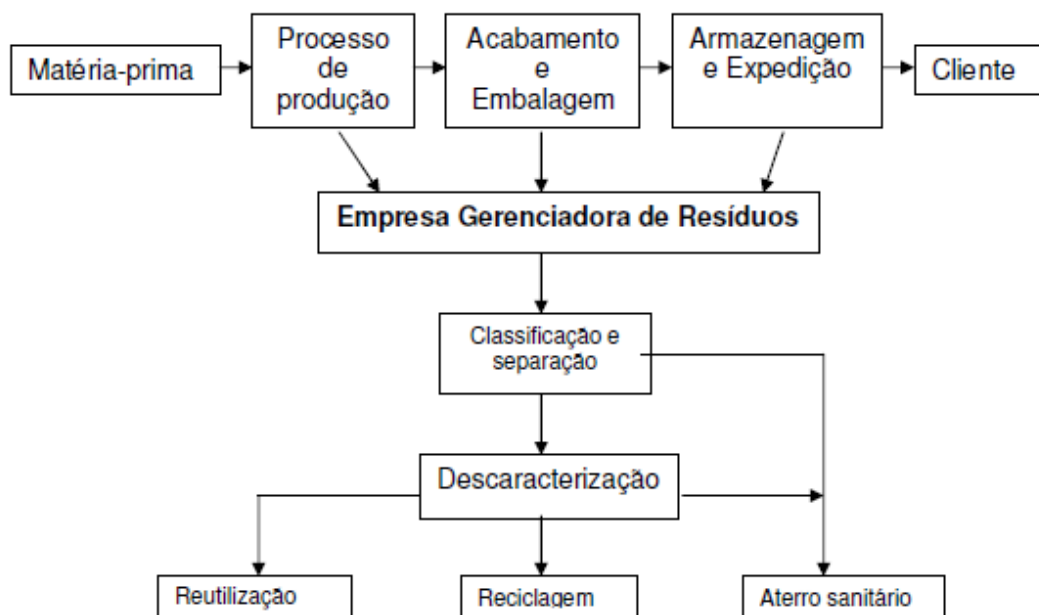
1	Prioridade organizacional;
2	Gestão integrada dos processos;
3	Processos de melhorias;
4	Educação ambiental;
5	Prioridade de enfoque;
6	Produtos e serviços;
7	Orientação ao consumidor;
8	Equipamentos e operacionalização;
9	Pesquisa e desenvolvimento;

10	Enfoque preventivo;
11	Relação com fornecedores e contratados;
12	Planos de emergência;
13	Transferência de tecnologia;
14	Contribuição do esforço comum;
15	Transparência de Atitude;
16	Atendimento e divulgação.

Fonte: Butter (2003, *apud* Donaire, 1999, p. 60)

Um modelo típico de um sistema de logística reversa para resíduos eletroeletrônicos pode ser implantado de acordo com o exposto abaixo:

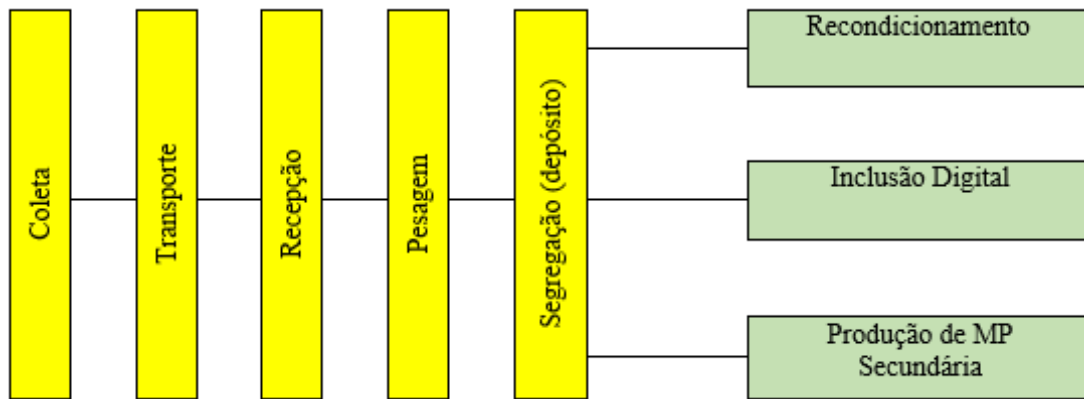
Figura 02 – Fluxograma de Processos



Fonte: Butter (2003, *apud* NOVAS, 2000)

Dessa forma, completa-se o ciclo da economia circular com o descarte, o tratamento e a destinação correta dos REEEs. Pode-se excluir desse modelo o fluxo para os aterros sanitários, fechando o ciclo da logística reversa, que é fundamental para os tipos mencionados. Em um fluxograma análogo, mas no âmbito da empresa de REEE A/B – Recife, apresenta-se de forma real os seguintes caminhos operacionais do tratamento e da destinação dos REEEs coletados:

Figura 03 – Fluxograma de Rotina Operacional de REEE



Fonte: Próprio autor

9.4 ESTRUTURA DA RECEPÇÃO DOS REEES

A estrutura física da recepção da empresa A/B Recife possui um espaço de entrada de veículo de passeio e auto carga, com acesso em declividade acentuada. Nesse ambiente, também, se recebe produtos descartados dos ecopontos distribuídos na Região Metropolitana, recolhidos através de veículos utilitários.

Esse local concorre com depósitos temporários de resíduos segregados, a céu aberto, que aguardam destinação pré-determinada. A etapa que sucede a recepção é a pesagem. O mesmo local dispõe de uma balança eletrônica de grande porte, em que se faz a pesagem dos REEES de entrada. Os resíduos recebem identificação e, ao mesmo tempo, são criteriosamente analisados e segregados, para posterior encaminhamento interno.

9.5 ESTRUTURA DE SEGREGAÇÃO DOS REEES E A INCLUSÃO DIGITAL

A segregação origina três etapas distintas de direcionamentos dos resíduos: o recondicionamento; a inclusão digital (ambiente educacional) e as sucatas (transformação de REEE em matéria-prima secundária). Para o recondicionamento, dispõe-se de critérios estabelecidos com vários parâmetros, no sentido de aproveitar ao máximo os resíduos, evitando o desperdício e alimentando a economia circular.

Os elementos segregados são dispostos em depósito onde aguardam o encaminhamento para o laboratório para análise de funcionalidade. Após o recondicionamento, o equipamento é testado e recebe a configuração exigida pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações –

MCTI, como condição básica para atender à Política de Inclusão Digital, no uso dos principais *softwares* de mercado.

Os equipamentos que seguem direto para inclusão digital antes do acondicionamento servem como meios didáticos na administração de cursos técnicos profissionalizantes. Esses são, por exemplo, celulares doados por órgãos públicos, resultados de apreensões. Os REEEs que não possuem condições de acondicionamentos são encaminhados para a sucata, onde são completamente descaracterizados e transformados em matéria-prima secundária que volta para o setor industrial.

O Diário Oficial da União publicado em 15 de junho de 2020, edição 122, seção 3, página 7, publicou o Edital 133, de 8 de junho de 2020, relativo ao Órgão: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, que contém o chamamento público. Com relação à utilização de computadores acondicionados, há uma exigência de configuração mínima, que consta nessa publicação, como pode-se constatar no quadro abaixo:

Quadro 09 – Configuração Mínima dos Equipamentos Acondicionados

ITEM	CONFIGURAÇÃO
CPU (Computador ou Notebook)	2ª geração, multicore, 2.5 GHZ
RAM-Random Access Memory (Computador ou Notebook)	4 GB DDR3 1066 MHZ
Placa Mãe (Computador ou Notebook)	Padrão ATX compatíveis com soquetes (slots) de processadores e memórias citadas acima
Armazenamento (Computador ou Notebook)	HD SATA 2,500 GB, 7200 RPM
Fonte de Alimentação (Computador)	250w real
Gabinete (Computador)	Modelo ATX case, mini ou mid tower
Drive (Computador ou Notebook)	CD/DVD 16x 2400 KB/s
Computador ou Notebook	Sistema operacional Linux
Monitor (Computador)	Padrão LCD ou LED, entradas DVI, VGA e/ou HDMI, 17 polegadas (relevante)
Mouse e Teclado	Entrada tipo USB / Teclado padrão ABNT

Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI (BRASIL, 2020)

Através de uma cronoanálise de procedimento corrigido, tornou-se possível atingir a meta estipulada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações de 1.500 equipamentos acondicionados por ano. De acordo com o Chamamento 133, publicado no Diário Oficial da União em 09 de junho de 2020, exigem-se as seguintes metas: 1- Formação: 1.000 alunos; 2-

Recondicionamento: Meta fixa: 1.500 computadores recondicionados; Meta variável*: acréscimo de três computadores recondicionados para cada tonelada de CPU e Monitores doados (BRASIL, 2020).

9.6 SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE REEES SEGREGADOS

Dentre os materiais segregados, pode-se enumerar os equipamentos para recondicionamentos, os equipamentos para fins profissionalizantes e os derivados resultados da transformação. Os equipamentos objetos de cursos profissionalizantes também são alvos da logística reversa após a utilização; mas os resultados das sucatas têm uma implicação ambiental muito importante, em que se exige a logística reversa para todos esses resíduos de elevado impacto ambiental.

Consta, em um dos objetivos deste trabalho, a implantação de uma ferramenta da gestão da qualidade, denominada de PDCA, que, em seu ciclo, contempla no planejamento a devida identificação. Para a implantação de uma ferramenta da gestão da qualidade, faz-se necessário um replanejamento de todo o processo, devido a entraves que inviabilizam a produtividade. Após a implantação dessas ferramentas, a empresa A/B Recife terá um direcionamento produtivo a partir da escolha dos materiais segregados por ordem de valor agregado e grau de impacto ambiental, em que os equipamentos de REEE são classificados e dispostos para os setores de recondicionamento, profissionalização e transformação industrial.

A única identificação ocorre no momento da pesagem, mas inclui todo o montante que é disposto na balança. Essa identificação só tem efeito para registrar a origem dos resíduos doados. O documento é denominado de “Manifesto de Recebimento”, que identifica a origem, e que pode ser:

- Pessoa física (B2C – Business to Consumer – entre uma empresa e um cliente final);
- Pessoa jurídica – empresa (B2B – Business to Business – entre empresas);
- Órgãos públicos (B2G – Business to Government – entre empresa e governo).

Dessa forma, os resíduos são recebidos e dispostos em depósitos específicos. Com a implantação do PDCA, o processo de recepção e segregação terá o incremento de identificação, no acesso de materiais no depósito. Logo, os clientes internos (recondicionamento, inclusão digital, cursos profissionalizantes e sucatas) disponibilizam de lotes segregados, classificados e identificados. Assim, o ciclo produtivo torna-se otimizado.

9.7 SISTEMA DE VIABILIDADE OPERACIONAL DOS REEES

Além do programa do governo federal para inclusão digital, que é parte integrante da Política Nacional de Resíduos Sólidos, e que inclui os REEEs; tem-se o aspecto econômico e a mitigação dos impactos ambientais. No caso específico de aplicação da ferramenta PDCA, destaca-se a proposta de operacionalizar os REEEs coletados, recebidos, segregados, classificados e identificados nas seguintes etapas de valores:

Quadro 10 – Valores Agregados de Resíduos Eletroeletrônicos

Alto valor agregado;
Médio valor agregado;
Baixo valor agregado.

Fonte: Próprio autor

Com essas designações estabelecidas na rotina do empreendimento, sugere-se adequações na produção mensal em três escalas produtivas:

- 1ª dezena do mês (operacionalizar os REEEs de alto valor agregado);
- 2ª dezena do mês (operacionalizar os REEEs de médio valor agregado);
- 3ª dezena do mês (operacionalizar os REEEs de baixo valor agregado).

Nessa proposta, que inclui a ferramenta PDCA, no início do ciclo (P – Plan), tem-se a condição de máxima produtividade logo nos primeiros dez dias do mês, garantindo, assim, uma possibilidade de liquidez no processo de transformação dos insumos que entram no empreendimento. Os subprodutos que resultam da prática da logística reversa e economia circular são os dispostos no quadro abaixo:

Quadro 11 – Subprodutos Eletroeletrônicos

Computadores recondicionados e configurados
Plásticos triturados (brancos)
Plásticos triturados (cinza)
Plásticos triturados (pretos)
Plásticos em formatos diversos não triturados
Cobre (sucatas)
Alumínio (sucatas)
Latão (sucatas)
Bronze (sucatas)
Placas de circuito eletrônicos (não trituradas)

Fonte: Próprio autor

Apesar de todo o trabalho relacionado à logística reversa e economia circular dos REEEs, com os produtos disponíveis para a destinação legal e ambientalmente correta, ocorre uma disposição interna e externamente não sistemática e otimizada. Faz-se necessária a implantação de ferramentas de gestão da qualidade a partir da recepção dos REEEs até a sua última etapa de transformação. Segue, em forma de sugestão, um quadro demonstrativo de um *checklist* que contempla as ferramentas PDCA, 5W2H e 5S, para todo o ciclo de movimentação da matéria-prima recebida.

9.8 CICLO PDCA, 5W2H E 5S APLICÁVEIS À MOVIMENTAÇÃO DE REEE

Quadro 12 – Dinâmica e Aplicações do Ciclo PDCA e Ferramentas Auxiliares

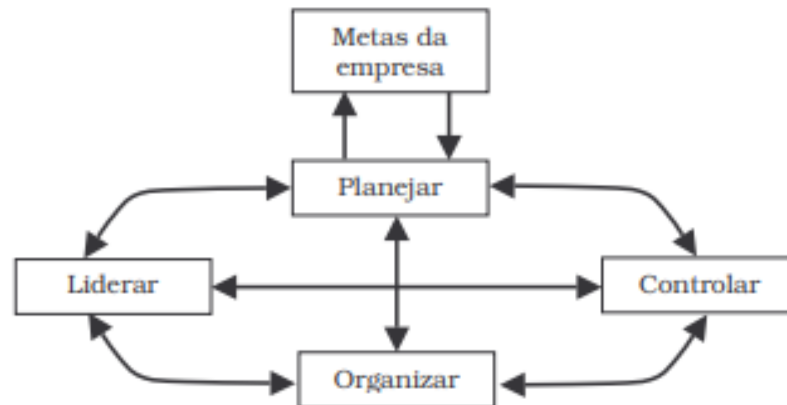
P (Plan) – Planejar	
What? (O que fazer?)	Observar todas as condições para a segurança do trabalho. Coletar. Transportar. Receber. Pesar. Identificar o doador (Manifesto de Recebimento). Segregar. Avaliar visual e tecnicamente. Classificar os recondicionáveis. Classificar os inservíveis. Destinar internamente para o recondicionamento. Destinar internamente para o desmonte. Recondicionar, configurar e identificar. Desmontar, selecionar e acomodar corretamente. Triturar (uso de máquina específica). Praticar eficiência energética e de matéria-prima secundária. Destinar para Inclusão Digital. Destinar para Indústria (logística reversa).
Why? (Por quê?)	Garantir processos econômico e ambientalmente seguros e produtivos.
Who? (Quem?)	Diretoria, colaboradores responsáveis pela coleta, transportes, recepção, pesagem, segregação, classificação, recondicionamento, desmonte, trituração, acomodação e destinação final.
When? (Quando?)	Em rotina diária. No caso específico da avaliação, sugere-se que seja feita em todo o depósito. Isso para possibilitar a prática da ferramenta da qualidade 5S, adequando para economia de espaço de novos equipamentos coletados. A avaliação de todo o lote em depósito possibilita um avanço e um planejamento de quais máquinas serão priorizadas ao recondicionamento. Por consequência, o descarte para o desmonte se evidencia na mesma operação. Enquanto durar o lote de depósito de segregados não avaliados, dura também a avaliação.

Where? (Onde?)	Em todo o percurso do <i>layout</i> da empresa.
How? (Como?)	Através de procedimentos implantados para as tarefas específicas.
How much? (Quanto custa?)	Não haverá custo adicional para a empresa.
D (Do) – Executar	
What? (O que fazer?)	Atender rigorosamente as exigências e os procedimentos das ações planejadas. Consultar o líder imediato para solucionar dúvidas de alguma atividade.
Why? (Por quê?)	Garantir eficácia e eficiência no processo produtivo, e segurança operacional.
Who? (Quem?)	Equipe operacional.
When? (Quando?)	Após ciência do cronograma para cada atividade.
Where? (Onde?)	No ambiente interno e externo da empresa.
How? (Como?)	Seguir orientações da direção da empresa, atender aos preceitos da segurança do trabalho e à legislação ambiental. Seguir fluxograma de atividades. Estar ciente dos processos de cada setor. Obedecer a horário determinado para cada ação.
How much? (Quanto custa?)	Não haverá custo adicional para a empresa.
C (Check) – Checar	
What? (O que fazer?)	Seguir os procedimentos na rotina diária de trabalho. Verificar o cumprimento de tarefas planejadas. Exigir rigor no cumprimento da legislação ambiental.
Why? (Por quê?)	Evitar vícios operacionais. Evitar desperdícios de tempo, materiais e energia. Garantir segurança operacional. Evitar passivos trabalhistas e ambientais.
Who? (Quem?)	Diretoria, gerência e coordenadores de equipes.
When? (Quando?)	Durante as atividades laborais.
Where? (Onde?)	Nos ambientes internos e externos da empresa.
How? (Como?)	Usar <i>checklist</i> para cada atividade com as devidas ações programadas. Fluxogramas. Escalas de serviços. Locação de colaboradores. Procedimentos. Ações de segurança do trabalho.
How much? (Quanto custa?)	Não haverá custo adicional para a empresa.
A (Action) – Agir	
What? (O que fazer?)	Corrigir as inconformidades. Avaliar o sistema de produção em função dos custos. Atender a Política de Melhoria Contínua.
Why? (Por quê?)	Otimizar os processos da empresa.
Who? (Quem?)	Direção da empresa.
When? (Quando?)	No final de cada ciclo de trabalho, diário, semanal, mensal e anual.
Where? (Onde?)	Nos ambientes da diretoria e gerência da empresa.
How? (Como?)	Através de reuniões específicas direcionadas para correção de processos.
How much? (Quanto custa?)	Não haverá custo adicional para a empresa.

Fonte: Próprio autor

O ciclo do PDCA exclui as possibilidades de inconformidades persistentes; a ferramenta 5W2H orienta o processo de execução das tarefas e o 5S otimiza o ambiente de trabalho tornando-o agradável e produtivo. Nessas condições, sugere-se, em seguida, uma adaptação do 5S para o depósito de REEE segregados. Segundo Peinado (2007), as organizações possuem modelo esquemático de administração no seguinte formato:

Figura 04 – Modelo Básico de Controle Empresarial



Fonte: Peinado e Graeml (2007)

Com base na sugestão acima, é possível adequar esse modelo para setores específicos, com a mesma estrutura de administração. As ferramentas, acima elencadas, contemplam esse modelo de relacionamento entre as funções. No caso concreto do depósito de REEE segregados, aplicaremos, especificamente, a ferramenta 5S com viés comparativos com as ações originais da ferramenta. Assim, pode-se observar:

Quadro 13 – Ferramenta 5S Adaptada para o Modelo da Empresa de Estudo de Caso

FERRAMENTA 5S NO TEXTO ORIGINAL		TEXTO ADAPTADO
No Japão	No Brasil	No Ambiente de Depósito REEE
Seiri	Senso de utilização	Selecionar os itens servíveis e não servíveis.
Seiton	Senso de ordenação	Classificar por origem de doadores: B2C; B2D, B2G. Selecionar os computadores R1, R2, R3, R4 e R5.
Seiso	Senso de limpeza	Manter o ambiente somente com os itens avaliados com possibilidade de funcionalidade.

Seiketsu	Senso de saúde e padronização	Manter os equipamentos de saídas para recondicionamento em um mesmo lote e avaliado.
Shitsuke	Senso de disciplina e autodisciplina	Executar as tarefas diárias com segurança e competência.

Fonte: Peinado e Graeml (2007, adaptado pelo autor)

Na gestão de recondicionamentos de equipamentos e produção de matéria-prima secundária, o mapeamento dos pontos de agregação de valor é indispensável. Esse procedimento implica na definição de prioridades de ações no processo de transformação; principalmente na produção mínima necessária no fechamento do ciclo mensal, ou em fração desse período.

10 QUESTÕES DE ASPECTOS SIGNIFICATIVOS DE GESTÃO OPERACIONAL DA EMPRESA DE REEE – ANÁLISES DE PROCEDIMENTOS PRODUTIVOS (CHECKLIST)

Durante o período de estágio presencial na empresa A/B, foram verificados e registrados os processos da linha de produção de bens e serviços. Como se trata de um consórcio de duas empresas com e sem fins lucrativos, mas atuando no mesmo seguimento de gestão ambiental, prioritariamente, considerou-se a mesma atividade com natureza ambiental. Apesar de terem uma forte atuação no âmbito social, direcionam a força de trabalho para a logística reversa e economia circular de REEE. Para otimizar os inúmeros processos, foi construído um quadro de questões (*checklist*), de natureza puramente analítica, levantadas no local, como se apresenta a seguir:

Quadro 14 – Questões de Aspectos Significativos de Gestão – Tratamento e Destinação – REEE

01	Aspectos Significativos de Gestão – Coleta (Ecopontos)	SIM	NÃO
001	A coleta (recolhimento) é programada e sistemática		X
002	A capacidade máxima atingida é informada eletronicamente		X
003	A locação dos pontos é de acordo com a renda <i>per capita</i>		X
004	O ecoponto é georreferenciado		X
005	O ecoponto é próximo dos principais corredores viários	X	
006	Tem reclamação de vandalismo		X
007	O material constituinte (ecoponto) é de baixo custo de fabricação	X	

008	Tem função específica de coleta		X
009	Todos são fixos		X
010	Todos têm a mesma capacidade de carga	X	
011	O acesso é livre	X	
012	O custo de coleta e logística é comparado		X
013	O material coletado é considerado ambientalmente perigoso	X	
014	Tem respaldo legal	X	
015	Constitui um serviço de muita relevância ambiental	X	
02	Aspectos Significativos de Gestão – Carregamento	SIM	NÃO
016	É realizado por colaboradores habilitados e treinados	X	
017	Oferece riscos ambientais	X	
018	Realizado só na Região Metropolitana	X	
019	É feito em dupla	X	
020	Ocorre em dias úteis	X	
021	Contempla os horários de pico		X
022	A carga pode aguardar descarregamento dentro do veículo	X	
023	As operações de coletas são feitas a qualquer dia e horário		X
024	A coleta é feita através de colaboradores específicos		X
025	Há necessidade de treinamento para o recolhimento	X	
026	Há necessidade de EPIs para a coleta	X	
027	É manual	X	
03	Aspectos Significativos de Gestão – Transportes	SIM	NÃO
028	O veículo é fechado	X	
029	É em estrada asfaltada	X	
030	O veículo é completamente vedado	X	
031	O percurso de transporte é otimizado e viável	X	
032	É realizada análise de custo do percurso de transporte		X
033	A frota é nova	X	
034	A logística de transporte atende à demanda (interna)		X
035	Trata-se de um recurso deficitário	X	
036	O combustível é de fontes renováveis		X
037	A empresa estuda utilizar outros veículos sustentáveis		X
038	O transporte da empresa é o único meio		X
039	A empresa loca veículos para este fim	X	
040	Tem parceria com empresas de transportes de cargas		X
041	Tem parceria com a Uber para pequenos volumes		X
042	Tem parceria com empresas de táxi		X
04	Aspectos Significativos de Gestão – Descarregamentos	SIM	NÃO
043	É realizado em um local livre de intempéries	X	
044	Compromete os recursos naturais		X
045	É ambientalmente seguro	X	
046	É próximo ao setor de pesagem	X	

047	É feito em acondicionamento apropriado	X	
048	É feito a céu aberto		X
049	Segue imediatamente para a pesagem e segregação	X	
050	Oferece riscos de acidentes físicos, químicos e biológicos	X	
051	Oferece risco de toxicidade	X	
052	É obrigatório o uso de luvas e máscaras na operação	X	
053	Geralmente a ocorrência de acidente é reversível		X
054	Deve ser feito em recipiente fechado e com tampa	X	
055	Tem auxílio de empilhadeira	X	
05	Aspectos Significativos de Gestão – Recepção	SIM	NÃO
056	É realizada com colaboradores habilitados e treinados	X	
057	O carregamento tem a origem identificada	X	
058	Tem registro específico para identificação da origem	X	
059	Todo o carregamento segue para a pesagem	X	
060	O processo é demorado		X
061	A área de recepção é adequada	X	
062	O piso é impermeável	X	
063	O local é arejado	X	
064	É realizada identificação por tipo de REEE		X
065	É realizada identificação por valor agregado		X
066	É realizada identificação por cores		X
067	O carregamento recebido é identificado por data e nº. de lote		X
068	É uma atividade planejada e programada		X
069	Tem estudo de viabilidade de recepção		X
070	Os registros seguem para um sistema de controle eletrônico		X
06	Aspectos Significativos de Gestão – Pesagem	SIM	NÃO
071	A pesagem é realizada em solo firme	X	
072	A balança está instalada tecnicamente correta	X	
073	A balança é parametrizada para valores mínimo e máximo	X	
074	A base da balança é compatível com a área dos <i>pallets</i>	X	
075	É possível a pesagem de acondicionamentos irregulares	X	
076	O registrador (display) é eletrônico	X	
077	A sensibilidade mínima ultrapassa 1kg		X
078	O limite máximo ultrapassa 3.000 kg		X
079	A balança é instalada sobre o solo	X	
080	Há riscos de tombamento da carga		X
081	Possibilita o uso seguro de empilhadeira	X	
082	A balança possui rampa lateral para cargas sobre rodas		X
083	É realizada na mesma altura do piso		X
084	Tem procedimento escrito de volume e altura de cargas		X
07	Aspectos Significativos de Gestão – Segregação	SIM	NÃO
085	Toda o carregamento pesado é segregado	X	

086	Todo o carregamento segregado tem destinação imediata		X
087	Todo o carregamento segregado é identificado		X
088	Todo o carregamento segregado é classificado		X
089	Todo o carregamento segregado é inventariado		X
08	Aspectos Significativos de Gestão – Avaliação	SIM	NÃO
091	O carregamento segregado é avaliado imediatamente		X
092	O tempo de espera por avaliação é otimizado		X
093	A prática de avaliação visual e técnica atende às demandas		X
094	Avaliações de REEE foi sistemática no mês de análise de dados		X
095	Em condições normais a avaliação é sistemática	X	
09	Aspectos Significativos de Gestão – Recondicionamento	SIM	NÃO
094	O recondicionamento depende diretamente das avaliações	X	
095	A produtividade é proporcional à avaliação	X	
096	O laboratório de recondicionamento possui <i>layout</i> otimizado		X
097	O laboratório atende às condições normais de ergonomia		X
098	O REEE recebido da segregação é higienizado		X
099	O REEE recebido da segregação é esterilizado		X
100	Pode ocorrer o carreamento de partículas biológicas nos REEEs	X	
101	Pode ocorrer o carreamento de partículas tóxicas nos REEEs	X	
102	Pode ocorrer o carreamento de partículas poeiras e fuligem	X	
10	Aspectos Significativos de Gestão – Inclusão Digital	SIM	NÃO
103	A inclusão digital tem fins lucrativos		X
104	A inclusão digital tem fins socioeconômicos	X	
105	A inclusão digital praticada tem resultados significativos	X	
106	A inclusão digital pode ser descontinuada	X	
107	A inclusão digital é multidirecional	X	
108	A inclusão digital tem contrapartida do governo federal	X	
109	A inclusão digital é fator de aumento da renda <i>per capita</i>	X	
110	A inclusão digital é uma forma de desmaterialização	X	
11	Aspectos Significativos de Gestão – Processos de Transformação de REEE em Matéria-prima Secundária	SIM	NÃO
111	A matéria-prima secundária gerada atende ao PNRS	X	
112	A matéria-prima secundária reduz o passivo ambiental	X	
113	A matéria-prima secundária contribui para os ODS	X	
114	A matéria-prima secundária gera emprego e renda	X	
115	A matéria-prima secundária contribui com a economia nacional	X	
116	Este setor de produção é promissor do ponto de vista mundial	X	
117	Este setor produtivo demanda um maior espaço na empresa	X	
118	A produção empresarial deve receber incentivo público	X	
119	O custo da matéria-prima REEE tem redução tributária		X

Fonte: Próprio autor

11 GESTÃO DE MERCADOS

11.1 CENÁRIO ECONÔMICO PARA A EMPRESA A/B REEE

O processo de gestão de mercado da empresa B tem início com a aquisição de matéria-prima bruta (REEE). Esse processo se concretiza com a disposição regional de ecopontos, com capacidade de carga de 500 kg (ou 0,5 ton). Quando os ecopontos atingem a capacidade máxima, ou uma carga significativa, são coletados. O recolhimento desses ativos se realiza por logísticas de transportes próprios. A empresa possui sistema de recepção onde se registra os possíveis doadores, através de documentos denominados de manifesto de recebimento.

O referido documento tem atributos que concedem destaques para os doadores, no sentido de participação na redução de passivos ambientais, com a designação de “amigos do meio ambiente”. A sequência da logística reversa, a partir desse ponto, se processa pela pesagem dos insumos recebidos. A segregação sucede essa etapa. Na segregação ocorre a separação por equipamentos. Esse passo que atribui valores a cada equipamento acontece posteriormente. As avaliações recorrentes são voltadas para os computadores, por ser o insumo mais usado para o condicionamento.

Outros mais produtos alimentam o mercado da empresa B, são os processados de sucatas. Todos os materiais que entram na empresa, indistintamente, seguem para a logística reversa e a economia circular, em cumprimento das determinações da Lei 12.305 de 2010, associada à Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. Assim, o mercado precisa ser adequado a essas condições. Os produtos gerados seguem, então, para o mercado consumidor interno e o externo. Esse processo não foi amplamente questionado por ser pertinente às questões internas de natureza mais administrativa e restritiva da empresa.

Segundo o artigo intitulado *Geração de resíduos eletroeletrônicos no estado do Rio de Janeiro: logística reversa a partir dos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs)*; apresentado no 1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, que ocorreu em 2018, no Rio Grande do Sul; tem-se uma estimativa de geração anual *per capita* de REEE no Brasil (7,0 kg por habitante) e a demanda de PEVs por grupo populacional (1 PEV para cada 25 mil habitantes), segundo Ottoni *et al.* (2018).

De acordo com esses dados de estudos e pesquisas, pode-se prever um aumento significativo nesse seguimento de prestação de serviços ambientais. Considerando a densidade demográfica brasileira, a produção de 7 kg *per capita* remete a valores alarmantes de REEE produzidos anualmente, em torno de 1,47 milhão de toneladas ao ano. Com base nos estudos

de Ottoni *et al.* (2018), quando relaciona a quantidade de PEVs para cada 25.000 (vinte e cinco mil) habitantes de determinada região demográfica e associando a esse fato com o que determina o Decreto nº 10.240 de 12 de fevereiro 2020 (BRASIL, 2020), as cidades passíveis de logísticas reversas de eletroeletrônicos de consumidores (pessoa física) são elencadas.

Essa lista compreende vários estados da federação. No caso específico deste estudo de caso, foram recortadas as cidades do estado de Pernambuco na ordem decrescente de números de habitantes. A partir disso, foram calculados os números de PEVs para cada cidade listada no decreto federal. Salientando que a capacidade de carregamento de cada PEV é de 500 kg, a planilha foi adaptada pelo autor, como se pode observar:

Quadro 15 – Estimativa de Distribuição Regional de PEVs Baseada no Decreto nº. 10.240 de 12/fevereiro/2020

Cidades de Pernambuco	População Estimada	Nº. de PEVs/25 mil hab.	Cap. de Carga (Ton)	% Carga (Ton)
Recife *	1.637.834	65	32,50	31,40
Jaboatão dos Guararapes *	697.639	30	15,00	14,50
Olinda *	391.835	16	8,00	7,70
Caruaru	356.872	14	7,00	6,77
Perolina	343.865	14	7,00	6,77
Paulista *	329.117	13	6,50	6,28
Cabo de Santo Agostinho *	205.112	8	4,00	3,86
Camaragibe *	156.292	6	3,00	2,89
Garanhuns	138.983	5	2,50	2,41
Vitória de Santo Antão	137.915	5	2,50	2,41
Igarassu	115.640	4	2,00	1,93
São Lourenço da Mata *	112.362	4	2,00	1,93
Santa Cruz de Capibaribe	105.936	4	2,00	1,93
Abreu e Lima *	99.622	4	2,00	1,93
Ipojuca *	94.709	3	1,50	1,45
Serra Talhada	85.774	3	1,50	1,45
Araripina	83.964	3	1,50	1,45
Gravatá	83.437	3	1,50	1,45
Carpina *	82.872	3	1,50	1,45
Total	5.239.780	207	103,50	100

Fonte: Decreto 10.240 de 12 de fevereiro de 2020 (BRASIL, 2020 – adaptado pelo autor)

12 GESTÃO ORGANIZACIONAL DA EMPRESA B DE REEE (PDCA E ORGANOGRAMA)

A empresa B está inserida no ramo de atividade de tratamento e destinação, ambientalmente correta, de resíduos eletroeletrônicos. Esse processo abrange a logística reversa e a economia circular conforme o artigo 33 da Lei 10.305/2010. A empresa conta, através da imposição legal, com a participação dos setores industriais, empresariais e governamentais para a atividade fim. Os relacionamentos se solidificam através dos elementos de negócios designados por:

- B2C – Relacionamentos de negócios com consumidores;
- B2B – Relacionamentos de negócios com empresas;
- E, B2G – Relacionamentos de negócios com órgãos públicos.

Para otimizar os processos, a gestão organizacional da referida empresa deve implantar, a partir de momento propício, ferramentas de gestão da qualidade, dentre elas as PDCA e 5W2H, como principais. Ao longo da linha de produção, em setores estratégicos, surgem a sugestão de outras ferramentas, tais como:

- Setor Administrativo – Diretoria (PDCA – Brainstorm – Matriz GUT – Fluxograma de Processos)
- Setor de depósito de agregados (PDCA – 5S – Matriz GUT – Kanban);
- Setor de condicionamento (PDCA – 5S – Matriz GUT – Kanban);
- Setor de produção de matérias-primas secundárias (PDCA – 5S – Diagrama Ishikawa – Fluxograma de processos);
- Setor educação profissional – Inclusão digital (PDCA – Brainstorm – Matriz GUT – Fluxograma de processos).

A empresa de gestão ambiental B possui um quadro de colaboradores composto dos cargos, conforme o quadro abaixo:

Quadro 16 – Estrutura Organizacional da Empresa de Estudo de Caso

Quadro de Recursos Humanos da Empresa B

Nível Hierárquico	Número	Cargo
Diretoria	1	Diretor Geral
Gerência	1	Gerente Geral
Técnico	2	Técnico Eletroeletrônico
Operacional	3	Operadores
Estágio	1	Estagiário
Total	8	5

Fonte: Próprio autor

As condições de composição do quadro funcional indica uma empresa de estrutura simples, portanto de pequeno porte. Assim, para a implantação das ferramentas da gestão da qualidade, já descritas acima, torna-se viável devido à baixa complexidade de setores e de dimensões limitadas.

13 DIRETORIA

A diretoria está instalada no mesmo domicílio comercial da empresa B; não existe a vice-diretoria. Em caso de ausência do diretor geral, o gerente geral assume os processos administrativos, salvo se essa condição estiver no corpo do estatuto da empresa. Essa questão funcional não foi explorada. Cabe ao diretor geral da empresa administrar as ferramentas de gestão da qualidade aplicadas nos setores produtivos, para condicionar a empresa à melhoria contínua, tornando-a um diferencial no mercado e de referência na gestão de resíduos sólidos, especificamente REEE. Segue um modelo esquemático da PDCA e 5W2H aplicadas à diretoria geral:

Quadro 17 – Rotina de Operação de Tratamento de Resíduos Eletroeletrônicos

Ferramentas de Gestão da Qualidade	
PDCA e 5W2H (Diretoria)	
P (Plan) Planejar – Definir Rotina de Operação	
1	Segurança do Trabalho
2	Ações Para Política Nacional de Resíduos Sólidos – REEE
3	Ecopontos;
4	Coletas;
5	Transportes;
6	Recepção;
7	Pesagem;
8	Segregação;
9	Avaliação;
10	Recondicionamento;
11	Sucatas (transformação de insumos em matéria-prima);
12	Acondicionamento;
13	Destinação (venda);
14	Destinação Inclusão Digital.

Fonte: Próprio autor

Quadro 18 – Aplicação das Ferramentas (PDCA e 5W2H) na Rotina Operacional

Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	1- Segurança do Trabalho	What? (O que fazer?)	Segurança do Trabalho
		Why? (Por quê?)	Condição Laboral e Saúde Seguras
		Who? (Quem?)	Diretoria
		When? (Quando?)	Diariamente
		Where? (Onde?)	Na empresa
		How? (Como?)	Por Orientações Normativas
		How much? (Quanto custa?)	Sem Custo Adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	2- Ações Para Política Nacional de Resíduos Sólidos – REEE	What? (O que fazer?)	Ações Para Política Nacional de Resíduos Sólidos – REEE
		Why? (Por quê?)	Atender às diretrizes legais e a Segurança Ambiental
		Where? (Onde?)	Sala de Reunião
		When? (Quando?)	De acordo com cronograma estabelecido em reunião prévia
		Who? (Quem?)	Diretoria e Gerência
		How? (Como?)	Através da orientações da Política Nacional de Resíduos Sólidos, de Legislação Ambiental, Normas Regulamentadoras, Resoluções Conama, Legislação Estadual e Municipal.
		How much? (Quanto custa?)	Não haverá custo adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	3- Ecopontos	What? (O que fazer?)	Ecopontos;
		Why? (Por quê?)	Entrada de insumos
		Where? (Onde?)	Na empresa
		When? (Quando?)	Conforme cronograma
		Who? (Quem?)	Diretoria
		How? (Como?)	Reunião
		How much? (Quanto custa?)	Não haverá custo adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	4- Coletas	What? (O que fazer?)	Coletas;
		Why? (Por quê?)	Reduzir desperdícios
		Where? (Onde?)	Empresa
		When? (Quando?)	Programado
		Who? (Quem?)	Diretoria
		How? (Como?)	Reunião

		How much? (Quanto custa?)	Sem custo adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	5- Transportes	What? (O que fazer?)	Transportes
		Why? (Por quê?)	Reduzir Custos
		Where? (Onde?)	Empresa
		When? (Quando?)	Programado
		Who? (Quem?)	Diretoria
		How? (Como?)	Reunião
		How much? (Quanto custa?)	Sem custo adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação Planejar	6- Recepção	What? (O que fazer?)	Recepção
		Why? (Por quê?)	Otimizar descargas
		Where? (Onde?)	Empresa
		When? (Quando?)	Programado
		Who? (Quem?)	Diretoria
		How? (Como?)	Reunião
		How much? (Quanto custa?)	Sem custo adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	7- Pesagem	What? (O que fazer?)	Pesagem
		Why? (Por quê?)	Evitar muito deslocamentos
		Where? (Onde?)	Empresa
		When? (Quando?)	Programado
		Who? (Quem?)	Diretoria
		How? (Como?)	Reunião
		How much? (Quanto custa?)	Sem custo adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	8- Segregação	What? (O que fazer?)	Segregação
		Why? (Por quê?)	Liberar espaços
		Where? (Onde?)	Depósito
		When? (Quando?)	Programado
		Who? (Quem?)	Diretoria
		How? (Como?)	Reunião
		How much? (Quanto custa?)	Sem custo adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	9- Avaliação	What? (O que fazer?)	Avaliação
		Why? (Por quê?)	Suprir outros Setores
		Where? (Onde?)	Depósito

		When? (Quando?)	Primeira Quinzena
		Who? (Quem?)	Diretoria
		How? (Como?)	Reunião
		How much? (Quanto custa?)	Sem custo adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	10- Recondicionamento	What? (O que fazer?)	Recondicionamento
		Why? (Por quê?)	Fornecer para outros setores
		Where? (Onde?)	Empresa
		When? (Quando?)	Segunda quinzena (os dois técnicos)
		Who? (Quem?)	Diretoria
		How? (Como?)	Reunião
		How much? (Quanto custa?)	Sem custo adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	11- Sucatas (transformação de insumos em matéria-prima)	What? (O que fazer?)	Sucatas (transformação de insumos em matéria-prima);
		Why? (Por quê?)	Setor de Produção de Matéria-prima Secundária
		Where? (Onde?)	Empresa
		When? (Quando?)	Programado
		Who? (Quem?)	Diretoria
		How? (Como?)	Reunião
		How much? (Quanto custa?)	Sem custo adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	12- Acondicionamento	What? (O que fazer?)	Acondicionamento
		Why? (Por quê?)	Exigências Legais e Mitigação de Impactos Ambientais
		Where? (Onde?)	Empresa
		When? (Quando?)	Programado
		Who? (Quem?)	Diretoria
		How? (Como?)	Reunião
		How much? (Quanto custa?)	Sem custo adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	13- Destinação (venda)	What? (O que fazer?)	Destinação (venda)
		Why? (Por quê?)	Geração de Renda e Liquidez, Disponibilizar Espaço Físico
		Where? (Onde?)	Empresa
		When? (Quando?)	Programado
		Who? (Quem?)	Diretoria

		How? (Como?)	Reunião
		How much? (Quanto custa?)	Sem custo adicional
Ferramentas de Gestão da Qualidade 5W2H P (Plan)			
Ação – Planejar	14- Destinação e Inclusão Digital	What? (O que fazer?)	Destinação Inclusão Digital
		Why? (Por quê?)	Prestação de Serviços Socioambiental
		Where? (Onde?)	Empresa
		When? (Quando?)	Programado com o Governo Federal
		Who? (Quem?)	Diretoria
		How? (Como?)	Reunião
		How much? (Quanto custa?)	Haverá custos de implantação
D – Do – Fazer	Ações (de 1 a 14) – Executar conforme programado	1	Segurança do Trabalho
		2	Ações Para Política Nacional de Resíduos Sólidos – REEE
		3	Inspeção de funcionamento e carregamento
		4	Realizar coletas programadas
		5	Operar o transporte com baixo custo
		6	Registrar o recebimento por origem
		7	Efetuar a pesagem com registro necessários
		8	Segregar por equipamentos e valor agregado
		9	Nº. de avaliados > Nº. de recebidos e segregados
		10	Recondicionar por ordem de valores agregados
		11	Operar o sucateamento sem riscos de acidentes
		12	Destinar conforme a PNRS
		13	Operar a negociação com garantia de destinos
		14	Realizar a inclusão digital conforme política federal
C – Check – Checar	Ações (de 1 a 14) – Checar conforme programado	1	Confirmar a execução com e sem conformidades
		2	Fiscalizar e acompanhar boas práticas ambientais
		3	Antecipar informações dos ecopontos
		4	Confirmar custo \times benefícios realizados pelas coletas
		5	Registrar possíveis desperdícios de combustíveis
		6	Analisar a procedência com rigor
		7	Evitar possíveis erros de pesagem (aferir a balança conforme exigências normativas).
		8	Confirmar orientação da programação
		9	Vistoriar os equipamentos avaliados
		10	Inspecionar os equipamentos recondicionados
		11	Confirmar condição operacional de segurança
		12	Confirmar acondicionamento conforme normas
		13	Confirmar o fechamento do ciclo REEE

		14	Registrar os REEE de inclusão digital e realizar inventário			
A – Action – Agir	Ações (de 1 a 14) – Registrar padronização das atividades e condição de melhoria contínua.	Elaborar um <i>checklist</i> para cada setor				
		Nº	Conformidades		Não Conformidades	
		1				
		2				
		3				
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				
		11				
		12				
		13				
14						

Fonte: Próprio autor

13.1 GERÊNCIA

Nos mesmos moldes da diretoria geral coexiste o cargo de gerente geral.

14 UFRPE – DTR – DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL – ESO PLE 2020.4

14.1 DESCRIÇÃO GERAL DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

Em decorrência da crise sanitária mundial da pandemia, com a virose de elevado grau de contágio, a Covid-19, a Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE interrompeu as aulas presenciais dos cursos de graduação do período letivo de 2020.1. Por esse mesmo motivo, ofertou o Período Letivo Excepcional – PLE 2020.3 e 2020.4. As condições estabelecidas pela UFRPE para a integralização de cursos, em andamento, previam aulas de natureza remota.

Essa condição foi estendida para o Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO). Mas, apesar dessas exigências e para cumprir a carga horária do ESO, foram necessários momentos presenciais, com o devido respeito às recomendações da Organização Mundial de Saúde –

OMS, do Ministério da Saúde do Brasil, da Secretaria de Saúde do Estado de Pernambuco e também do Comitê de Prevenção ao Coronavírus (COVID-19) da UFRPE. Tudo isso em conjunto com a assinatura do Termo de Compromisso de Estágio pelas partes integrantes.

O aspecto normativo de segurança do trabalho nas atividades relativas à logística reversa e economia circular dos resíduos eletroeletrônicos foi explorado amplamente neste estudo de caso. Esse fato é devido à alta potencialidade de impactos ambientais resultantes de falhas operacionais e manuseios inadequados desses materiais. As Normas Regulamentadoras das diversas atividades relativas à manufatura dos resíduos eletroeletrônicos, principalmente as de prevenção de acidentes, foram sugeridas para suas respectivas utilizações, na rotina operacional; com isso, objetivando a segurança operacional e a saúde ocupacional.

O presente estágio explorou o segmento relacionado à Política Nacional de Resíduos Sólidos, que, especificamente, se voltou para a logística reversa e a economia circular de resíduos eletroeletrônicos – REEE. Tendo em vista os potenciais econômicos e sociais associados aos REEEs; tem-se, também, os riscos de impactos ambientais desse tipo de resíduo, quando não tratados. Além dos preceitos relativos à Lei 12.305/2010, que rege o tratamento e a destinação dos resíduos sólidos, no seu artigo 33 estabelece diretrizes específicas aos REEEs. Foi destacada, também, a NR 16.156/2013 – resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – requisitos para atividades de manufaturas reversas. Essa estabelece parâmetros que definem as diversas atividades pertinentes aos resíduos eletroeletrônicos.

De acordo com o tema proposto para desenvolvimento de um estudo de caso em uma empresa do segmento de gestão de resíduos eletroeletrônicos, desenvolveu-se pesquisas literárias de periódicos relativos a esse tema e, também, visitas eventuais à empresa de referência para coletas de dados operacionais, de rotina, insumos (REEE), tipos de depósito, tipos de acondicionamento modelo de gestão, sistema de tratamento, sistema de destinação (recondicionamento – economia circular – logística reversa). Os resultados de revisão literária e dados colhidos da empresa, acima mencionada, resultaram na composição deste estudo de caso, que integrou o relatório de estágio supervisionado obrigatório, com a sugestão de implantação de ferramentas de gestão da qualidade, considerando como principal a PDCA e as auxiliares 5W2H, 5S, entre outras, que foram expostas por necessidade de montagem deste trabalho.

Os meios de comunicação utilizados entre o supervisor e orientador do ESO, o graduando estagiário e a empresa de referência se deram pelas principais plataformas digitais, sendo o Google Meet e o WhatsApp as mais recorrentes; além das comunicações realizadas via *e-mails*. Tendo em vista que o Estágio Supervisionado Obrigatório – ESO refere-se à

integralização do curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental, o segmento objeto do ESO está incluído na área específica, que é de recursos naturais, e voltado para a preservação ambiental.

CONCLUSÃO

O tema proposto para ser desenvolvido nesse período de Estágio Supervisionado Obrigatório, intitulado: *A utilização da ferramenta PDCA na gestão de uma empresa de tratamento e destinação de REEE – Estudo de caso Recife*, torna-se pertinente e oportuno diante dos desafios locais, nacionais e mundiais, relacionados aos resíduos sólidos. Neste caso específico, o resíduo eletroeletrônico – REEE é produzido em escalas alarmantes e a uma velocidade muito além da capacidade de tratamento e destinação adequados.

Ressaltam-se, neste trabalho acadêmico, os potenciais econômicos, sociais e ambientais pertinentes a esse tipo de resíduo. Por um lado, tem-se a capacidade de geração de emprego, renda e outros benefícios sociais; mas há também o fato mais preocupante: as implicações severas de impactos e de elevados passivos ambientais. Esses repercutindo e atingindo diretamente os recursos naturais imprescindíveis à coexistência dos diversos sistemas de vida do planeta.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, através de suas exigências e imposições normativas, trouxe uma esperança para a mitigação dos impactos ambientais e, ao mesmo tempo, para gerar oportunidades de desenvolvimento econômico através da gestão dos resíduos eletroeletrônicos adequada. Nesse sentido, o presente trabalho acadêmico sugere, através do desenvolvimento do tema trabalhado, uma melhoria contínua e adequações normativas que resultem em benefício comum. Isso com foco na segurança operacional dos recursos humanos envolvidos nas diversas atividades de logística reversa e economia circular dos REEEs.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J. C. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos: O Antropoceno Bate à Nossa Porta. **Revista Virtual Química**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 6, p. 1849-1897, nov. 2018. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v10n6a12.pdf>. Acesso em: 06 de junho de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16156: Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – Requisitos para atividades de manufatura reversa**. Campinas, 2013.

BRASIL. Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. Diário Oficial da União. **Brasil**. Atos do Poder Executivo, ed. 31, s. 1, p. 1. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico.

_____. Edital de Chamamento 133, de 9 de junho de 2020. Diário Oficial da União. **Brasil**. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações/Gabinete do Ministro, ed. 112, s. 3, p. 7, 9 jun. 2020.

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

_____. Norma Regulamentadora NR 17 – Ergonomia. Diário Oficial da União. **Brasil**. Ministério do Trabalho e Previdência. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho, 06 de julho de 1978.

BUTTER, P. L. **Desenvolvimento de um modelo de gerenciamento compartilhado dos resíduos sólidos industriais no sistema de gestão ambiental da empresa**. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 89. 2003.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999. 230 p.

HA, N., *et al.* **Contamination by trace elements at e-waste recycling sites in Bangalore, India**. *Chemosphere*, v. 76, p. 9-15, 2009.

HOLANDA, R. M. *et al.* **Ferramentas da qualidade aplicados à gestão ambiental**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2017.

KAMPF, G. *et al.* Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. **Journal of Hospital Infection**. v. 105, ed. 3, jul. 2020, p. 587.

LONGHIN, S. R.; SANTOS, C. J. C. Coleta de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos por cooperativas de catadores em Goiânia. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer. Goiânia. v. 11, n. 21, p. 2997-3009, 2015. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2017>. Acesso em: 06 de junho de 2020.

OHAJINWA, C. *et al.* Health risks awareness of electronic waste workers in the informal sector in Nigeria. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. v. 14, n. 8, 2017.

OLIVEIRA NETO, J. F. **Caracterização dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos produzidos em bairros de classe média alta de Caruaru/PE**. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru, 2019.

OTTONI, M. S. O.; NASCIMENTO, H. F.; XAVIER, L. H. Geração de resíduos eletroeletrônicos no estado do Rio de Janeiro: logística reversa a partir dos pontos de entrega voluntária (PEVs). **1º Congresso Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**. Gramado. 12-14 jun. 2018, p. 1-6.

PEINADO, J. GRAEML, A. R. **Administração da produção (operações industriais e de serviços)**. Curitiba: UnicenP. 2007, 750 p.

SANTANA, J. A. S.; SILVA, C. E. Modelo de *layout* de sistema produtivo para usinas de reciclagem de resíduos inorgânicos sólidos para pequenos municípios. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v.1, n.1, p.67-90, 2010.

SHEWHART, W. A. **Economic control of quality if manufactured product**. New York: D. Van Nostrand Company, 1931.

_____. **Statistical method from the viewpoint of quality control**. Washington: Department of Agriculture, 1939.