



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

MATEUS JOSÉ CÉZAR MARTINS

**GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS
ELETROELETRÔNICOS NO CENTRO DE TECNOLOGIA, CAMPUS I, DA
UFPB: ESTUDO DE CASO DAS IMPRESSORAS**

JOÃO PESSOA – PB

2019

MATEUS JOSÉ CÉZAR MARTINS

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS
ELETROELETRÔNICOS NO CENTRO DE TECNOLOGIA, CAMPUS I, DA UFPB:
ESTUDO DE CASO DAS IMPRESSORAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Elisângela Maria Rodrigues Rocha.

JOÃO PESSOA – PB

2019

M386g Martins, Mateus José Cezar.

Gerenciamento dos Resíduos Eletroeletrônicos no Centro de Tecnologia, Campus I, da UFPB: Estudo de caso das impressoras / Mateus José Cezar Martins. - João Pessoa, 2019.

58 f. : il.

Orientação: Elisângela Maria Rodrigues Rocha Rocha.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Gestão. 2. Sustentabilidade. 3. Resíduo Eletroeletrônico. I. Rocha, Elisângela Maria Rodrigues Rocha. II. Título.

UFPB/BC

FOLHA DE APROVAÇÃO

MATEUS JOSÉ CÉZAR MARTINS

Gerenciamento dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no Centro de Tecnologia, Campus I, Da UFPB: Estudo de caso das impressoras

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 24 de setembro de 2019 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Elisângela M^c R. Rocha

Profa. Dra. Elisângela Maria Rodrigues Rocha
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental/UFPB

APROVADO

(Aprovado/Reprovado)

Aline Flávia Nunes Remígio

Profa. Dra. Aline Flávia Nunes Remígio Antunes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental/UFPB

APROVADO

(Aprovado/Reprovado)

Patrícia Brito Souza da Nóbrega

Ms. Patrícia Brito Souza da Nóbrega

APROVADO

(Aprovado/Reprovado)

Elisângela M^c R. Rocha

Profa. Elisângela Maria Rodrigues Rocha
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

Elisângela M. R. Rocha
Coordenadora de Eng. Ambiental
CT/UFPB – Mat. 1821373

RESUMO

O uso de equipamentos eletroeletrônicos vem crescendo na sociedade, como um todo incluindo as instituições de ensino, devido aos seus benefícios, pois os mesmos auxiliam na geração e repasse de conteúdo de forma mais ágil, além de possibilitar um maior e melhor acesso a informação. Além do mais, essa demanda crescente resulta em um maior número de equipamentos descartados na forma de resíduos, que devido a sua composição, podem causar danos ao meio ambiente se forem gerenciados de forma incorreta, além de perdas econômicas. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar as etapas de gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos, especificamente de impressoras, no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, verificando os pontos positivos e negativos e se está em conformidade com a legislação vigente. Os dados coletados foram os de aquisição das impressoras, através de relatório disponibilizado pela Divisão de Patrimônio, quantificação de resíduos destes bens, por meio da catalogação realizada nos ambientes, e entrevistas com os responsáveis pela movimentação das impressoras. A partir da análise dos dados foi possível verificar como ocorre o gerenciamento dos resíduos no CT, identificando que há pontos nessa gestão que são suscetíveis a falhas, portanto, podem causar danos ambientais e econômicos, a exemplo dos procedimentos de controle e fiscalização, visto que impressoras se encontravam sem registros e em locais inadequados. Também foi reconhecido a ausência de um Plano de Gestão de Logística Sustentável (PGLS), o qual tem como objetivo aumentar o tempo de vida útil do equipamento e evitar o descarte incorreto. Ademais, a pesquisa propôs soluções para o gerenciamento destes bens, com o objetivo de gerar benefícios econômicos e ambientais. Podendo concluir que é preciso que haja mudança na gestão, para que a mesma seja mais eficiente como a legislação exige, e que o desenvolvimento de pesquisas é necessário para que tal mudança ocorra de forma eficiente.

Palavras-Chaves: Fluxograma. Gestão. Sustentabilidade. Resíduo Eletroeletrônico.

ABSTRACT

The use of electro-electronic equipment has been growing in society as a whole, including educational institutions, because of its benefits, as they help in the generation and transfer of content more quickly, as well as allowing greater and better access to information. In addition, this growing demand results in a greater number of equipment disposed of as waste, which due to its composition, can cause damage to the environment if improperly managed, as well as economic losses. With that, this research aims to analyze the stages of Electrical and Electronic Waste management, specifically printers, at the University Federal of Paraíba Technology Center, checking the positive and negative points and whether they are in compliance with current legislation. The data collected were the acquisition of printers, through a report made available by the division of patrimony, quantification of waste of these goods through cataloging carried out in the environments, and interviews with those responsible for moving the printers. From the data analysis it was possible to verify how waste management occurs in the TC, identifying that there are points in this management that are susceptible to failures, therefore, can cause environmental and economic damage, the example of as control and enforcement procedures, since printers found themselves unregistered and in inappropriate places. It was also acknowledged the absence of a Sustainable Logistics Management Plan (SLMP), which aims to increase equipment life and prevent incorrect disposal. In addition, the research proposed solutions for the management of these equipment, with the objective of generating economic and environmental benefits. It can be concluded that there needs to be a change in management, so that it is more efficient as the legislation requires, and the development of research is necessary for such a change to take place efficiently.

Keywords: Flowchart. Management. Sustainability. Electrical and Electronic Waste.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que sempre iluminou a minha jornada e a Nossa Senhora Aparecida pela proteção.

Aos meus familiares que sempre me deram apoio em todos os momentos, em especial aos meus pais, Maria Emilia e Gregório, que mesmo de longe eram minha força durante a graduação.

Aos meus amigos que conheci nessa jornada e aos que comigo já estavam desde antes da graduação.

A Jordan, João Victor e Vinícius, amigos que dividiram comigo esse período de graduação.

A minha professora e orientadora, Dra. Elisângela Maria Rodrigues Rocha, por todo apoio e orientação durante a graduação.

Aos meus amigos, da minha turma, que embarcaram comigo nessa jornada, em vários projetos no curso.

Ao curso, engenharia ambiental, aos professores que atuaram na minha formação e a Patrícia Nóbrega e Aurélia Figueiredo que me ajudaram na execução da pesquisa.

A empresa júnior, ECO's, e todos os membros da mesma, que juntos formamos um time.

Agradeço a todos que fizeram parte dessa jornada, seja de forma direta ou indireta, muito obrigado pelo apoio.

“Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores, para fazer melhor ainda!”

(Mario Sergio Cortella)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxo da logística reversa.	25
Figura 2. Modelo de fluxo da Economia Circular da EMF.....	27
Figura 3. Mapa do Campus I da UFPB.....	31
Figura 4. Dados de aquisição das impressoras do Centro de Tecnologia-UFPB no período de 2012 a 2019.....	33
Figura 5. Catalogação dos resíduos de impressoras.....	33
Figura 6. Balança Dynora DY-500.....	34
Figura 7. Fluxograma dos EEE na UG-UFPB.....	36
Figura 8. Aquisição de impressoras no CT.....	39
Figura 9. Depósito de REEE do CT.....	42
Figura 10. Quantificação das Impressoras armazenadas no depósito do CT.....	42
Figura 11. Quantificação de patrimônios das impressoras no depósito do CT.....	43
Figura 12. Impressoras acondicionadas em ambientes de professores e secretarias do CTJ – CT.....	44
Figura 13. Depósito de REEE do CT.....	46
Figura 14. Fluxograma dos REEE no CT.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Previsão do tempo médio de vida útil das impressoras, no período de 2012 a 2019.	41
Tabela 2. Resíduos de impressoras acondicionados fora do depósito do CT.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Categorias dos EEE no Brasil segundo a ABDI (2012)	18
Quadro 2. Categorias dos EEE de acordo com a norma diretiva nº 2002/95/CE.	19
Quadro 3. Composição de uma tonelada de sucata eletrônica mista.....	21
Quadro 4. Possíveis danos relacionados a gestão no CT.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A3P	Agenda Ambiental na Administração Pública
ABDI	Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABINEE	Associação Brasileira de Indústria Eletroeletrônica
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
AC	Almoxarifado Central
CEMEPE	Centro de Manutenção em Equipamentos de Pesquisa e Ensino
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CT	Centro de Tecnologia
DIPA	Divisão de Patrimônio
EC	Economia Circular
EEE	Equipamentos Eletroeletrônicos
EMF	Ellen Macarthur Foundation
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IDEC	Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor
IES	Instituições de Ensino Superior
LR	Logística Reversa
MPOG	Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
PGLS	Plano de Gestão de Logística Sustentável
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
REEE	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SIPAC	Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos
STI	Setor de Informática
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UG	Unidade Gestora
ONU	Organização das Nações Unidas
UNU	Universidade das Nações Unidas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos.....	17
1.1.1 Objetivo geral	17
1.1.2 Objetivo específico.....	17
1.2 Hipótese.....	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – REEE.....	18
2.2 Impressoras.....	23
2.3 Logística Reversa e Economia Circular.....	24
2.4 Aspectos legais dos REEE.....	28
2.5 Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P.....	30
3. METODOLOGIA	31
3.1 Área de estudo.....	31
3.2 Análise do fluxograma dos EEE no CT.....	32
3.3 Levantamento dos dados de aquisições e de resíduos de impressoras.....	32
3.3.1 Dados de aquisição de impressoras.....	32
3.3.2 Dados de resíduos de impressoras.....	33
3.4 Análise e tratamento dos dados.....	35
3.5 Preposições.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Análise da movimentação dos EEE no CT.....	36
4.1.1 Procedimentos para o ingresso do bem no CT.....	37
4.1.2 Movimentação do Setor ao Desfazimento.....	36
4.2 Levantamento e análise dos dados de aquisição e de resíduos de impressoras.....	39
4.2.1 Dados de aquisição das impressoras.....	39
4.2.2 Obsolescência programada das impressoras ativas.....	40
4.2.3 Dados de REEE das impressoras.....	42
4.3 Proposições.....	48
4.3.1 Comunicação.....	48

4.3.2 Sistema de controle e comunicação.....	48
4.3.3 Plano Gestão de Logística Reversa (PGLS) e Unidade de Recuperação (UR)	48
4.3.4 Fluxograma.....	50
4.3.5 Parcerias estratégicas.....	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

1. Introdução

O uso de Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) vem crescendo entre a sociedade, devido aos benefícios de sua utilização, pois os mesmos são eficientes na realização e desenvolvimento de atividades de forma ágil e com menos falhas de execução. Como citado por De Castro et al. (2017), dentre as vantagens dos EEE tem o fato de que os mesmos possibilitam a troca rápida e fácil de dados, possibilitando um maior e melhor acesso a informações e conhecimentos, independentemente do lugar no planeta. E assim, no segmento das Instituições de Ensino Superior (IES), os EEE possibilitam que as atividades prestadas, em todos os setores da instituição, sejam executadas com maior eficiência, incluindo a geração e repasse de conhecimentos, aperfeiçoando a aprendizagem (FLORES, RIBEIRO & ECHEVERRIA, 2017).

Com isso, devido ao benefício gerado pelo uso dos EEE, a sociedade, incluindo as instituições, está cada vez mais dependente desses materiais (KLINGER et al., 2017) e, tal necessidade unida a fatores como o crescimento econômico e o avanço tecnológico tem gerado um aumento gradual na demanda desses bens e, conseqüentemente, uma maior quantidade de EEE descartados (FERREIRA, 2018).

Dentre tantos equipamentos necessários as instituições, tem-se as impressoras que são importantes ferramentas no desenvolvimento de atividades e facilita a troca de informações entre os setores da instituição. Entretanto, assim como os demais EEE, as impressoras possuem um tempo de vida útil e quando o mesmo chega ao fim, esses equipamentos ficam obsoletos e são descartados na forma de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE).

Tais resíduos, segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) são considerados perigosos devido a sua composição, materiais tóxicos e metais pesados, como chumbo e mercúrio, e, assim, necessitam de um manejo correto para evitar os possíveis impactos negativos (BRASIL, 2010). De acordo com Medina et al (2018), se os REEE forem descartados em ambientes inadequados, os mesmos podem gerar conseqüências negativas ao meio ambiente, seja no solo, na água e/ou no ar.

Fu & Wang (2011) abordam que além dos danos ambientais, os REEE podem causar sérios impactos à saúde humana, principalmente quando há o contato direto, isto é, quando as pessoas trabalham com o resíduo sem uso do Equipamento de Proteção Individual EPI (JAISHANKAR et al., 2014).

Ademais, os impactos causados pelo descarte incorreto dos REEE, não se resumem aos ambientais, há impactos sociais e econômicos também. Os quais, consistem

em desperdício de recursos, visto que os mesmos apresentam elementos da tabela periódica que são recuperáveis e possuem valor no mercado. No ano de 2016, o valor total dessas matérias primas presentes nos REEE, ou seja, matérias primas secundárias dos REEE, foi de cerca de 55 bilhões de euros (BALDÉ et al., 2017).

Por isso, é importante que haja uma gestão eficiente desses resíduos, de modo que busque evitar ou minimizar os impactos ambientais e as perdas econômicas. Sendo tal medida válida para toda a sociedade, incluindo as instituições de ensino. Ademais, uma gestão eficiente é uma gestão que busca gerenciar esses resíduos de forma adequada, como recolher e acondicionar em locais apropriados e também realizar a destinação correta, o que inclui o plano de logística reversa que a PNRS toma como obrigação de todos os envolvidos no ciclo de vida desses equipamentos (BRASIL, 2010).

Na logística reversa, os REEE, podem ser restaurados e retornar a sua função, como também podem ser recuperados parcialmente, verificada as peças que são viáveis e reaproveita-las e o restante descartar corretamente como rejeito. Vale ressaltar que a logística reversa deve ser aplicada tanto na esfera privada como na esfera pública.

Assim, tem-se que, na esfera pública, tal processo de desfazimento dos patrimônios é regido por lei, que impõe a necessidade de analisar o processo de desfazimento (DINIZ, 2016). Em que, dentro da esfera pública, temos as IES, que por sua vez se encontram entre as maiores geradoras de resíduos sólidos (COSTA, 2010), principalmente equipamento de informática e telecomunicações, com base na Diretiva nº 2002/96/CE, no qual inclui as impressoras.

Por isso, a necessidade de estudar a gestão desses resíduos nas IES. Uma vez que, o desenvolvimento de pesquisas voltado para os REEE leva a sua gestão, o qual serve até como modelo de gerenciamentos, para as demais instituições (PAES et al, 2017).

Ademais, a justificativa desse trabalho é verificar se a gestão das impressoras, no CT/UFPB está em conformidade com a legislação ambiental vigente, pois como aborda a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) os setores públicos precisam ser e dar o exemplo para a comunidade. E assim, propor alternativas para tornar a gestão mais sustentável como recomenda a PNRS e o Plano de Gestão de Logística Sustentável, utilizando as impressoras do Centro de Tecnologia como estudo de caso.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar as etapas do gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos, especificamente de impressoras, no Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal da Paraíba

1.1.2 Objetivos Específicos

- Quantificar a aquisição, no período de 2012 a 2019, e os resíduos de impressoras existente no Centro de Tecnologia – CT.
- Analisar os pontos, positivos e negativos, do gerenciamento desse tipo de resíduo no Centro de Tecnologia da UFPB.
- Propor alternativas para um gerenciamento mais sustentável de impressoras.

1.2 Hipótese

Em meio ao crescente consumo de equipamento eletroeletrônicos nas instituições de ensino, dentre eles as impressoras, há um aumento na geração de resíduos que necessitam ser gerenciados de forma sustentável, caso contrário, pode haver danos econômicos e ambientais para a instituição. Dentre os instrumentos importantes para que ocorra uma gestão sustentável dos resíduos eletroeletrônicos, é imprescindível que haja um plano de gestão de logística sustentável, sistema de controle e fiscalização e comunicação entre as partes envolvidas.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – REEE

Segundo a diretiva 2012/19/UE da União Europeia, entende-se que os Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) são os materiais que para funcionar dependem de correntes elétricas e campos magnéticos (UNIÃO EUROPEIA, 2012). Onde, tais circuitos elétricos e magnéticos têm a função de armazenar, transmitir ou processar dados.

A Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) assim como a Associação Brasileira de Indústria Eletroeletrônica (ABINEE) conceituam os EEE do mesmo modo que a diretiva europeia. No entanto, em relação a classificação dos EEE e, conseqüentemente, dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), há uma diferença entre Brasil e Europa.

Segundo a ABDI, os eletroeletrônicos podem ser classificados em quatro categorias (Quadro 1), dentre elas a linha verde (equipamentos de informática e telecomunicações) que inclui as impressoras.

Quadro 1. Categorias dos EEE no Brasil segundo a ABDI (2013)

Categoria	Exemplos de EEE
1- Linha branca	Refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar.
2- Linha marrom	Equipamentos de vídeo e áudio.
3- Linha azul	Ferramentas elétricas e equipamentos portáteis.
4- Linha verde	Equipamentos de informática e telecomunicações.

Fonte: Adaptado de ABDI (2013)

Enquanto que o Parlamento Europeu, por meio da Diretiva nº 2012/19/UE, classifica os equipamentos eletroeletrônicos em 10 categorias (Quadro 2), que varia de acordo com a sua função, estrutura, entre outras variáveis.

Quadro 2. Categorias dos EEE de acordo com a norma diretiva nº 2012/19/UE

Categoria	Exemplos de EEE
1-Eletrodomésticos de grande porte	Fogões, geladeiras, micro-ondas, aparelhos de refrigeração, máquinas de lavar roupa.
2-Eletrodomésticos de pequeno porte	Aspiradores, ferro de passar roupa, fritadeiras, facas elétricas.
3-Equipamentos de informática e telecomunicações	Computadores, copiadoras, impressoras, telefones, tablets.
4-Equipamentos de consumo	Câmeras, instrumentos musicais, rádios, televisões.
5-Equipamentos de iluminação	Lâmpadas fluorescentes, lâmpada de sódio.
6-Ferramentas eletroeletrônicas	Máquinas de costura, furadeiras, parafusadeiras, serras.
7-Brinquedos e equipamento de desporto e lazer	Equipamentos para esporte, brinquedos elétricos, jogos de vídeo game.
8-Equipamentos médicos	Equipamentos de cardiologia, diálise, radioterapia, ventiladores pulmonares.
9-Instrumentos de monitoramento e controle	Detectores de fumaça, reguladores térmicos.
10-Distribuidores automáticos	Distribuidores automáticos de bebidas, de dinheiro.

Fonte: Adaptado do Anexo 1 A e B da Diretiva nº 2012/19/UE.

Tais EEE possuem um período de vida útil, isto é, um tempo em que eles desempenharão a sua função, sendo que é imprescindível ressaltar que esse tempo varia de acordo com o tipo de EEE, a forma como são utilizados, dentre outras séries de fatores. Entretanto, apesar das diferenças existentes quanto ao período que cada material irá desempenhar a sua função, há em comum o fato de que todos irão, em algum momento, ficar inoperantes e, assim, serem descartados na forma de resíduo, no caso dos EEE, em Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), também conhecidos como lixo eletrônico, e-lixo entre outras nomenclaturas (MAGALHÃES, 2011).

Segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), os resíduos sólidos, incluindo os REEE, são materiais descartados advindos de atividades que tenham, diretamente ou indiretamente, interferência humana, mas que ainda podem ser tratados e recuperados e, assim, desempenhar uma função. Diferentemente dos rejeitos, que são

resíduos que não possuem mais nenhuma possibilidade de tratamento e recuperação, restando apenas a destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Contudo a forma no qual os resíduos sólidos são gerenciados, como as técnicas de tratamento e recuperação adotadas e a destinação final correta, diferenciam-se quanto ao tipo de resíduo. Por exemplo, o gerenciamento dos resíduos sólidos advindos dos serviços de saúde é diferente dos resíduos decorrentes da construção civil, pois há distinções quanto a caracterização dos mesmos, e conseqüentemente, os possíveis riscos decorrentes de cada um. Com isso, há alguns tipos de resíduos que são mais perigosos que outros e requerem mais cuidados.

Segundo a PNRS, os REEE são classificados como resíduos perigosos e, portanto, requer manejo e descarte próprio (BRASIL, 2010). Tal cuidado é extremamente necessário, visto que, descartado de forma incorreta os REEE podem gerar sérios impactos negativos devido a sua composição. Como por exemplo, a presença de metais pesados, como chumbo e mercúrio, que são tóxicos e nocivos ao meio ambiente e a saúde humana (FU & WANG, 2011).

Além dos metais pesados, os REEE possuem outros componentes que podem causar danos caso sejam descartados de forma incorreta, como plásticos e componentes eletrônicos (ARAÚJO, 2013). Porém se forem gerenciados de forma correta, tais danos podem ser amenizados além de gerar ganhos econômicos.

Com base no Quadro 3, é possível identificar os principais elementos presentes na composição dos REEE, onde segundo a Comunidade Europeia, insumos de alto valor são desperdiçados devido ao modelo atual de gestão dos REEE (XAVIER & LINS, 2018).

Quadro 3. Composição de uma tonelada de sucata eletrônica mista.

Componente	Porcentagem
Ferro	Entre 35 e 40
Cobre	17
Fibras e Plásticos	15
Alumínio	7
Papel e Embalagem	5
Zinco	Entre 4 e 5
Resíduos Não Recicláveis	Entre 3 e 5
Chumbo	Entre 2 e 3
Ouro	0,0002 a 0,0003
Prata	0,0003 a 0,001
Platina	0,00003 a 0,00007

Fonte: NATUME e SANT'ANNA, 2011. Adaptado de Rodrigues (2007) e Meius Engenharia Ltda (2009).

A presença de elementos como cobre e chumbo, dentre outros metais nocivos ao meio ambiente e a saúde humana, principalmente aos que têm contato direto com esses elementos, faz com que seja necessário um manejo eficiente desses resíduos.

Tem-se que a presença de metais pesados nos componentes dos REEE requer atenção quanto a destinação final dos mesmos, pois tais metais são tóxicos e se descartados de forma incorreta podem contaminar o solo, a água e o ar (MORALES, 2014; ABDI, 2013).

Além de causar problemas a saúde humana, como dores de cabeça, efeitos carcinogênicos e até mesmo a morte, principalmente quando há contato direto com os resíduos sem o uso de EPI (JAISHANKAR et al., 2014).

Freitas (2009), ressalta os perigos ao meio ambiente como um todo, seja a qualidade da água, do solo, da flora ou da fauna, devido ao descarte incorreto dos REEE, além dos danos à saúde humana.

Por isso a importância de buscar descartar de forma correta esses resíduos, mas também, buscar diminuir o número de REEE que são descartados nos aterros sanitários sem nenhuma possibilidade de tratamento e reabilitação, através da Redução, Reutilização e/ou Reciclagem (3Rs).

Visto que quanto maior o volume de REEE descartados, maior a necessidade de construir novos aterros sanitários para suportá-los e no Brasil há um problema em encontrar áreas crescentes para construção de aterros (SILVA, 2018). Vale lembrar que,

se os REEE não forem descartados nos aterros, as outras opções mais comuns, no país, são as queimadas e os lixões em que os danos gerados ao meio ambiente são bem maiores, como já ressaltado.

Segundo dados do Global E-waste Monitor 2017, que é o relatório global de REEE, produzido pela International Telecommunication Union (ITU), em parceria com a Universidade das Nações Unidas (UNU) e da Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA), em 2016 foi gerado cerca de 44,7 milhões de toneladas métricas de resíduos, advindos dos EEE, um aumento, em relação ao ano de 2014, de 8% e estimasse que até 2021 o crescimento seja de 17%, ou seja, seja gerado 52,2 milhões de toneladas métricas de REEE no mundo. Em que, para os dados de 2016, tem-se que as Américas foram responsáveis por 11,7 milhões de toneladas, e o Brasil gerou cerca de 1,5 milhão de toneladas de REEE. Ademais, apenas 20% dos REEE gerados no mundo, isto é, 8,9 milhões de toneladas métricas, foram reciclados e em países latino-americanos a taxa cai para menos de 5% de REEE reciclados, exceto o México com 34%, sendo que um dos principais responsáveis por isso é a falta de legislações e políticas nacionais voltadas para os resíduos (BALDE et al., 2017).

É imprescindível que haja uma gestão eficiente desses resíduos, pois como analisado há uma grande quantidade de REEE gerados, no entanto, a fração que é reciclada é mínima tendo em vista o grande potencial de reciclagem, reutilização e reuso que os eletroeletrônicos possuem. Um exemplo é que de cada tonelada gerada de REEE há cerca de 0,2 tonelada de cobre e tal material pode ser reutilizado na indústria tendo a mesma qualidade do cobre virgem, ou seja, de como foi extraído da natureza e assim, reduzir o processo de mineração (SIQUEIRA e MARQUES, 2012).

É bem verdade que o processo de reciclagem dos REEE é mais complexo devido a sua composição, como a presença de elementos tóxicos e devido a necessidade de uma capacitação técnica maior, diferentemente do processo de reciclagem das latinhas de alumínio que é um processo mais simples e de maior conhecimento.

No entanto, assim como a reciclagem das latinhas a dos REEE pode ser viável e eficiente, do ponto de vista econômico, ambiental e social. Porém é preciso que haja cumprimento da legislação vigente, investimento financeiro e capacitação técnica (DEMAJOROVIC & AUGUSTO & SOUZA, 2016).

Um tema que vem ganhando destaque no Brasil e no mundo é a mineração urbana, ou seja, a extração de metais preciosos, como ouro, prata e cobre, dos REEE. Tal atividade alinha o desenvolvimento sócio econômico com a sustentabilidade. Segundo

Baldé et al. (2018), com base na geração de REEE no Brasil em 2016, o valor potencial dos REEE somando os quatro metais, cobre, alumínio, ouro e prata, foi em torno de 4 bilhões de reais, enquanto que no mundo, o valor potencial dos metais contidos nos REEE foi de aproximadamente 55 bilhões de euros, superando o PIB de vários países.

Ademais, estudo realizado pelo Conselho Científico das Academias Europeias (EASAC, 2016) informa que o uso de recursos hídricos e o consumo energético são bem menores na mineração urbana do que na mineração tradicional.

É notório que o número de REEE gerados no Brasil vem crescendo, dentre os fatores tem o aumento da quantidade de usuários da tecnologia da informação e a redução do tempo de vida útil dos equipamentos eletroeletrônicos (XAVIER & LINS, 2018). Por isso a necessidade de investir no gerenciamento sustentável desses resíduos e reduzir os impactos negativos gerados e que não se limitam apenas a questão ambiental, mas envolvem a questão econômica e social, assim como a saúde humana.

2.2 Impressoras

Entre os equipamentos eletroeletrônicos mais utilizados, aparecem as impressoras que estão contidas na linha verde e na categoria de equipamentos de informática e telecomunicações, segundo a ABDI e o Parlamento Europeu, respectivamente.

Tais EEE são extremantes necessários nos dias atuais, para os diversos tipos de impressões, como documentos. Sendo os mesmos presentes, na sociedade, em diferentes modelos e funções, porém todos apresentam composição semelhantes, como a presença de plásticos e metais, dentre eles os metais pesados que são extremantes prejudiciais ao meio ambiente e a saúde humana.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC) que fez uma pesquisa amostral com consumidores de eletroeletrônicos, 27% das impressoras têm um tempo de uso de menos de 3 anos, e também nem todas as impressoras que apresentam algum defeito são levadas ao conserto. Além do que, os dados da pesquisa mostraram que 45% dos entrevistados deixam guardados os seus REEE em suas próprias residências, muitos por acomodação e outros por não saberem destinar tais resíduos (IDEC, 2014).

Verificou-se também que muitas impressoras são descartadas sem ao menos a realização de um reparo simples, como limpeza e substituição de uma peça, poderia recuperá-las e, assim, expandir seu tempo de vida útil evitando o descarte precoce.

Em relação ao descarte, o mesmo deve ser feito de forma correta devido a composição de metais pesados e tóxicos presentes nas impressoras, há algumas empresas

que atuam com a logística reversa, isto é, recebem o seus REEE para o descarte correto, como por exemplo o programa de coleta da empresa EPSON. No qual, vale destacar que o reaproveitamento dos REEE nos ciclos industriais, causa redução no custo de produção de novos EEE e, conseqüentemente, lucro as empresas, além de ganhos ao meio ambiente (ROCHA & DE SOUZA, 2017).

No entanto, falta comunicação entre a sociedade e os setores privados que atuam com tal política, pois muitos não sabem onde e como destinar seus resíduos, acumulando-os em casa ou descartando em locais inapropriados, sendo que ambos são prejudiciais ao meio ambiente e a saúde humana, além de causar perdas a economia.

2.3 Logística Reversa e Economia Circular

O entendimento de logística é voltado, de modo geral, apenas para o deslocamento dos materiais entre o local de produção e o de consumo. No entanto, há uma movimentação entre o local de consumo e o fabricante que precisa ser gerenciado (OLIVEIRA, 2017), isto consiste no conceito de logística reversa que nos últimos anos vem ganhando destaque no Brasil e no mundo.

A logística reversa propõe a alteração do fluxo linear e direto dos materiais, ou seja, do fabricante ao consumidor, por um fluxo cíclico, adicionando o fluxo reverso que consiste no retorno do material ao fabricante (NOVAES, 2016).

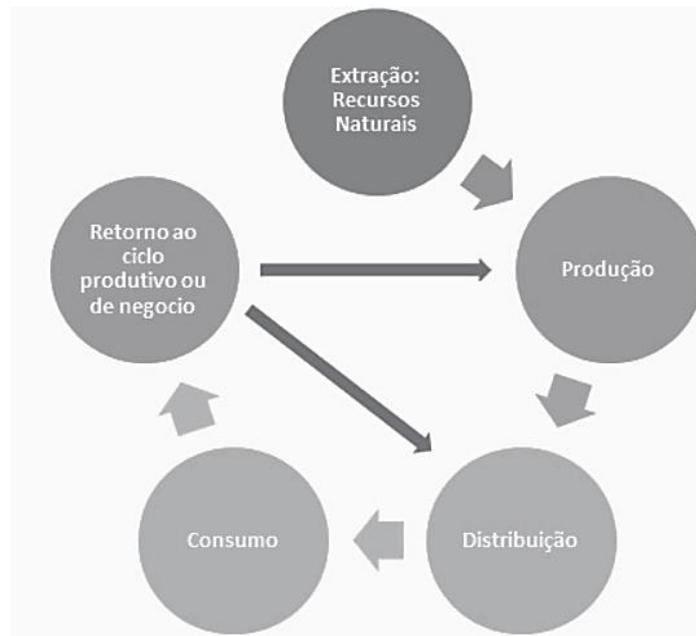
Esse retorno pode ser tanto dos bens consumidos, logística de pós-consumo, como os não consumidos, logística de pós-venda (LEITE, 2012). Porém independentemente do tipo de retorno, essa gestão reversa busca reintroduzir os resíduos na cadeia produtiva e, assim, reduzir o desperdício de matérias e o descarte incorreto.

Segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), a logística reversa é definida como:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada, (BRASIL, 2010);

Lacerda (2002) reforça ao citar que essa logística busca retornar o equipamento ao seu setor de origem, após o seu consumo, reintroduzindo-o ao ciclo de produção (Figura 1) e, assim, valorando os resíduos e evitando descarte incorreto dos mesmos, pois tal descarte pode acarretar em impactos ambientais, sociais e econômicos negativos.

Figura 1. Fluxo da logística reversa



Fonte: Carneiro (2018)

Segundo Zarbakhshnia, Soleimani e Ghaderi (2018), há três fatores que motivam a recuperação dos resíduos sólidos, incluindo os REEE, são: Legislação que consiste no motivador social; a economia gerada, pela recuperação do material, que consiste no motivador financeiro e; preocupações ambientais, decorrente do descarte incorreto, tal fator consiste no motivador verde.

Há empresas no mercado brasileiro que utilizam do sistema de logística reversa e vêm apresentando resultados satisfatórios, principalmente do ponto de vista econômico, dentre elas temos os setores de bebidas. Assim como, as siderúrgicas que utilizam as latas de alumínio como matéria prima, pois para reciclar uma tonelada de latas é gasto apenas 5% da energia necessária para produzir a mesma tonelada a partir do alumínio virgem (RODRIGUES et al., 2002).

No entanto, apesar da importância dessa logística, nem todos os setores a conhecem e/ou colocam em prática, como por exemplo as empresas do setor de informática que poucas utilizam da gestão reversa.

Segundo Xavier e Lins (2018), apenas seis cadeias produtivas tem um sistema de logística reversa implantada, são: agrotóxicos, óleos lubrificantes, embalagens, lâmpadas, pilhas e baterias e pneus. Mesmo com a implantação da PNRS que estabelece critérios para implantação, entre empresas produtoras, dessa gestão reversa entre os resíduos, incluindo os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos.

A ABRELPE, ressalta o quão é importante que haja a implantação desse sistema, pois além de reduzir o volume de resíduos nos aterros sanitários, possibilita também a geração de renda, pois os resíduos sólidos, e isso inclui os eletroeletrônicos, têm valor agregado.

É válido ressaltar que alguns fatores, como extensão territorial do Brasil que é continental, gera custos elevados de operação, assim como outros fatores de implantação, porém tais custos são reduzidos com o gerenciamento dos resíduos, além do mais os custos de implantação dessa gestão são menores do que os custos para recuperação ambiental decorrente dos impactos negativos gerados (ABDI, 2013).

Pelo fato de que a implantação da logística reversa gera um custo as empresas produtoras, e conseqüentemente aos produtos, há um conceito bastante difundido na Europa que é o custo visível, isto é, o cliente é informado a respeito do percentual ou valor absoluto correspondente ao custeio da logística reversa, como uma forma de transparência (XAVIER & LINS, 2018). É uma forma interessante de deixar a sociedade informada a respeito de como aquela empresa gerencia os seus resíduos, afinal a PNRS cita que a responsabilidade em gerenciar os resíduos é compartilhada, ou seja, envolve todos que fazem parte do ciclo de vida do material (BRASIL, 2010).

No entanto, no Brasil apenas o setor de lâmpadas pós-consumo que atua com o conceito de custo visível (XAVIER & LINS, 2018). Logo, entende-se que o Brasil vem avançando nessa questão, tendo como marco inicial a Lei 12.305 de 2010 que é a PNRS e o fator da mesma está ligada a Lei de Crimes Ambientais, porém ainda é preciso avançar muito para implementar a logística reversa na cultura brasileira, principalmente dos REEE que são perigosos e necessitam de um maior cuidado.

Assim como a logística reversa, a economia circular é um conceito que surgiu com os mesmos propósitos, gerir os resíduos de forma correta e sustentável, atribuindo valor aos mesmos. Tem-se que a economia circular é uma concepção mais recente no mundo, em que vem ganhando destaque na Europa e começando a entrar em território brasileiro.

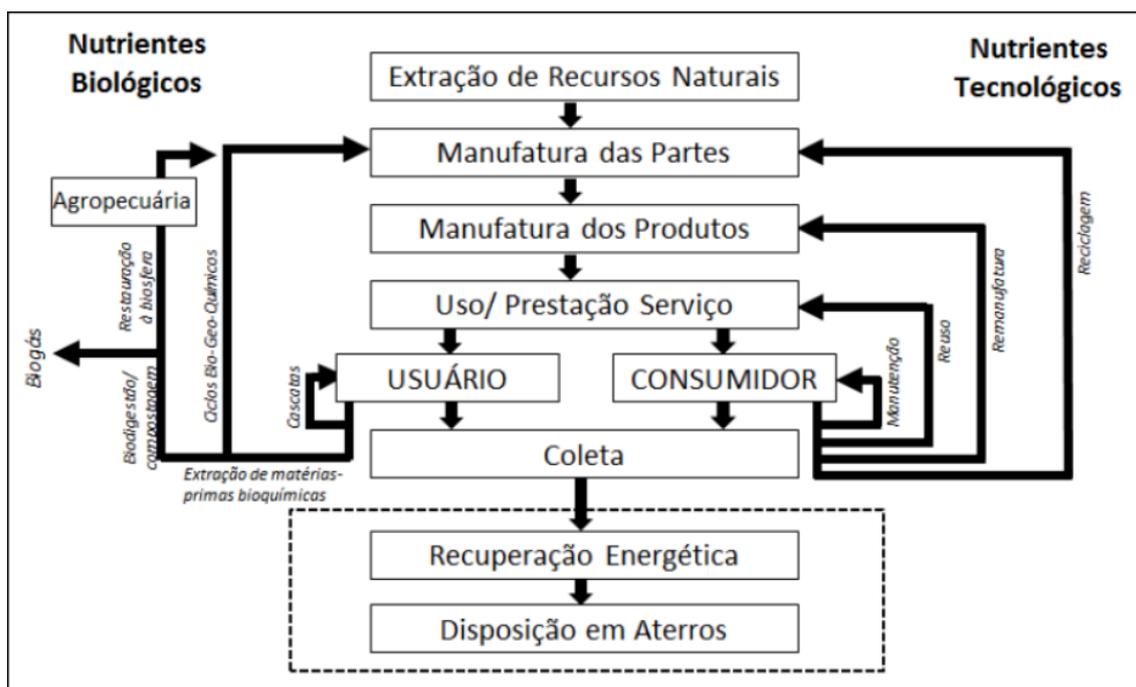
Segundo a Fundação Ellen Macarthur (EMF, 2019), a economia circular é um modelo sustentável, eficiente e “restaurador” que tem como objetivo, com uma estrutura circular, recuperar todos os materiais, tornando esses resíduos em insumos para novos produtos.

Com isso, tem-se que os objetivos da economia circular são análogos aos da logística reversa, isto é, são modelos de gestão que buscam corrigir o sistema linear atual,

que consiste apenas do fabricante ao consumidor, substituindo-o por um modelo que valorize os resíduos, atribuindo utilização aos mesmos e uma economia mais robusta (HOUSE OF COMMONS ENVIRONMENTAL AUDIT COMMITTEE et al., 2014).

No entanto, a economia circular difere da logística reversa em alguns pontos, como o fato de a mesma atuar com a gestão reversa dos materiais orgânicos também e não apenas com os inorgânicos, como mostra a Figura 2.

Figura 2. Modelo de fluxo da Economia Circular da EMF



Fonte: RIBEIRO & KRUGLIANSKAS (2014) adaptado de EMF (2012)

Como visto na figura 2, o processo se dá através de um sistema com dois ciclos, um para cada tipo de material, diferenciando o ciclo técnico do biológico, porém os dois com o mesmo objetivo.

A EMF (2019) aborda que a economia circular se fundamenta em três princípios, são eles:

- Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis;
- Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico;
- Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas, desde o princípio.

Com isso, tem-se que esse modelo de gestão, vai além da simples destinação correta dos resíduos, como ressalta Kim et al. (2018), ela busca reduzir a geração de resíduos, retornando-o ao ciclo produtivo ou até mesmo através da substituição de um equipamento por uma função ou serviço.

No entanto, é um conceito mais complexo e assim como a logística reversa, enfrenta alguns desafios, como o fato de ser preciso redesenhar os produtos, para que seja executado de forma eficiente em todos os setores produtivos. Na Europa os estudos estão mais avançados, porém no Brasil tal conceito é muito recente e ainda é preciso maior entendimento sobre, mais discussões, para que assim o mesmo seja implantado em grande escala.

2.4 Aspectos Legais dos REEE

O Brasil tem como característica ser um país com uma abundância de recursos naturais e durante a sua época de colônia de exploração, o país teve um intenso processo de extração desses recursos de forma desorganizada e sem medir os possíveis impactos decorrentes (FERREIRA & RAVENA, 2016). E essa cultura de exploração em massa sem medir as consequências, ficou enraizada na sociedade. De modo que, a população não tem conhecimento a respeito dos grandes impactos que o gerenciamento incorreto dos REEE pode causar, por exemplo.

Com isso, é necessário que haja instrumentos para preservar o meio ambiente, não apenas da exploração irregular dos recursos naturais, mas também como forma de regulamentar o manejo correto dos produtos, materiais advindos de tais recursos, como os EEE, de modo que minimize os impactos negativos. Sendo a legislação, esse instrumento de defesa e proteção do meio ambiente, e assim, se caracterizando como a ferramenta essencial para uma gestão sustentável (FERREIRA & RAVENA, 2016).

Segundo Silva e Da Costa Lima (2013), a legislação ambiental é uma etapa essencial para que haja uma gestão ambiental dentro da empresa, no entanto tal afirmação serve para a sociedade como um todo, ou seja, a legislação é fundamental no processo de desenvolvimento sustentável no Brasil, tanto em órgãos públicos como privados.

E dentro da temática dos REEE, a legislação brasileira é relativamente jovem, pois, tem como marco inicial para a gestão correta dos resíduos sólidos, incluindo os REEE, a Lei 12.305 de 2010 que é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Tal política, aborda o conceito de responsabilidade compartilhada, isto é, todos os envolvidos no ciclo de vida do material, da sua fabricação a destinação final, são

corresponsáveis com a gestão correta do material, de modo que os materiais sejam utilizados de forma sustentável, através da implantação de logística reversa e descarte correto (BRASIL, 2010).

A PNRS ressalta que os resíduos sólidos são diferentes do ponto de vista da sua composição, e com isso requer um manejo próprio. Dentre os diferentes tipos de resíduos, tem-se os REEE que são considerados perigosos e por tanto, possuem uma destinação diferente dos demais, além da obrigação legal de que seja implantada a logística reversa, sob a responsabilidade compartilhada, no seu ciclo de vida (BRASIL, 2010).

Além da lei nacional, há legislações a nível estadual e municipal que começaram a surgir e ganhar força devido a PNRS, como por exemplo tem-se a Lei 9.129 de 2010, do estado da Paraíba, que aborda o gerenciamento e a destinação final dos resíduos advindos de equipamentos eletroeletrônicos.

E também existem os decretos que são importantes instrumentos regulamentadores da gestão dos REEE, a nível nacional, como o Decreto 9.117 de 2017 que estabelece a obrigatoriedade de que todos os envolvidos no ciclo de vida dos resíduos tenham o compromisso de implantar a logística reversa (XAVIER & LINS, 2018).

No Brasil há, duas normas técnicas que estabelece procedimentos e requisitos em relação aos REEE, são elas: NBR 15.833:2010 que é voltada para a gestão reversa de aparelhos de refrigeração e a NBR 16.156:2013 trata da gestão reversa dos REEE como um todo (XAVIER & LINS, 2018).

Com base na Organização das Nações Unidas (ONU), tem a agenda 21 brasileira que busca o gerenciamento sustentável dos resíduos, incluindo os REEE, o tratamento e destinação final. Segundo Malheiros et al (2008), a agenda é um planejamento participativo, que envolve o governo e a sociedade e busca atingir a sustentabilidade ambiental no país.

Na União Europeia, tem-se uma legislação mais consolidada dos REEE, onde, diferentemente do Brasil, há uma legislação mais voltada para o gerenciamento desses resíduos, ou seja, a União Europeia define melhor a responsabilidade de todos os envolvidos (DA COSTA SOUZA & DO NASCIMENTO TEIXEIRA, 2015).

No entanto, é importante ressaltar que a legislação é essencial para que haja um a gestão sustentável dos resíduos, porém não é suficiente. Isto é, o Brasil define que o gerenciamento dos REEE é de todos, incluindo a sociedade em geral e para que haja tal participação é preciso uma educação ambiental.

A educação ambiental é importante para que, a cultura de cuidar dos recursos naturais e gerencia-los de maneira correta e sustentável, seja enraizada na sociedade como um todo.

2.5 Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P

Uma ferramenta bastante importante para a gestão correta dos REEE no CT e na UFPB como um todo, é o Plano de Gestão de Logística Sustentável (PGLS), definido na instrução normativa nº 10, de 12 de novembro de 2012, pela Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG).

O PGLS busca definir critérios, diretrizes e práticas para a implantação do desenvolvimento sustentável na administração pública federal. Pois o plano é construído de ferramentas e mecanismos para a implantação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) na administração pública (BRASIL, 2012). Com isso, o PGLS permite e impõe que a UFPB crie um SGA, para gerenciamento correto dos bens desde a compra até o descarte final.

Junto com o PGLS, tem-se um dos principais programas referenciais, a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) que busca inserir, na administração pública, incluindo Instituições de Ensino Superior, a responsabilidade socioambiental, através de critérios de sustentabilidade. Assim, tais critérios promovem uma mudança nas atividades da administração pública, de modo que as mesmas sejam sustentáveis, dentre as mudanças tem-se uma maior digitalização dos documentos reduzindo a quantidade de impressões. Pois é extremamente importante que haja tais iniciativas nos setores públicas como forma de “dar o exemplo”. (MMA, 2009).

3. Metodologia

Inicialmente, foi escolhido o local da pesquisa, pois a mesma é de caráter aplicado, assim como é quantitativa e de caráter exploratório e descritivo em virtude dos objetivos do trabalho (FANTINATO, 2015)

3.1 Área de estudo

A área de estudo foi a Universidade Federal da Paraíba, Campus I (Figura 3), mais precisamente o Centro de Tecnologia (CT) que consiste em uma das unidades gerenciadas pela Unidade Gestora UFPB (UG-UFPB). Tal escolha se deu pelo CT possuir dados suficientes e apresentar disponibilidade para execução da pesquisa.

Figura 3. Mapa do Campus I da UFPB



Fonte: < <http://www.ccs.ufpb.br/cfisio/contents/menu/institucional/estrutura-administrativa> > Acesso em 17/07/2019.

De acordo com a Divisão de Patrimônio (DIPA) a UFPB está dividida em 4 campus: Campus I – UFPB; Campus II – Areia; Campus III – Bananeiras; Campus IV – Rio Tinto. No qual, há 9 Unidades Gestoras (UG) ao total, sendo 7 UG presentes no campus I.

Ademais tem-se que, cada UG é responsável por determinadas unidades e pela aquisição, recepção, registro e tombamento, controle e descarte dos patrimônios,

incluindo as impressoras que consistiu no objeto de estudo, devido a mesma apresentar impactos negativos quando descartado de forma incorreta, análogo aos demais REEE, mas que não possui a mesma atenção.

3.2 Análise do fluxograma dos EEE no CT

Nesta etapa verificou-se a partir, de entrevista informal junto aos setores que atuam diretamente na movimentação das impressoras, desde a sua aquisição até o descarte final, no caso a Divisão de Patrimônio (DIPA), o setor de patrimônio do CT e o setor de informática do CT.

Tal informação é importante para analisar o gerenciamento dos resíduos e quais pontos estão sujeitos a falhas e, conseqüentemente, levam a possibilidade de ocorrência de impactos negativos, no setor econômico, social e ambiental.

O fluxograma foi obtido junto ao DIPA que é responsável por mapear a movimentação dos patrimônios, da unidade gestora UG-UFPB, onde o CT está inserido.

3.3 Levantamento dos dados de aquisições e de resíduos de impressoras

3.3.1 Dados de Aquisições de Impressoras

Os dados foram obtidos a partir do relatório de Bens emitido pelo Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos (SIPAC), que consiste no sistema utilizado pela UFPB para controle dos materiais adquiridos pela instituição, com autorização do Diretor da DIPA que é o responsável pela UG-UFPB.

Foram obtidos dados referentes a compra de todos os tipos de Equipamentos Eletroeletrônicos pelo CT no período de janeiro de 2010 a abril de 2019. Entretanto, para análise da pesquisa realizou-se um filtro, em que foi coletado apenas os dados referentes as impressoras adquiridas no período de 2012 a 2019, foi justificada com base no tempo médio de vida útil desse tipo de equipamento.

Em que, tem-se que a escolha da impressora foi com base no fato de ser um estudo inédito e extremamente importante para o gerenciamento correto desse tipo de resíduo.

Com isso, para tratamento dos dados, foi utilizado o software Microsoft Excel 2016, onde foi feita uma tabela informando o número de patrimônio, a denominação, o valor de compra e o ano de aquisição (Figura 4). Vale ressaltar que esses dados foram extraídos do relatório de Bens disponibilizado pela DIPA através do SIPAC.

Figura 4. Dados de aquisição das impressoras do Centro de Tecnologia-UFPB no período de 2012 a 2019.

Patrimônio	Denominação	Valor (R\$)	Ano
65-045.674	IMPRESSORA 3D	195.060,00	2012

Fonte: Acervo do autor (2019)

3.3.2 Dados de REEE de Impressoras

Após análise da quantidade de impressoras adquiridas no CT, a pesquisa buscou verificar a quantidade de impressoras que se encontravam obsoletas e armazenadas no centro, ou seja, impressoras que não eram mais utilizadas, mas também não foram encaminhadas a DIPA para realização do descarte final da mesma.

Assim, para recolhimento desses dados, foi realizado dois procedimentos: a) catalogação dos resíduos de impressoras presentes em um depósito improvisado e provisório, b) catalogação de impressoras acondicionadas em ambientes de professores e secretarias do CT.

a) Catalogação dos Resíduos no Depósito

Inicialmente foram catalogados os materiais presentes em um depósito, localizado no bloco CTJ, a análise foi realizada no mês de abril de 2019.

Em seguida, foi elaborada uma planilha (Figura 5), utilizando o software Microsoft Excel 2016, para armazenamento dos dados de cada impressora como forma de controle, no qual na planilha continha os seguintes dados: Número de catalogação, equipamento, marca, número de patrimônio, número de série, modelo e peso.

Figura 5. Catalogação dos resíduos de impressoras

Número	Equipamento	Marca	Modelo	Patrimônio	Nº de Série	Peso (Kg)
2	Impressora	Xerox	217729	Phase 3124	-	6,6

Fonte: Acervo do autor (2019)

Para pesagem das impressoras, foi utilizado a balança digital Dynora DY-500 (figura 6). Vale ressaltar que nem todos os dados foram preenchidos, visto que nem todas impressoras continham todas as informações necessárias.

Figura 6. Balança Dynora DY-500



Fonte: Acervo do autor (2019)

b) Catalogação dos Resíduos em ambientes de professores e secretarias

Para esta etapa, foi escolhido como espaço amostral o CTJ. Nos quais os dados recolhidos foram: marca, patrimônio e tempo de acondicionamento, isto é, quanto tempo o equipamento se encontrava armazenado naquele ambiente.

Alguns dados, como peso, que foi catalogado nos resíduos presentes no depósito, não foram captados nas salas do CTJ devido a inviabilidade. Tais dados foram armazenados em planilha, utilizando o software Microsoft Excel 2016. Vale ressaltar que, assim como no depósito, nem todas as informações foram preenchidas.

c) Entrevistas

A entrevista foi utilizada para obter informações a respeito de como ocorre a movimentação dos REEE, incluindo as impressoras, no CT e verificar se há um plano de logística reversa junto a uma unidade de recuperação.

As entrevistas foram realizadas em setores selecionados que atuam diretamente na movimentação das impressoras e seus resíduos, como Setor de Patrimônio da UG-UFPB e do CT e o Setor de Informática, de modo que fosse possível obter informações relevantes para com o trabalho. Além da entrevista realiza junto ao antigo responsável pelo Centro de Manutenção em Equipamentos de Pesquisa de Ensino, que consistia em um centro de recuperação de REEE da UFPB.

3.4 Análise e Tratamento dos Dados

A análise e tratamento foram feitos para: a) aquisição dos bens e, b) para os dados referentes aos resíduos.

a) Aquisição das Impressoras

Para tais dados, foram gerados gráficos e tabelas relacionando o ano de aquisição e o valor de compra de cada impressora e também foi estabelecido uma previsão do ano no qual esses equipamentos irão ficar obsoletos, ou seja, o tempo médio que ele funcionará executando sua função no setor, com base no tempo médio de vida útil.

Para realização do cálculo de obsolescência (Equação 1), foi tomado como base a informação da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (2008), onde informa que o tempo médio de vida útil dos Equipamentos Eletrônicos é de cinco (5) anos.

$$\text{Ano de Obsolescência} = \text{ano de aquisição} + \text{tempo de vida útil} \quad \text{Eq. 1}$$

b) Resíduos das Impressoras

Foram feitas análises para os dados recolhidos no depósito temporário e para os dados recolhidos na catalogação dos demais ambientes do CTJ.

Para os dados de resíduos de impressoras oriundos do depósito, foram obtidas informações a respeito do patrimônio desses resíduos, primeiro se todos tinham patrimônio e os que tinha se o patrimônio era do CT. Em seguida, foi analisado as marcas das impressoras para assim analisar a viabilidade da logística reversa entre o CT e as empresas, por fim, gerou-se gráficos e tabelas para discursão.

Em relação aos dados dos resíduos dos demais ambientes do CTJ, a análise buscou as mesmas informações dos dados do depósito temporário, mas também verificou o tempo que aqueles equipamentos se encontravam obsoletos e acondicionados nas suas salas. Nem todos souberam responder, porém foi possível obter dados suficientes para questionamento. Ademais, foram gerados gráficos e tabelas para discursão.

3.5 Preposições

Por fim, a pesquisa, buscou propor possíveis soluções para que haja uma melhor gestão dos REEE no CT, com base nos dados adquiridos e tratados, foi possível verificar pontos fortes e fracos da gestão atual, no qual os pontos fracos podem gerar danos econômicos e ambientais a instituição. E assim, as soluções propostas, são para melhorias dos pontos ditos como fracos e manutenção dos ditos como forte a gestão dos REEE.

4. Resultados e Discussão

4.1 Análise da Movimentação dos EEE no CT

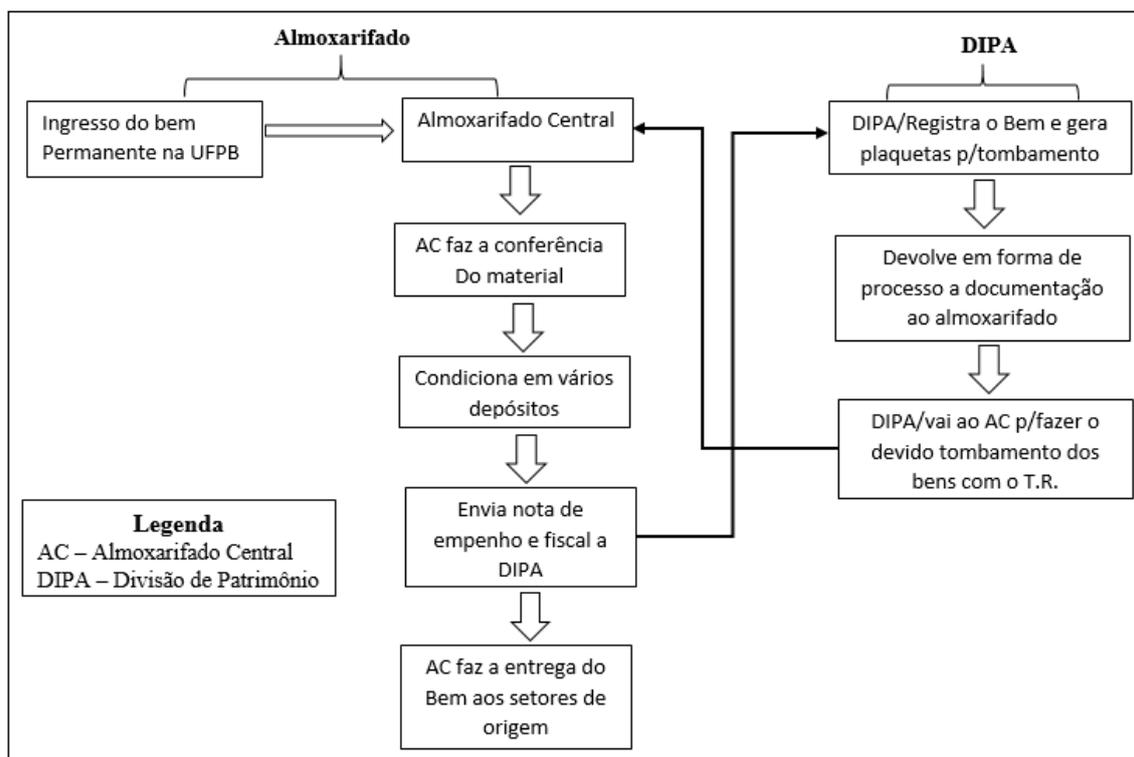
Inicialmente, se faz necessário demonstrar como ocorre a movimentação das impressoras e seus resíduos (Figura 7), a partir de sua aquisição, com base nos dados coletados na DIPA e no próprio Centro de Tecnologia.

A movimentação é descrita em duas etapas: a primeira busca descrever o deslocamento, desses bens, a partir da sua aquisição, pela UG-UFPB e encaminhamento para a unidade CT. Enquanto que, a segunda etapa, descreve quando o bem está no CT e precisa ser descartado.

4.1.1 Procedimentos para o Ingresso do Bem no CT

Como pode ser observado na Figura 7, é possível analisar as etapas que tais EEE passam até chegar ao CT. Começando pela solicitação da impressora pelo centro a DIPA que é responsável por acompanhar a movimentação do bem, junto com o Almojarifado Central (AC), através do tombamento, registro e desfazimento final.

Figura 7. Fluxograma dos EEE na UG-UFPB



Fonte: Adaptado de PRA - Divisão de patrimônio (DIPA) / UFPB (2018)

Assim sendo, tem-se que existe uma série de etapas a serem seguidas, após a compra. Sendo capaz de perceber que, inicialmente, a impressora solicitada, por exemplo, chega à UFPB, mais precisamente na UG-UFPB que é a unidade gestora em que a unidade CT está inserida.

Na sequência, o bem é encaminhado para o AC, para a conferência do material, constatando se o mesmo, neste estudo a impressora, está em perfeitas condições e na quantidade solicitada, caso seja mais de uma. Em seguida, o AC armazena os dados do material conferidos junto com suas notas de empenho e fiscal e o encaminha para a DIPA, que é responsável pelo registro e tombamento, do patrimônio, no qual permite o controle de entrada de cada material.

Logo após, a DIPA emite três vias de responsabilidade para cada material permanente e as devolve, juntamente com o material e a plaqueta, ao local do AC, para ser tombado pela própria DIPA, e depois ser encaminhado ao setor solicitante, no caso algum setor do CT. Como por exemplo, dentre esses setores, tem-se a direção de centro e as coordenações.

É válido explicar que quando é gerado a plaqueta da impressora, a mesma é integrada oficialmente ao inventário de patrimônios do CT, ou seja, o material é inserido no sistema e, conseqüentemente, é integrado ao inventário do setor que o solicitou, mesmo que ele ainda não tenha sido entregue fisicamente. Isto é, documentalmente já consta, embora não se encontre fisicamente.

Após o tombamento, por fim, o AC fica responsável por entregar a impressora, ao setor do CT, e por recolher as assinaturas nos três termos de responsabilidade, e cada via do termo fica com o AC, o responsável do setor e a DIPA. É necessário que seja entregue uma via do termo de responsabilidade para a DIPA, pois só assim eles conseguem ter o controle eficiente do inventário, uma vez que tem a confirmação que o material se encontra fisicamente no destino solicitado.

4.1.2 Movimentação do Setor ao Desfazimento

Essa segunda etapa, que não consta no fluxograma fornecido pela DIPA e nem o CT possui, demonstra como ocorre a movimentação do material permanente, neste caso a impressora, do setor até a realização dos procedimentos de desfazimento, a partir de sua identificação como inservível. Tal etapa é fundamental, pois consiste no principal objeto de estudo do trabalho.

Com base nas informações adquiridas junto ao responsável pelo setor de patrimônio e o responsável pelo setor de informática do CT, tem-se que de forma inicial, com a impressora entregue ao setor, a mesma desempenhará a sua função durante o seu tempo de vida útil. No entanto, quando a mesma apresenta algum problema e não cumpre mais a sua função, o setor pode solicitar a visita do técnico do Setor de Informática (STI) e o mesmo irá até o setor, onde a impressora se encontra, e verificará o problema. Caso,

seja simples, como papel engasgado ou cabo desconectado, o técnico resolve no próprio local, mas se for algo que necessite de uma análise mais detalhada, o equipamento é levado até o STI para realização de um diagnóstico do bem, no intuito de verificar o problema do mesmo e se é necessário a troca de alguma peça. Pois, caso precise trocar alguma peça, o STI não possui banco de peças, logo não pode consertar, e então devolve o equipamento ao seu setor junto com o relatório do diagnóstico e informa qual peça precisa ser trocada. Visto que, devido a falta de banco de peças e técnicos especializados na recuperação de REEE, apenas alguns equipamentos, computadores, podem vir a ter algumas peças trocadas.

Assim, se o STI verifica que não é possível recuperar o bem e o mesmo precisa ser descartado, a impressora retorna ao seu setor de origem e o mesmo encaminha um memorando ao setor de patrimônio do CT que, em seguida, enviará um memorando a DIPA, justificando o seu recolhimento, visto que a DIPA é a única responsável pelos procedimentos de desfazimento. Paralelamente, os resíduos são colocados em um depósito temporário no CT, onde ficam acondicionadas até a DIPA recolhe-las e, em seguida, também armazena-las em um depósito temporário.

Os responsáveis pelo setor de patrimônio e informática do CT, informaram que não há uma unidade de recuperação no CT. Ou seja, local voltado para recuperação integral e/ou parcial dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Tem-se que, às vezes, alguns bens, computadores em sua grande maioria, passam por uma tentativa de recuperação integral, no STI, porém nada de forma formal, ou seja, não é um procedimento padrão adotado, pois nem todos têm conhecimento que o STI possa vim a realizar alguns reparos. E vale salientar que, não é todo tipo de conserto que o STI realiza, visto que o mesmo não possui infraestrutura para tal e técnicos voltado apenas para esta função.

Posteriormente, a última etapa consiste no processo de desfazimento final do patrimônio pela DIPA, no qual através de um leiloeiro oficial e uma comissão, abre-se um edital para participação popular e leiloa os bens como lotes de sucata. A partir do momento que o lote é arrematado, a UFPB não tem mais controle sobre os REEE.

Com base na análise feita a respeito da movimentação das impressoras, no CT, tendo como foco a gestão dos resíduos desses equipamentos. Foi possível verificar algumas divergências em relação aos procedimentos que devem ser tomados para a realização de uma gestão mais sustentável e como realmente a gestão está sendo feita.

Foi relatado que há dois principais fatores que são responsáveis pelas possíveis falhas encontradas na gestão dos resíduos das impressoras, falhas estas que podem vir a impedir uma gestão mais eficiente e sustentável. Isto é, uma gestão que busca evitar ou reduzir, ao mínimo, os impactos negativos, sejam eles econômicos, ambientais e/ou sociais, oriundos dos REEE. Tais fatores são:

1. Sistema de controle e fiscalização
2. Plano de logística reversa junto com uma unidade de recuperação

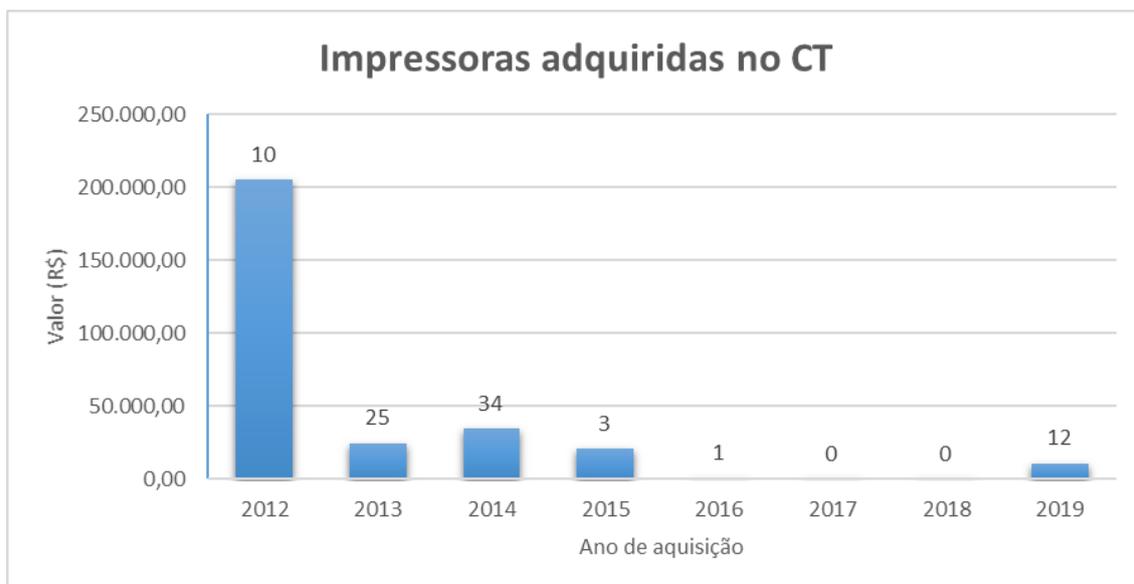
Como forma de reforçar a justificativa acima, em que relata que a gestão atual dos resíduos de impressoras, no CT, possui pontos fracos que acarretam em impactos. Foram recolhidos alguns dados que colaboram com a questão aqui abordada.

4.2 Levantamento e Análise dos dados de Aquisição e de Resíduos de Impressoras

4.2.1 Dados de Aquisição das Impressoras

Com os dados referentes a aquisição das impressoras no CT, analisou-se a quantidade de equipamentos comprados em cada ano e o valor total, em reais, correspondente (figura 8).

Figura 8. Aquisição de impressoras no CT



Fonte: Acervo do autor (2019)

Observa-se que o valor total das impressoras não é diretamente proporcional a quantidade, ou seja, há impressoras com valores diferentes e isto ocorre devido as mesmas serem compradas de marcas diferentes e também por serem de modelos diferentes, com

funções distintas, que alteram o valor do material. Por exemplo, no ano de 2012 foram compradas 10 impressoras cujo valor total foi de R\$ 205.622,00 enquanto que em 2019 foram compradas 12 no valor total de R\$ 11.137,08.

Outro ponto a ser abordado é que a quantidade de impressoras compradas, nos anos de 2012, 2013 e 2014, equivalem a cerca de 81% do total comprado, no período de 2012 a 2019. Isso ocorre devido a universidade ter verba suficiente e a demanda do CT ser maior do que nos demais anos. E assim, de 2015 a 2018, foram adquiridos 4 equipamentos, representando cerca de 5%, isso ocorre, principalmente pelo fato do CT não demandar tanto esse bem, visto que tal demanda foi suprida nos anos anteriores. E por fim, em 2019 foi realizado a aquisição de 12 impressoras, até o momento da pesquisa, representando 14%. Tal aumento na compra de impressoras, no primeiro semestre de 2019, ocorre devido a uma ampliação da necessidade do CT e isso advém do fato de que, as impressoras que até então supriam essa necessidade, são, principalmente, as adquiridas nos anos de 2012 a 2014 e que devido ao seu tempo médio de vida útil, as mesmas já estão ficando obsoletas e tornando-se resíduos.

Tal informação é relevante, visto que, isso mostra que tais equipamentos possuem um tempo médio de vida útil, no qual tem-se que se uma impressora foi adquirida em um dado ano, ela desempenhará sua função por um certo período e depois irá ficar obsoleta. Com isso, tem-se que, se vários bens forem adquiridos em um mesmo período é provável que eles virem resíduos, na mesma época, e conseqüentemente, ocorre um maior descarte e necessidade de aquisição de novos bens.

Vale ressaltar que nem todas as impressoras possuem o mesmo tempo de vida útil, por isso fala-se em tempo médio. E assim, ela pode durar menos que o estimado ou mais, porém, em algum momento a mesma será descartada. Sendo bastante válido levar isso em consideração, como forma de planejamento por parte da instituição, onde ela se programa para melhor gerenciar a demanda e o descarte desses bens.

Também é importante salientar que o relatório analisado não consiste na única forma de entrada de impressoras no CT. Isto é, no período de 2014, por exemplo, o CT adquiriu mais do que 34 unidades como consta no relatório, porém as demais foram através de outros meios, como projetos científicos financiados, em que não foi possível obter os dados para a pesquisa.

4.2.2 Obsolescência Programada das Impressoras Ativas

Para o cálculo da previsão do tempo médio de vida útil das impressoras (tabela 1), foi levado em consideração um tempo de vida útil igual a 5 (cinco) anos (equação 1)

e, assim, foi possível ter uma base de quantas impressoras que se encontram ou irão ficar obsoletas no CT e, conseqüentemente, necessitarão de uma gestão reversa eficiente.

Tabela 1. Previsão do tempo médio de vida útil das impressoras, no período de 2012 a 2019

Impressoras obsoletas com base no ano adquirido		
Ano de aquisição	Ano de obsolescência	Unidades
2012	2017	10
2013	2018	25
2014	2019	34
2015	2020	3
2016	2021	1
2017	2022	0
2018	2023	0
2019	2024	12

Fonte: acervo do autor (2019)

Vale salientar que os dados referentes as aquisições do ano de 2019 refere-se até o mês de abril, mês no qual o relatório foi adquirido junto a DIPA. Com base nos dados do relatório, tem-se uma grande quantidade de impressoras descartadas no ano de 2017 e 2018 e outra em processo de descarte no ano atual, 2019. Mas é válido reforçar que há outras impressoras adquiridas no CT que não constam no relatório, mas que provavelmente ficam obsoletas e necessitam de uma gestão.

Com isso, é possível verificar que o CT demanda impressoras e que as mesmas ficam obsoletas, ou seja, todo equipamento possui um prazo de durabilidade (RENNER, 2018), onde há períodos em que o número de bens descartados é maior, como foi o ano de 2014 em relação aos demais anos e como estima-se para 2019.

Esses REEE necessitam de uma gestão reversa eficiente, através de um sistema de controle e fiscalização e medidas que busquem reaproveitar o máximo possível desses resíduos, antes de descartar, e realizar o descarte correto do rejeito.

E, como tais equipamentos têm um tempo curto de vida, em torno de dois a cinco anos (ABINEE, 2017), rapidamente há a necessidade de gerenciar os resíduos e é preciso que haja um planejamento para tal. Assim, a pesquisa buscou verificar se há a gestão reversa e se a mesma é eficiente, do ponto de vista da sustentabilidade, que a PNRS exige.

4.2.3 Dados de REEE das Impressoras

A impressora quando fica inservível e não ocorre o processo de recuperação, a mesma segue para o descarte final junto a DIPA, mas até a DIPA recolher, o bem fica acondicionado em um depósito improvisado (Figura 9).

Um ambiente, de fato improvisado, para receber os REEE como um todo, no qual não possui uma estrutura adequada para acondicionar tais equipamentos. E como ressalta Natume & Sant'anna (2011), tal condição não é correta, levando em consideração os impactos negativos que podem acontecer, principalmente, devido a composição química desses resíduos.

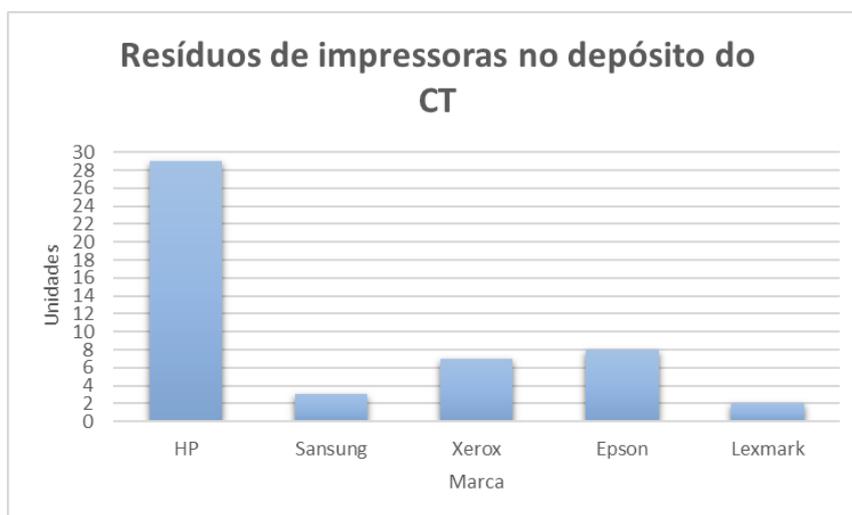
Figura 9. Depósito de REEE do CT



Fonte: Acervo do autor (2019)

Ademais, ao analisar as impressoras encontradas no depósito, foi obtido alguns dados conforme a Figura 10.

Figura 10. Quantificação das Impressoras armazenadas no depósito do CT



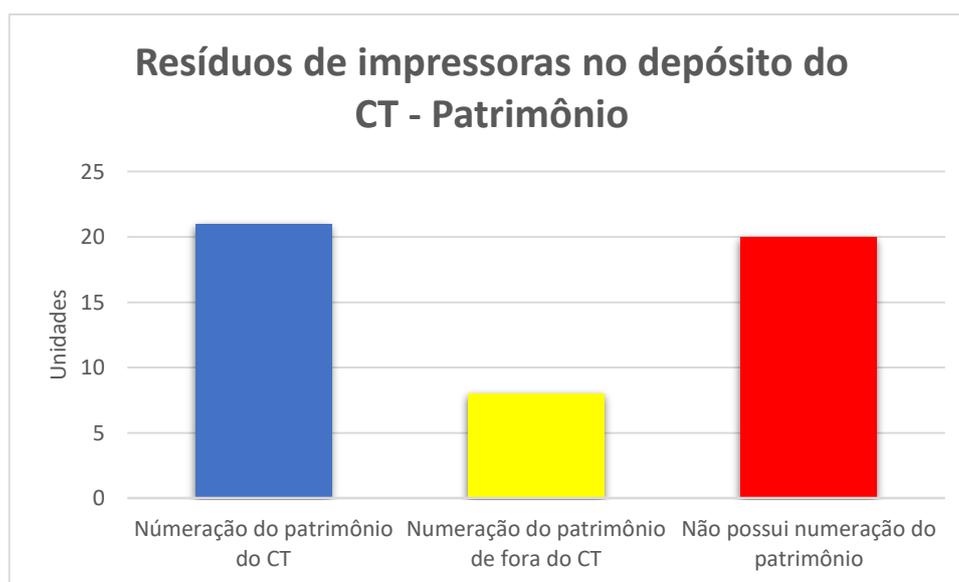
Fonte: Acervo do autor (2019)

Foram encontradas 49 impressoras, no total, em sua grande maioria da marca HP (29). Verificou-se que todas as marcas, de impressoras encontradas, atuam com logística reversa e possuem programas para recolher os seus equipamentos e assim propiciar uma destinação correta. Um grande exemplo, é o programa Planet Partners que é um programa de logística reversa da HP que recebe seus equipamentos obsoletos e cartuchos de impressão (HEWLET PACKARD DO BRASIL, 2019), em que os resíduos viram matérias primas para novas impressoras.

Porém, atualmente as impressoras são descartadas como lotes de sucata, através de leilão, e quando os bens são leiloados, a DIPA não tem mais controle dos mesmos e se de fato serão gerenciados de forma sustentável.

Outro resultado gerado, foi em relação a plaqueta com a numeração do patrimônio (figura 11) que é a forma no qual os equipamentos são controlados e fiscalizados.

Figura 11. Quantificação de patrimônios das impressoras no depósito do CT



Fonte: Acervo do autor (2019)

Tem-se que para se ter uma gestão eficiente desses resíduos, é importante ter um sistema de controle e fiscalização eficiente (GOMES, 2018) e o modo onde é feito atualmente pela DIPA é através da numeração do patrimônio, a plaqueta. No entanto, cerca de 40% das impressoras encontradas não possui mais a numeração, o que impossibilita acessar os dados referentes a esses bens, como o ano que foi adquirido e o motivo do descarte e, assim, acaba dificultando a gestão.

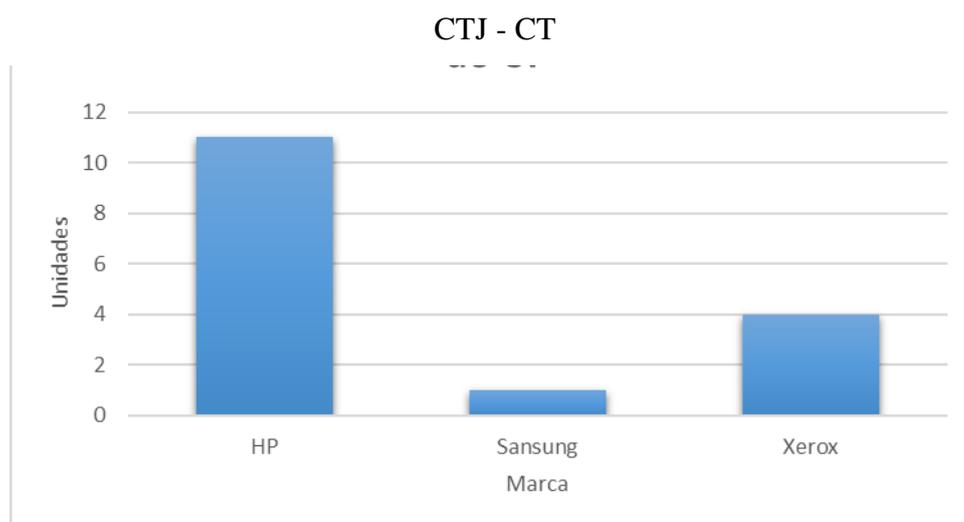
Assim como, verificou-se que cerca de 16% das impressoras encontradas, são bens de outros centros e não do CT, portanto, vieram para o CT de forma informal, ou

seja, a DIPA não tinha conhecimento. Logo, tais perdas de informação mostram que o sistema de controle e fiscalização adotado possui falhas que podem levar a ocorrência de impactos negativos, ambientais e econômicos, como o descarte em locais inadequados.

Assim, em relação as impressoras não identificadas, não tem como saber de onde elas vieram e a quanto tempo se encontra no depósito. Outro fator é que, as impressoras encontradas no depósito, não possuem registros formais dos defeitos que elas apresentaram para serem descartadas.

Também é importante ressaltar que nem todas as impressoras obsoletas se encontravam no depósito, algumas foram encontradas em outros ambientes, como sala de professores. A figura 12 mostra os resíduos de impressoras encontrados nas salas do CTJ que não são ambientes adequados para acondicionar tais equipamentos. Visto que, devido a composição dos mesmos, isso pode acarretar em danos ao meio ambiente e a saúde humana (DOS SANTOS & YAFUSHI, 2018).

Figura 12. Impressoras acondicionadas em ambientes de professores e secretarias do



Fonte: Acervo do autor (2019)

Além do depósito, foram analisadas as salas do CTJ nos quais foram verificados a presença de resíduos de impressoras acondicionadas. Vale ressaltar que não foi possível o acesso em algumas salas do CTJ para tal levantamento, por isso foram escolhidos de forma aleatória outras duas salas do CT para compor os dados, visto que o objetivo foi mostrar que alguns equipamentos estão sendo armazenados em ambientes comuns, como salas de professores, e que são ambientes inapropriados para acondicionar REEE. Sendo que dos 16 equipamentos encontrados, em apenas algumas salas analisadas no CT, todos são de marcas que atuam com programas de recolhimento dos seus resíduos.

É importante ressaltar que dos dezesseis (16) equipamentos, foi obtido o ano de aquisição de onze (11) e de cinco (5) bens foi obtido a informação do tempo no qual eles se encontram acondicionados em ambiente inapropriado (Tabela 2). Como por exemplo, foi averiguado impressora adquirida em 2008 que se encontrava armazenada e equipamento que se encontra a cinco (5) anos acondicionado na sala e nenhuma atitude até então tinha sido tomada.

Uma observação interessante a ser abordada é que analisando a Tabela 2, é possível verificar que as impressoras, catalogadas, tiveram um tempo de vida útil entre 4 a 5 anos, sendo assim um ponto a favor da Equação 1, utilizada para prever o tempo médio de vida útil das impressoras.

Tabela 2. Resíduos de impressoras acondicionados fora do depósito do CT

Patrimônio	Ano de coleta	Ano de aquisição	Tempo acondicionada
65-043.970	2019	2011	Não relatado
65-077.956	2019	Não encontrado no relatório	Não relatado
-	2019	Não encontrado no relatório	Não relatado
213398	2019	2008	Não relatado
65-009.576	2019	2011	Não relatado
252455	2019	2010	Não relatado
217720	2019	2008	Não relatado
242199	2019	2009	Não relatado
-	2019	Não encontrado no relatório	Não relatado
65-016.602	2019	2011	3
65-045.449	2019	2012	3
252457	2019	2010	4
65-044.709	2019	2011	4
252466	2019	2010	5
-	2019	Não encontrado no relatório	Não relatado
65-680.899	2019	Não encontrado no relatório	Não relatado

Fonte: Acervo do autor (2019)

De fato, é possível destacar que está ocorrendo perda de informação na gestão dos resíduos e também falha de comunicação entre os usuários destes equipamentos, pois alguns não sabiam quais procedimentos tomar para descartar o bem. E também, algumas impressoras estavam sem identificação, número de patrimônio, dificultando o controle e fiscalização da mesma.

Além do mais, o próprio depósito que os resíduos são acondicionados, no CT, não é adequado para tal (figura 13) e nem todos os resíduos se encontravam lá, dado que estavam em outros ambientes que também não são adequados.

Tal situação não é exclusiva da UFPB, pois, em 2012, foi feito um estudo na Universidade de São Paulo (USP), em que verificou que apesar de haver um Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR), desde 2009, ainda ocorria disposição inadequada de equipamentos devido a falta de espaço e, assim, o REEE fica exposto e em locais inadequados (REIDLER, 2012).

Figura 13. Depósito de REEE do CT



Fonte: Acervo do autor (2019)

Diante do que foi exposto, tem-se que impressoras estão sendo descartadas sem um plano de logística reversa, onde não há a implementação de uma unidade de recuperação que busca recuperar de forma integral e/ou parcial esses resíduos. Visto que, há impressoras que são descartadas por não possuir cartucho para elas, isto é, o equipamento está funcionando mais o fato de não possuir cartucho faz com o mesmo fique obsoleto. Assim como, foi verificado que algumas impressoras a laser foram adquiridas com a voltagem de 110 V, sendo que na UFPB os equipamentos funcionam na voltagem de 220 V, tornando obsoleto tais equipamentos antes mesmo de serem utilizados.

A ausência de um banco de peças no CT, faz com que várias impressoras sejam descartadas quando a sua recuperação é possível e viável, pois a simples reposição da peça defeituosa, faz com que o equipamento retorne a sua função por mais tempo.

Por fim, o outro ponto abordado é o descarte das impressoras que é feito através de leilão, no qual as mesmas são leiloadas como lote de sucata. Quando na verdade, tem-se que as marcas compradas possuem programas para descartar seus resíduos de forma

correta. Ademais, há empresas, como a ECOBRAS, que atuam na reciclagem de REEE e que é da região, portanto a própria instituição poderia fazer parceria.

Com isso, a partir da análise dos resultados, é possível e preciso que haja algumas mudanças para tornar a gestão das impressoras e seus resíduos mais sustentável. Pois, conforme está atualmente, alguns impactos negativos podem acontecer em decorrência de falhas na gestão (quadro 4).

Quadro 4. Possíveis danos relacionados a gestão no CT

Danos	Causas
Ambientais	Acondicionamento em locais inadequados
	Descarte incorreto
Econômicos	Controle de inventário
	Ausência do plano de logística reversa junto a unidade de recuperação

Fonte: Acervo do autor (2019)

Como mostra o quadro, os danos são, em sua maioria, ambientais e econômicos. Ambientais, devido a composição dos REEE e, conseqüentemente, das impressoras. Pois tais bens apresentam metais tóxicos e pesados que contaminam o ambiente e a saúde humana (MANDARINO & DE SINAY, 2019).

E também econômicos, pois vários equipamentos poderiam ser recuperados com a simples troca de uma peça e, assim, evitar o seu descarte e a demanda de um novo bem. Ademais, tais REEE possuem em sua composição metais preciosos, como ouro e prata que podem ser comercializados (KAYA, 2016).

Deste modo, a ausência de uma gestão eficiente desses resíduos acarreta em uma maior quantidade de bens descartados em locais inadequados e diretamente no meio ambiente, gerando prejuízos (SCORALICK, DE MELO COSTA & COSTA, 2018). Prejuízos estes, ambientais, sobretudo devido aos metais pesados presentes nesse tipo de REEE, assim como econômicos, pois uma grande parcela desses resíduos pode ser reintegrada ao mercado como matéria prima que por sua vez é mais viável do que extrair recursos diretamente da natureza, ou seja, a reciclagem é um modelo mais eficiente tanto do ponto de vista ambiental como econômico (GIURCO et al., 2014). Além dos impactos sociais não mensurados.

4.3 Proposições

Com base na análise feita a respeito da gestão dos REEE, enfatizando as impressoras, no CT, e verificando a forma no qual o gerenciamento está sendo feito, percebe-se que a mesma apresenta alguns pontos fracos que podem acarretar em danos ambientais e econômicos a UFPB como um todo.

Com isso, a pesquisa buscou propor possíveis soluções para evitar a ocorrência de tais pontos ditos como fracos e, conseqüentemente, evitar ou minimizar os possíveis impactos econômicos e ambientais negativos decorrentes do gerenciamento dos resíduos.

4.3.1 Comunicação

É imprescindível que haja um aperfeiçoamento na comunicação entre todos os usuários das impressoras, para que assim tenham ciência de quais procedimentos devem ser tomados caso o bem apresente algum dano e precise ser recuperado ou descartado. Visto que, alguns usuários não sabiam quais procedimentos tomar e acabam armazenado os equipamentos em locais inadequados como ambiente de professores e até áreas externas no campus.

Como instrumentos para melhorar a comunicação, tem-se programas de educação ambiental, como uma solução para conscientizar a sociedade e reduzir os impactos causados pela gestão incorreta dos REEE (SANTOS et al, 2018), elaboração e distribuição de manuais sobre quais procedimentos tomar com os REEE e cartazes informando o local adequado para armazenar os resíduos.

4.3.2 Sistema de controle e fiscalização

Segundo Lacerda (2002), é preciso ter um sistema eficiente para a gestão dos REEE e o sistema utilizado atualmente é bem suscetível a falhas, principalmente devido o mesmo necessitar da ação humana constante, sendo que o corpo de pessoas da DIPA não conseguiu ter um controle desejável dos REEE, devido à alta demanda. Assim, uma alternativa, consiste na implantação de tecnologias de rastreamento que gera relatórios mais detalhados e está menos suscetível a falhas. Com isso, um sistema de controle e fiscalização adequado, é fundamental para impedir o acondicionamento dos REEE em locais inadequados.

4.3.3 Plano de Gestão de Logística Reversa (PGLS) e Unidade de Recuperação (UR)

Como relata a PNRS e a A3P, o PGLS é uma ferramenta importante na gestão dos REEE evitando o descarte precoce e também incorreto dos materiais. A UR

possibilita a recuperação integral e, conseqüentemente, a ampliação do tempo de vida útil dos equipamentos ou a recuperação parcial, através do aproveitamento de peças em bom estado para a recuperação de outros bens. Com isso, tem a redução de equipamentos descartados e, assim, reduz a demanda de novos bens.

Em entrevista junto ao responsável pelo setor de informática do CT, o mesmo ressaltou que na instituição havia uma unidade de recuperação de REEE, da categoria de equipamentos de informática e telecomunicações, conhecido como Centro de Manutenção em Equipamentos de Pesquisa e Ensino (CEMEPE), em que englobava todo o campus I e funcionava bem.

Segundo o antigo responsável pelo CEMEPE, tal centro constituía em uma área voltada para manutenção e recuperação de equipamentos eletroeletrônicos da UFPB. Em que, possuía um corpo técnico exclusivo, composto por técnicos em eletroeletrônico e mecânica, além de estagiários da própria instituição.

O CEMEPE recebia equipamentos de toda a instituição em que, inicialmente, era feito um diagnóstico e análise do motivo pelo qual o equipamento estava inoperante. Em seguida, verificava a possibilidade e viabilidade de recuperar o bem de forma integral, caso fosse possível e viável, o bem era recuperado. Caso não, o centro recolhia as peças, em bom estado, do equipamento, e alimentava o seu banco de peças e o rejeito era descartado junto ao setor de patrimônio.

Havia também parcerias com empresas privadas e instituição públicas, para doação de equipamentos ou implantação de projetos no próprio CEMEPE. Ademais, tinha um site no qual o centro compartilhava o seu banco de peças com outros setores da instituição, caso algum precisasse para recuperação do seu equipamento.

Segundo o entrevistado, o CEMEPE além de trazer benefícios do ponto de vista ambiental, também era benéfico do ponto de vista econômico e social. Pois, reduzia custos da instituição, tanto de manutenção como de compra de novos equipamentos. Além ser um local que gerava emprego e conhecimento entre discentes e docentes da instituição. Por fim, o mesmo ressaltou que a desativação do centro ocorreu por falta de priorização e manutenção do mesmo, e não por ser algo que não tinha retorno financeiro.

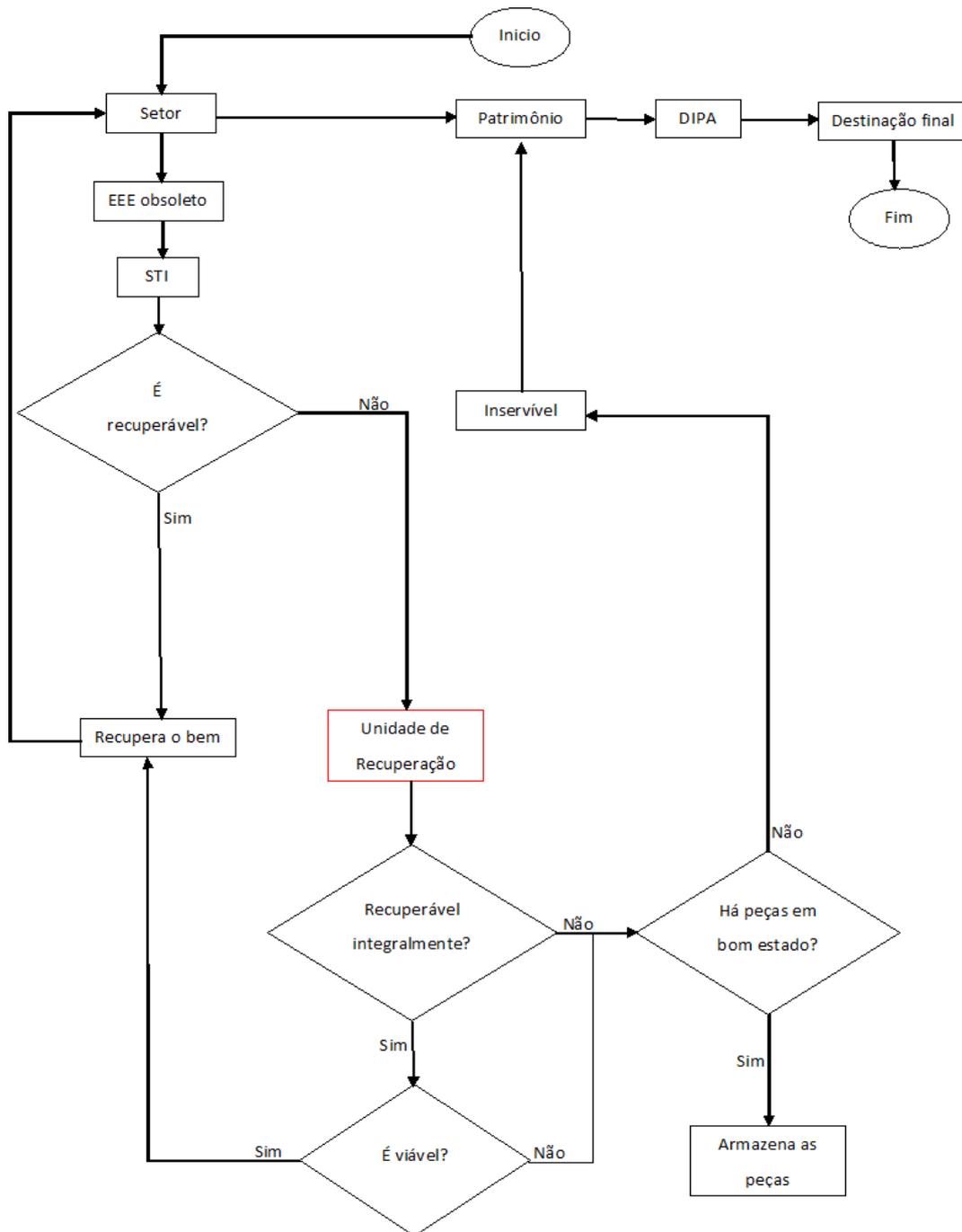
Entretanto, o STI informou que, nas condições atuais, o mesmo não possui meios estruturais e não estruturais para atuar como UR no CT, pois os reparos lá efetuados são básicos. Logo, para o mesmo, seria interessante que a implantação da UR fosse para todo o campus I, enquanto que nos centros, incluindo o CT, houvesse o setor de triagem que busca, justamente, realizar reparos mais simples nos resíduos.

4.3.4 Fluxograma

No intuito de melhorar a comunicação, o controle e a fiscalização dos resíduos e também a implantação do PGLS, um instrumento importante para tal é o fluxograma. Visto que, busca representar a movimentação que o REEE precisa fazer para que haja um a gestão correta.

Como o CT não apresenta um fluxograma do REEE, a pesquisa buscou elaborar um modelo incluindo a unidade de recuperação (figura 14).

Figura 14. Fluxograma proposto para gestão dos REEE no CT



Fonte: Acervo do autor (2019)

Pelo fluxograma, o processo que o resíduo passaria, consiste em primeiro, após o processo de aquisição o bem iria desempenhar sua função no setor que o solicitou. Quando o mesmo apresentar algum problema e ficar inoperante, seria encaminhado para o STI, no caso, setor de informática do CT e o mesmo iria verificar a possibilidade de recuperar o bem no próprio local, levando em consideração que o STI realiza reparos básicos que não necessitam de tantos instrumentos e conhecimento técnico.

Caso o STI verificar que não é possível a recuperação no local, o resíduo segue para a unidade de recuperação. Onde, inicialmente vai verificar se o mesmo pode ser recuperável integralmente e, se for, se é viável a recuperação do ponto de vista econômico. Caso o bem seja recuperável integralmente e viável, o mesmo será consertado e encaminhado ao seu setor de origem.

Se o equipamento não for recuperável integralmente, o mesmo será desmanchado e retirado as peças em boas condições que serão armazenadas na unidade de recuperação para restaurar outros resíduos e o rejeito será encaminhado ao patrimônio do CT para que a DIPA recolha para atribuir a destinação final, que pode ser a empresa no qual o equipamento foi adquirido, cooperativas ou empresas que atuam com REEE como a ECOBRAS.

A principal diferença na forma que ocorre a gestão dos REEE no CT, atualmente, e o fluxograma proposto, consiste na implementação da unidade de recuperação e, também, padronização do STI tornando-o um setor de recuperação desses bens, mesmo que de forma básica. Além da busca de parcerias, com empresas e cooperativas, para destinação dos rejeitos.

4.3.5 Parcerias estratégicas

Principalmente para as futuras impressoras adquiridas, a proposta consiste na UFPB adquirir apenas as marcas que atuam com programas de logística reversa, em que recebem os REEE e os tratam corretamente até o descarte correto. Outra solução, consiste em firmar parcerias com cooperativas de catadores e empresas que atuam na reciclagem de REEE, como a ECOBRAS, evitando assim o descarte incorreto de tais equipamentos, como a forma atual que é por meio de leilão como lote de sucata. Afinal, a responsabilidade é compartilhada e a instituição precisa dar o exemplo a comunidade.

5. Considerações Finais

Com base nos dados de aquisição das impressoras é notório que há uma necessidade e demanda por parte do CT, no qual a tendência é que haja um aumento gradual da aquisição de novos equipamentos, neste ano, quando comparado com os anteriores.

Em relação ao gerenciamento dos resíduos, há algumas falhas no processo que podem levar a impactos negativos no âmbito social, ambiental e econômico. Necessitando assim, de melhorias nesta gestão. Dentre elas, a prioridade consiste na implantação de um plano de logística reversa junto a uma unidade voltada para recuperação dos resíduos.

O trabalho destaca a importância de que haja uma melhoria no sistema de comunicação entre os usuários destes equipamentos, assim como, melhoria no sistema de controle e fiscalização, para evitar a disposição de resíduos em locais inadequados. É válido frisar a importância de se ter uma estrutura adequada para acondicionar os resíduos, devido os mesmos serem classificados como perigosos.

Outro ponto importante mensurado, consiste na busca de parcerias para a destinação final dos resíduos não aproveitáveis na instituição, como parceria com as empresas fabricantes, dos bens, que atuam com logística reversa ou com a cooperativas ou empresas que atuam na reciclagem dos REEE, como a ECOBRAS por exemplo.

Por fim, há uma legislação voltada para o gerenciamento dos REEE em que a instituição precisa seguir e servir de exemplo para com a comunidade. A pesquisa teve como estudo de caso as impressoras, porém a necessidade de uma gestão eficiente é para todos os REEE. Visto que, uma gestão eficiente desses equipamentos, é benéfico não só do ponto de vista ambiental, mas também social e econômico.

6. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica Logística. 178p. Brasília, 2013.**

ALMEIDA, Flávia Florentino de. Avaliação da utilização de Resíduos Eletroeletrônicos (REEE) incorporados ao concreto em substituição ao agregado graúdo. 2017.

ARAÚJO, Marcelo Guimarães. Modelo de avaliação do ciclo de vida para a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil. **Rio de Janeiro**, v. 217, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA NACIONAL ELETROELETRÔNICA (ABINEE) (São Paulo). **Avaliação Setorial primeiro trimestre 2011**. Disponível em: <<<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon11.htm>>>.

BALDÉ, C.P.; FORTI V.; GRAY, V.; KUEHR, R.; STEGMANN,P. : The Global E-waste Monitor – 2017. Bonn/Geneva/Vienna: United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), 2018, 116 p. Disponível em: < <http://ewastemonitor.info/> >. Acesso em: Maio de 2019.

BALDÉ, C.P. et al. **The global e-waste monitor 2017: Quantities, flows and resources**. United Nations University, International Telecommunication Union, and International Solid Waste Association, 2017.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em 09 de março de 2019.

BRASIL. **Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretaria de Logística Sustentável. Instrução Normativa nº 10**, de 12 de novembro de 2012.

CARNEIRO, Erick Fernando. Desenvolvimento sustentável e logística reversa. **Revista de Direitos Difusos**, v. 70, n. 2, p. 213-230, 2018.

COSTA, L.A.F. O lixo eletrônico na universidade de Brasília: um estudo exploratório. Monografia (Licenciatura) – Universidade de Brasília/Instituto de Química. Brasília-DF: 2010, 58 p.

DA COSTA SOUSA, Katia; DO NASCIMENTO TEIXEIRA, Bernardo Arantes. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA X LEGISLAÇÃO EUROPEIA: REFLEXÕES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS, 2015.

DE CASTRO, Ahiram Brunni Cartaxo; DE LIMA, Ulisandra Ribeiro; DOS SANTOS, Suênia Daiara Teixeira; BEZERRA, Caroline Marina Cavalcanti. GESTÃO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O DESCARTE DE TONERES DE IMPRESSORAS EM UMA EMPRESA PRIVADA DO NORDESTE DO BRASIL. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 666-678, 2017.

DEMAJOROVIC, JACQUES; FERNANDES AUGUSTO, ERYKA EUGÊNIA; SARAIVA DE SOUZA, MARIA TEREZA. Logística reversa de REEE em países em desenvolvimento: desafios e perspectivas para o modelo brasileiro. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 2, 2016.

DINIZ, N. R. F. Gestão Ambiental em Instituições Públicas de Ensino Superior: Processos de Destinação de Resíduos Eletrônicos de Informática. Trabalho de Conclusão de Final (Magister Scientiae em Administração Pública em Rede Nacional). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: 2016, 50 p.

DOS SANTOS, Fábio Henrique Angelo; YAFUSHI, Cristiana Aparecida Portero. O descarte adequado do Lixo Eletrônico como forma de desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica eF@ tec**, v. 8, n. 1, p. 10-10, 2018.

EASAC. Priorities for critical materials for a circular economy. German National Academy of Sciences Leopoldina. European Academies Science Advisory Council, 34 p, 2016.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Economia Circular**. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/caracteristicas-1>>. Acesso em: 09 de abril de 2019.

FANTINATO, Marcelo. Métodos de pesquisa. **São Paulo: USP**, 2015. Disponível em: <<https://atualiza.aciaraxa.com.br/ADMArquivo/arquivos/arquivo/M%C3%A9todos-de-Pesquisa.pdf>>. Acesso em: 20 de agosto de 2019.

FERREIRA, Aline; RAVENA, Nirvia. A importância da política nacional do meio ambiente para legislação ambiental brasileira. In: **II CONGRESSO AMAZÔNICO DE MEIO AMBIENTE & ENERGIAS RENOVÁVEIS**. 2016.

FERREIRA, Vívian Fernandes Marinho. **Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: um estudo do campo de ação estratégica no contexto brasileiro**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FLORES, Álvaro Dall Molin; RIBEIRO, Luciano Maciel; ECHEVERRIA, Evandro Luiz. A tecnologia da informação e comunicação no ensino superior: Um olhar sobre a prática docente. **Revista Espacios**, v. 38, n. 5, p. 17-31, 2017.

FREITAS, Michele C.B. **Lixo Tecnológico e os Impactos no Meio Ambiente**. Revista Network Technologies - Faculdades Network, v. 3, n. 1. 2009.

FU, Fenglian; WANG, Qi. Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review. **Journal of environmental management**, v. 92, n. 3, p. 407-418, 2011.

GIURCO, Damien et al. Circular economy: questions for responsible minerals, additive manufacturing and recycling of metals. **Resources**, v. 3, n. 2, p. 432-453, 2014.

GOMES, Pedro Henrique Silva. Utilização do Sistema RFID para Gerenciamento de Suprimento CL VII. **O Comunicante**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 19 - 34, jan. 2018. ISSN 2594-3952. Disponível em: <<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/OC/article/view/1113>>. Acesso em: 18 junho 2019.

HOUSE OF COMMONS ENVIRONMENTAL AUDIT COMMITTEE et al. Growing a circular economy: Ending the throwaway society. **HC**, v. 214, p. 2014-15, 2014.

HP BRASIL – Hewlet Packard do Brasil. Participe do programa Planet. Disponível em: <<https://www8.hp.com/br/pt/ads/planet-partners/index.html>> Acesso em: 20 julho. 2019.

IDEC. **Mais da metade dos equipamentos eletrônicos é substituída devido à obsolescência programada**. Disponível em: <<https://idec.org.br/o-idec/sala-de-imprensa/release/mais-da-metade-dos-equipamentos-eletronicos-e-substituida-devido-a-obsolescencia-programada>> Acesso em: 23 de março de 2019.

JAISHANKAR, Monisha et al. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. **Interdisciplinary toxicology**, v. 7, n. 2, p. 60-72, 2014.

JÚNIOR, Reinaldo Alves de Sá Ferreira et al. Proposta de um desenho da cadeia reversa para resíduos eletroeletrônicos. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233)**, v. 6, n. 3, p. 123-145, 2016.

KAYA, Muammer. Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes. **Waste management**, v. 57, p. 64-90, 2016.

KLINGER, Ellen Fernanda et al. Propensão à dependência da internet: um estudo com acadêmicos de um centro universitário. *Revista Cereus*, v. 9, n. 2, p. 75-91, 2017.

KIM, Viviane Jin Hee et al. SIMILARIDADE ENTRE OS CONCEITOS DE ECONOMIA CIRCULAR E POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS). In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais**. 2018.

LACERDA, Leonardo. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. **Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ**, p. 6, 2002.

LEITE, P. R. **Logística reversa na atualidade**. In: PHILIPPI JR., Arlindo (Coord.). Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. São Paulo: Manole, 2012. **Logística Sustentável. Instrução Normativa nº 10**, de 12 de novembro de 2012.

MAGALHÃES, D. C. S. **Panorama dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE): o lixo eletroeletrônico e-lixo**. 2011. 241 f. Dissertação (Mestrado em Direito, Relações Internacionais e Desenvolvimento) – PUC/GO, Goiânia, 2011.

MALHEIROS, Tadeu Fabricio; PHILIPPI JR, Arlindo; COUTINHO, Sonia Maria Viggiani. Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro. **Saúde e Sociedade**, v. 17, p. 7-20, 2008.

MANDARINO, Marcelo Longo Freitas; DE SINAY, Maria Cristina Fogliatti. O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, v. 13, n. 2, p. 30-57, 2019.

MEDINA, Eduardo Ferreira et al. SELEÇÃO DE SOLOS DA REGIÃO DE VIÇOSA PARA UTILIZAÇÃO COMO BARREIRA QUÍMICA PARA METAIS PESADOS. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 4, n. 3, p. 0349-0352, 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Cartilha A3P: Agenda ambiental na administração pública**. 5. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009.

MORALES, L.L. Gestão do resíduo eletrônico em Universidade: estudo de caso no centro de descarte e reuso de resíduos de informática (CEDIR) USP. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental). Universidade de São Paulo. São Paulo: 2014, p. 109.

NATUME, R. Y.; SANT'ANNA, F. S. P. Resíduos eletroeletrônicos: um desafio para o desenvolvimento sustentável e a nova lei da política nacional de resíduos sólidos. In: **3rd International Workshop on Advances in Cleaner Production**. São Paulo. 2011.

NOVAES, Antonio. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Elsevier Brasil, 2016.

OLIVEIRA, Elaine Ferreira et al. LOGISTICA REVERSA: IMPORTÂNCIA ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL. In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais**. 2017.

PAES, Cátia Emiliana et al. Management of waste electrical and electronic equipment in Brazilian public education institutions: implementation through action research on a university campus. **Systemic Practice and Action Research**, v. 30, n. 4, p. 377-393, 2017.

REIDLER, Nivea Maria Vega Longo. **Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos em instituições de ensino superior: estudo de caso e diretrizes para elaboração de plano de gestão integrada**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RENNER, Rafael Henrique. Obsolescência programada e consumo sustentável: algumas notas sobre um importante debate. **Revista Interdisciplinar de Direito**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 405-416, maio 2018. ISSN 2447-4290. Disponível em: <<http://revistas.faa.edu.br/index.php/FDV/article/view/529>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

RIBEIRO, F. de M.; KRUGLIANSKAS, I. A. Economia Circular no contexto europeu: Conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos. XVI Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA). São Paulo, 2014.

ROCHA, Adilson; DE SOUZA, Fernando Rodrigo. OBSOLÊNCIA PROGRAMADA DE PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS: DIMENSÃO SOCIAL, AMBIENTAL ECONÔMICA. **South American Development Society Journal**, v. 3, n. 07, p. 50-67, 2017.

RODRIGUES, Déborah Francisco et al. Logística reversa—conceitos e componentes do sistema. **Curitiba: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2002.

SANTOS, Isabela Rodrigues et al. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E RESÍDUOS SÓLIDOS: PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ALUNOS DO ENSINO BÁSICO PÚBLICO EM BELÉM/PA. In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais**. 2018.

SCORALICK, L. V.; DE MELO COSTA, D.; COSTA, D. V. Logística Reversa de Resíduos Sólidos: o Impacto Ambiental e a Oportunidade Econômica. **A Barriguda: Revista Científica**, v. 7, n. 2, p. 163-178, 2018.

SILVA, Danielly Ferreira; DA COSTA LIMA, Gustavo Ferreira. Empresas e meio ambiente: contribuições da legislação ambiental. **INTERthesis: Revista Internacional Interdisciplinar**, v. 10, n. 2, p. 334-359, 2013.

Silva, Túlio Vieira de Souza Lima. **Aquisição e descarte de equipamentos eletroeletrônicos nos campi da UFPB: estudo de caso dos cartuchos e toners**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – UFPB. João Pessoa, 2018.

SIQUEIRA, Valdilene S.; MARQUES, Denise Helena França. Gestão e descarte de resíduos eletrônicos em Belo Horizonte: algumas considerações. **Caminhos de geografia**, v. 13, n. 43, 2012.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 2012/19/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 04 de julho de 2012 para o lixo de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). **Official Journal of the European Union**, Luxemburgo, v. 55, 24 Jul. 2012.

XAVIER, Lúcia Helena; LINS, Fernando A. Freitas. Mineração Urbana de resíduos eletroeletrônicos: uma nova fronteira a explorar no Brasil. **Brasil Mineral**, v. 379, p. 22-26, 2018.

ZARBAKSHNIA, Navid; SOLEIMANI, Hamed; GHADERI, Hadi. Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. *Applied Soft Computing*, v. 65, p. 307-319, 2018.