



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

CAROLINA DE QUEIROZ SÁTIRO CABRAL BATISTA

**ANALISE DA OBSOLESCÊNCIA PLANEJADA DOS EQUIPAMENTOS
ELETROELETRÔNICOS DA UFPB – CAMPUS I - JOÃO PESSOA-PB**

JOÃO PESSOA – PB

2018

CAROLINA DE QUEIROZ SÁTIRO CABRAL BATISTA

**ANALISE DA OBSOLESCÊNCIA PLANEJADA DOS EQUIPAMENTOS
ELETROELETRÔNICOS DA UFPB CAMPUS I - JOÃO PESSOA-PB**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como pré-requisito para a 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

2018

B333a Batista, Carolina de Queiroz Sátiro Cabral

Análise da obsolescência planejada dos equipamentos eletroeletrônicos da UFPB – Campus I – João Pessoa-PB./ Carolina de Queiroz Sátiro Cabral Batista.– João Pessoa, 2018.

57f. il.:

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

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Ambiental) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

FOLHA DE APROVAÇÃO

CAROLINA DE QUEIROZ SÁTIRO CABRAL BATISTA

ANALISE DA OBSOLESCÊNCIA PLANEJADA DOS EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS DA UFPB – CAMPUS I - JOÃO PESSOA-PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 05/06/2018 perante a seguinte Comissão Julgadora:

ELISÂNGELA MARIA RODRIGUES ROCHA

Elisângela Maria Rodrigues Rocha
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do Centro de
Tecnologia/UFPB

APROVADA

CLAUDIA COUTINHO NOBREGA

Claudia Coutinho Nobrega
UFPB

APROVADA

ALINE FLÁVIA NUNES REMÍGIO ANTUNES

Aline Flavia Nunes Remigio Antunes
UFPB

APROVADA

RESUMO

O constante crescimento do setor tecnológico vem fazendo com que os Equipamentos Eletroeletrônicos (EEEs) se tornem obsoletos cada vez mais rápido, acarretando no aumento da geração de resíduos desses equipamentos em todo o mundo. A situação referente a gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEEs) é de grande relevância, por serem classificados como resíduos perigosos, que causam impactos a saúde humana e ao meio ambiente, se não geridos de forma adequada. A presente pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal da Paraíba - UFPB, campus I, visando analisar a obsolescência planejada dos EEEs adquiridos pela universidade e a situação referente a gestão dos REEEs em suas Unidades Gestoras (UGs), por meio de entrevistas. Com os dados de aquisições de EEEs, nos anos de 2016 e 2017, disponibilizados por quatro UGs, realizou-se a quantificação, classificação, estimativa da massa (Kg) e a previsão da obsolescência desses equipamentos, verificando-se um total de 6.132 unidades de EEEs, o que correspondeu a aproximadamente 64203,471 Kg, que se tornarão obsoletos até o ano de 2030. Constatou-se também a falta de local adequado para o armazenamento dos REEEs na UGs, a inexistência de um Sistema de Logística Reversa (SLR), e que a destinação final é feita por meio de leilões, ficando a cargo dos arrematantes dar a destinação ambientalmente adequada a esses resíduos.

Palavras-Chaves: Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, Gestão de resíduos.

ABSTRACT

The constant growth of the technological sector has been causing the Electrical and Electronic Equipment (EEE) to become increasingly obsolete, leading to an increase in the generation of waste from such equipment throughout the world. The situation regarding the management of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) is of great relevance because it is classified as dangerous waste, which causes human health and environmental impacts, if not adequately managed. This research was developed at Federal University of Paraiba - UFPB, Campus I, aiming at analyzing the planned obsolescence of EEEs acquired by the university and the situation regarding the management of WEEE in its Management Units (MUs), through interviews with managers. With data from EEE acquisitions in the years 2016 and 2017, which were made available by four UGs, the quantification, classification, mass estimation (Kg) and prediction of the obsolescence of these equipments were performed. This led to a total of 6,132 units of EEE, which corresponds to approximately 64203,471 kg, which will become obsolete by the year 2030. It was also verified the lack of a suitable place for the storage of the WEEE in the UGs, the lack of a Reverse Logistics System (RLS), and that the final destination is made through auctions, leaving the bidders the responsibility to give the environmentally appropriate disposal of such waste.

Key words: Waste Electrical and Electronic Equipment, Waste Management.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que conduz meu caminho e é meu guia para superar todas as dificuldades e conquistar todos os meus objetivos.

Aos meus pais, meus irmãos, minha cunhada e minha sobrinha, por serem sempre meu pedestal e minha fortaleza, com todo amor, carinho e paciência para comigo.

À minha professora e orientadora, Dra. Elisângela Maria Rodrigues Rocha, por toda dedicação de passar seus conhecimentos e por possibilitar a concretização do meu trabalho.

Aos meus amigos, Jessica Ayres, Jessica Siqueira, Luiz Henrique, Laís e Mariana, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos bons e ruins da minha vida.

Aos amigos, Andressa, Gabriela, Paloma, Icaro, Gustavo, Maurício e Daniel, que compartilharam de toda a trajetória acadêmica.

Ao curso de Engenharia Ambiental da UFPB, juntamente com todos os professores, que me capacitaram para essa conclusão.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a elaboração desse Trabalho de Conclusão de Curso, meus agradecimentos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Processo Logístico Reverso.....	24
Figura 2. Classificação dos EEES	29
Figura 3. Classificação dos EEES nas quatro UGs.	34
Figura 4. Obsolescência planejada dos EEES, por ano, em cada UG.	35
Figura 5. Acumulado quantitativo de EEES obsoletos por Unidade Gestora, em 2030.	37
Figura 6. Origem dos REEEs gerados pela obsolescência planejada, por Unidade Gestoras..	38
Figura 7. Origem dos REEEs gerados pela obsolescência planejada em cada centro sob responsabilidade das 4 UGs estudadas.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição de uma tonelada de sucata eletroeletrônica mista.	17
Tabela 2. Vida útil dos EEEs por categoria.....	30
Tabela 3.Obsolescência planejada dos EEEs nas quatro UGs, em cada ano.	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Etapas do ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos - EEEs.	14
Quadro 2. Componentes básicos dos REEE e seus elementos tóxicos.....	18
Quadro 3. Impactos à saúde humana e ao meio ambiente ligados as substâncias e componentes presentes nos REEE.....	19
Quadro 4. Leis no âmbito estadual que incluem REEE.....	22
Quadro 5. Unidades Gestoras da UFPB.....	27
Quadro 6. Situação da gestão dos EEEs nas UGs.	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EEEs	Equipamentos Eletroeletrônicos
REEEs	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
UNEP	United Nations Environment Program
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
IES	Instituições de Ensino Superior
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
PCI	Placas de Circuito Integrado
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
ABRELPE	Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos

Especiais

SLR	Sistema de Logística Reversa
LR	Logística Reversa
EC	Economia Circular
UGs	Unidades Gestoras
UR	Unidade de Recuperação

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Hipóteses.....	12
1.2 Objetivos.....	12
1.2.1 Objetivo Geral.....	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 Equipamentos Eletroeletrônicos (EEEs).....	13
2.1.1 Obsolescência dos EEE.....	15
2.2 Resíduos eletroeletrônicos (REEE) e os impactos ambientais, socioeconômicos e de saúde pública.....	16
2.3 Aspectos legais.....	21
2.4 Logística reversa, Responsabilidade Compartilhada e Economia Circular.....	23
3. METODOLOGIA.....	25
3.1 Caracterização da área de estudo.....	26
3.2 Entrevistas e levantamento de dados.....	27
3.3 Classificação dos Equipamentos Eletroeletrônicos.....	28
3.4 Análise da obsolescência dos Equipamentos Eletroeletrônicos.....	30
3.5 Estimativa da massa dos Equipamentos Eletroeletrônicos.....	31
3.6 Análise dos dados.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
4.1 Situação da gestão dos Equipamentos Eletroeletrônicos nas Unidades Gestoras.....	32
4.2 Quantificação dos Equipamentos Eletroeletrônicos das Unidades Gestoras.....	33
4.3 Obsolescência dos Equipamentos Eletroeletrônicos das Unidades Gestoras.....	35
4.4 Origem dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos.....	38
4.5 Proposições.....	39

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42
ANEXOS.....	49
ANEXO I - Instrumento de coleta de dados	49
APÊNDICES.....	54
APÊNDICE I – Quantificação, por categorias, dos Equipamentos Eletroeletrônicos	54
APÊNDICE II – Quantificação dos Equipamentos Eletroeletrônicos obsoletos por ano ...	55

1. INTRODUÇÃO

O constante crescimento do processo de inovações tecnológicas e o mercado consumidor de tecnologia cada vez mais exigente, faz com que as indústrias produzam cada vez mais produtos para satisfazer as necessidades da população (SANTOS; NASCIMENTO e NEUTZLING, 2014). Dentre esses produtos, estão os Equipamentos Eletroeletrônicos (EEEs).

Os Equipamentos Eletroeletrônicos (EEEs) são aqueles que precisam de corrente elétrica para o seu funcionamento e são naturalmente equipamentos de alta complexidade por possuírem diversos tipos de componentes e substâncias (BARRETO e ALENCAR, 2014). A rápida evolução tecnológica, acelera o processo de obsolescência e o ciclo de vida desse tipo de equipamento fica cada vez mais curto (CAVALHO e XAVIER, 2014).

Essa obsolescência acelerada dos EEEs gera um novo desafio ambiental, pois ao fim da vida útil esses se transformam em Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEEs). Muitas das substâncias que compõe os REEEs são tóxicas como o mercúrio, cádmio e chumbo, podendo causar diversos impactos a saúde humana e ao meio ambiente (LIMA et al. 2015). Os principais impactos são geralmente as emissões de toxinas na disposição desses equipamentos em aterros e sob as pessoas que os manuseiam (SANTOS, 2012). Diante desses impactos, os REEEs demandam de um processo de gestão e destinação diferenciado dos demais resíduos sólidos.

Em estudos realizados em 2009 pela United Nations Environment Program (UNEP) apontam que a geração de REEE no mundo é 40 milhões de toneladas por ano. No Brasil, conforme a Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM, 2009), estima-se uma geração de REEE per capita de 3,58 kg/hab.ano.

No Brasil, a problemática acerca dos REEEs foi abordada na Lei nº 12.305/2010, que implementa a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), que obriga a dar-se destinação adequada para os resíduos sólidos, inclusive os eletroeletrônicos (BRASIL, 2010). A PNRS é um importante passo para a gestão eficiente dos REEEs, pois traz instrumentos de grande importância para a redução da poluição e o desperdício de insumos, como a logística reversa e responsabilidade compartilhada (JURAS, 2012; MOORI e SANTOS, 2010).

Vale ressaltar que Instituições de Ensino Superior (IES) possuem um alto índice de geração de REEEs, em função da grande demanda por novas tecnologia, justificada por

abrangerem diversas áreas do conhecimento e diferentes funções (REIDLER, 2012; AGAMUTHU; KASAPO e NORDIN, 2015).

O presente trabalho se justifica pela necessidade de realização de pesquisas a respeito da gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos gerados em Instituições de Ensino Superior, portanto buscou-se analisar os dados de entrada de EEEs na Universidade Federal da Paraíba (UFPB) - Campus I, nos anos de 2016 e 2017, afim de prever a quantidade de REEEs que serão gerados após a sua obsolescência planejada, ou seja, sua vida útil, e assim propor soluções para a melhoria da gestão dos mesmos.

1.1 Hipóteses

A quantidade de aquisições de equipamentos eletroeletrônicos (EEEs) pela UFPB – Campus I, em um curto período de tempo, indicam a quantidade de resíduos (REEEs) que podem ser recuperados e/ou destinados corretamente.

As ferramentas como logística reversa e plano de gestão dos REEEs da UFPB viabilizarão o manejo, armazenamento e desfazimento seguro e ambientalmente adequado desses resíduos.

A economia circular é uma oportunidade para que as instituições obtenham benefícios econômicos, ambientais e financeiros a partir da problemática dos REEEs.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar análise da obsolescência dos EEEs da UFPB – Campus I a partir de dados de entrada das UGs, nos anos de 2016 e 2017.

1.2.2 Objetivos específicos

- Classificar, quantificar e estimar a massa (Kg) dos EEEs adquiridos pela UFPB, nos anos de 2016 e 2017.
- Avaliar a partir de entrevistas com os responsáveis das unidades gestoras, a situação acerca da aquisição de EEEs e dos REEEs gerados.
- Estimar o ano obsolescência de cada EEEs adquirido pela UFPB e fazer proposições para melhoria da gestão dos REEEs.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Equipamentos Eletroeletrônicos (EEEs)

Equipamentos Eletroeletrônicos (EEEs) são aqueles que dependem de corrente elétrica ou campo magnético para o seu funcionamento, bem como os que geram, transferem ou medem correntes e campos magnéticos, formados de módulos básicos e de produtos de diferentes naturezas, indicando serem equipamentos de grande complexidade. Para facilitar a discriminação dos EEEs, eles são divididos por categorias com especificidades como: vida útil, porte do equipamento, composição, entre outros (CARVALHO e XAVIER, 2014; BARRETO e ALENCAR, 2014)

O Parlamento Europeu por meio da diretiva 2012/19/UE divide os EEEs em onze categorias, sendo-as: Grandes eletrodomésticos, Pequenos eletrodomésticos, Equipamentos informáticos e de telecomunicações, Equipamentos de consumo, Equipamentos de iluminação, Ferramentas elétricas e electrónicas, Brinquedos e equipamento de desporto e lazer, Aparelhos médicos, Instrumentos de monitorização e controlo e Distribuidores automáticos.

No âmbito Nacional, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) dividiu os EEEs em quatro amplas categorias, sendo-as: Linha Branca (refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar); Linha Marrom (monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio, filmadoras); Linha Azul (batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras); Linha Verde (computadores desktop e laptops, acessórios de informática, tablets e telefones celulares).

As tecnologias da informação evoluíram em um ritmo muito acelerado com o mercado consumidor de tecnologia cada vez mais exigente, dessa forma é evidente que as indústrias produzam diversos tipos de EEEs para suprir as necessidades da população. Devido a esse mercado, o ciclo de vida desses equipamentos está gradualmente mais curto, visto que os consumidores são estimulados a substituir os aparelhos por novos e mais modernos (ABDI, 2013; LIMA, et al, 2015; SANTOS e FLORES, 2015).

Os EEEs chegam ao fim de sua vida útil uma vez que são esgotadas todas as possibilidades de reparo, atualização ou reuso. É importante destacar que o ciclo de vida de

um produto descreve a sua trajetória completa ao longo de sua vida útil passando pelas fases de concepção, definição, produção, operação e obsolescência (ABDI, 2013; CARVALHO e XAVIER, 2014). Observa-se no Quadro 1 as diversas etapas do ciclo de vida dos EEE, desde a extração da matéria-prima até a geração do seu resíduo, destacando as possibilidades de reuso e reciclagem para o pós-consumo do equipamento.

Quadro 1. Etapas do ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos - EEEs.

Etapa	Descrição
1. Extração de recursos (Pré-produção)	São extraídas as matérias primas e produzidos os materiais que serão utilizados nos componentes: aquisição dos recursos, transporte e transformação dos recursos em materiais ou energia.
2. Produção	Transformação dos materiais em componentes, a montagem e o acabamento.
3. Distribuição	Embalagem, o transporte e a armazenagem.
4. Uso	<p>O produto é usado, requerendo energia para seu funcionamento, podendo produzir resíduos nesta fase (baterias esgotadas) ou então no caso de necessitarem de serviços de reparo e manutenção (componentes).</p> <p>O produto continua em uso até o momento que um usuário decida se descartar definitivamente dele. Isto pode ocorrer por motivos variados.</p>
5. Pós-consumo descarte; reutilização; reciclagem	<p>- Descarte: No momento do descarte abre-se uma série de opções sobre seu destino final: recuperação da função do produto ou de seus componentes (reutilização), valorização dos materiais ou de seu conteúdo energético (reciclagem e/ou tratamento) ou ainda pode-se optar por não recuperar nada do produto, encaminhando-o diretamente para a disposição final. Os produtos destinados tanto à reutilização quanto à reciclagem devem ser separados dos resíduos comuns, coletados e transportados.</p> <p>- Reutilização: As partes podem ser reutilizadas para a mesma função anterior ou para outra diferente. Em alguns casos pode ser refabricado (remanufaturado), o que significa passar por processos que permitem que seja reutilizado como se fosse novo.</p> <p>- Reciclagem: Esta fase é caracterizada por uma série de processos que vão desde a coleta especial até a pré-produção dos materiais reciclados</p>
5. Disposição final	Componentes ou materiais que não são recuperados ou valorizados

	através das opções anteriores, são encaminhados a um local de destinação final (aterros de resíduos urbanos), sendo que os resíduos que possuem características tóxicas devem receber tratamento.
--	---

Fonte: ROGRIGUES, 2007. Adaptado.

É importante ressaltar que diante da grande diversidade de categorias de EEEs com composições distintas e o fato deles tenderem a ser reconicionados e reutilizados nos países em desenvolvimento, de acordo com o consumo cascata, fica difícil de se avaliar o ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos uniformemente, podendo variar com o porte, composição, país, situação econômica. (CARVALHO e XAVIER, 2014; SANTOS; NASCEIMENTO e NEUTIZLING, 2014).

2.1.1 Obsolescência dos EEE

Conforme o Dicionário Priberam da língua Portuguesa, obsolescência significa: “Desclassificação tecnológica do material industrial, motivada pela aparição de um material mais moderno; Redução gradativa e consequente desaparecimento. “

De acordo com (PACKSRD, 1960; HEISNANKEN, 1996) a obsolescência dos equipamentos pode vir por vários motivos pelos quais deixam de ser utilizados: Obsolescência tecnológica está relacionada a atributos determinados pelo fabricante, de acordo com a durabilidade dos produtos; Obsolescência funcional na qual os equipamentos apresentam falhas ou necessitam de manutenção; Obsolescência psicológica corresponde a inovações que não alteram a funcionalidade dos produtos, mas que, aliados à estratégias de marketing, perdem seu atrativo; Obsolescência circunstancial está associada a mudanças de circunstâncias na vida das pessoas (apud RODRIGUES, 2012).

Evidencia-se o fato de que muitos EEEs são programados para sua obsolescência. Como a exemplo o mercado de computadores onde o hardware (parte física), não acompanha o software (programas) de modo que, quando o mercado lança novos programas, torna-se necessário a aquisição de uma nova máquina. Isso se replica com vários Equipamentos Eletroeletrônicos (CONCEIÇÃO; CONCEIÇÃO e ARAÚJO, 2014).

Esses fatos se enquadram no conceito de Obsolescência Programada ou Planejada (CORNETTA, 2016). Da qual para Zanatta (2013):

“A obsolescência programada consiste no encurtamento da vida útil de um bem ou produto, o qual é projetado para que sua durabilidade ou funcionamento se dê apenas por um período reduzido, de forma que os consumidores tenham que realizar outra compra em um espaço menor de

tempo, aumentando, assim, a lucratividade das empresas. ”

Dessa forma, por diversos fatores, a obsolescência faz com que os equipamentos eletrônicos se transformem Resíduos Eletroeletrônicos em pouco tempo (SELPIS; CASTILHO e ARAÚJO, 2012; CORNETTA, 2016).

2.2 Resíduos eletroeletrônicos (REEE) e os impactos ambientais, socioeconômicos e de saúde pública

Ao final da vida útil de um Equipamento Eletroeletrônico, quando se torna obsoleto, ele passa a ser considerado Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico (REEE), também conhecido popularmente como lixo eletrônico. De acordo com Widmer *et al.* (2005) REEE é qualquer Equipamento Eletroeletrônico que tenha deixado de ter valor para o seu proprietário, ou resíduo gerado por um equipamento quebrado ou de utilização indesejada.

Com a transformação da antiga sociedade industrial em uma sociedade de informações, se deu o crescimento do uso de tecnologias de informações e comunicações. Como consequência, a produção de EEE cresceu rapidamente, o que significa ao mesmo tempo uma maior geração de REEE. (CUI e FORSSBERG, 2003). Assim, esse tipo de resíduos vem cada vez mais sendo reconhecido como uma categoria distinta e importante em função das suas características (TOWNSEND, 2011).

Os REEE podem ser caracterizados em seus (i) componentes de maior dimensão, como os fios e cabos, as Placas de Circuito Integrado (PCI), os tubos de raios catódicos (CRTs), plásticos e monitores, (ii) seus componentes da escala elementar ou química, que engloba conteúdo químico de metais tóxicos e preciosos ou de outros produtos químicos inorgânicos, como o chumbo e o mercúrio e (iii) sobre os produtos químicos orgânicos, como os retardantes de chama bromados, que são utilizados na composição de fios e cabos (TOWNSEND, 2011).

Widmer *et al* (2005) evidenciaram que na composição percentual dos materiais presentes nos REEE, o ferro e o aço são os materiais mais comuns encontrados nos REEE, em função do peso, o que corresponde a mais da metade do peso total dos REEE, seguido dos plásticos, que representam 21% do peso dos REEE. Os metais não ferrosos, incluindo os metais preciosos, representam 13% do peso, com o cobre contabilizando 7% do peso total, conforme observado pelos autores na composição de uma tonelada de sucata eletroeletrônica (Tabela 1).

Tabela 1. Composição de uma tonelada de sucata eletroeletrônica mista.

Componente Porcentagem (%)	
Ferro	35 – 40
Cobre	17
Fibras e plásticos	15
Alumínio	7
Papel e embalagem	5
Zinco	4 – 5
Resíduos não recicláveis	3 – 5
Chumbo	2 – 3
Ouro	0,0002 - 0,0003
Prata	0,0003 - 0,001
Platina	0,00003 - 0,00007

Fonte: NATUME e SANT'ANNA, 2011. Adaptado.

Os REEEs se caracterizam por terem um fluxo de alto crescimento, com a taxa de 3% a 5% ao ano, caracterizando um grande desafio na gestão desses para maioria dos países em todo o mundo (MOHAN *et al.* 2008). Pucket et al (2002) ressaltou que esse crescimento é três vezes mais rápido do que os resíduos em geral.

Em estudos realizados, em 2009, pela United Nations Environment Program (UNEP) apontam que a geração de REEE no mundo é 40 milhões de toneladas por ano. No Brasil, conforme estudo da Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais, estima-se que em 2012 foram gerados 712.700 toneladas de REEEs, representando uma geração per capita de 3,58 kg/hab.ano (FEAM, 2009). O Brasil foi classificado, no Relatório das Organizações das Nações Unidas de 2009, como o maior produtor de lixo eletrônico entre os países emergentes (UNEP, 2009).

De acordo com Widmer et al (2005) os REEEs podem conter mais de mil tipos de substâncias em sua composição, tais como chumbo, mercúrio, cádmio, arsênio, entre outras. Essas substâncias são na sua maioria de caráter perigoso, por causarem danos à saúde humana e ao meio ambiente classificando os REEEs como resíduo perigoso, que atrelado a sua elevada grande quantidade tornam-se uma ameaça ambiental global. (CARVALHO e XAVIER, 2014; BABU; PARANDE e BASHA, 2007).

No Quadro 2 observa-se os componentes dos REEE e os seus elementos tóxicos, ligados diretamente a danos ao meio ambiente e a saúde humana.

Quadro 2. Componentes básicos dos REEE e seus elementos tóxicos

Componentes	Aplicações	Elementos tóxicos
Placas de circuito interno	Utilizadas em quase todos os EEE, desde geladeiras modernas até computadores	Chumbo, antimônio, cádmio, mercúrio, retardantes de chama bromados
Baterias	EEE portáteis	Níquel, cádmio, chumbo, mercúrio
Componentes contendo mercúrio	Termostatos, sensores, relês, interruptores, equipamentos médicos, equipamentos de telecomunicação	Mercúrio
Tubos de raios catódicos (TRC)	TV e monitores antigos	Cádmio, cobre, PVC, retardantes de chama bromados
Cabos, cordões e fios	Diversos	Cádmio, cobre, PVC
Visor de cristal líquido (LCDs)	Diversos	Cerca de 20 substâncias diferentes
Componentes de refrigeração	Aparelhos de ar condicionados antigos, freezers, geladeiras	Clorofluorcarbonos
Cartuchos de tinta	Impressoras, aparelhos de fax, copiadoras	Poeira de carbono e negro de fumo, material produzido a partir da combustão incompleta de derivados do petróleo
Plásticos	Fios e cabos elétricos, caixas, suportes, PCI	PVC, Retardantes de chama bromados

Fonte: CARVALHO e XAVIER, 2014; RODRIGUES, 2012. Adaptado.

A falta de Gestão, gerenciamento, manejo correto e descarte adequado dos REEEs causam diversos impactos ambientais, socioeconômicos e de saúde pública, o que vem se tornando motivo de grande preocupação (CARVALHO e XAVIER, 2014; RODRIGUES, 2012, SANTOS; 2012).

Os principais impactos ao meio ambiente são geralmente as emissões de toxinas dos REEE em aterros, dos quais contaminam o solo, o ar e a água em função dos processos de

extração caseiros (WILLIAMS et al., 2008). O mínimo contato dos metais pesados, presentes nesses resíduos, com água reflete em contaminação do lixiviado, quando penetra no solo, esses metais podem contaminar lençóis subterrâneos ou acumular-se em seres vivos. Ainda, a exposição direta das pessoas as toxinas presentes nos REEEs também é motivo de grande preocupação por seu impacto direto a saúde humana, como doenças de crônicas (REIDLER, 2012; NATUME e SANT'ANNA, 2011; GONÇALVES, 2007).

No Quadro 3 verifica-se os impactos a saúde humana e ao meio ambiente causados por algumas substâncias ou componentes presentes nos REEE.

Quadro 3. Impactos à saúde humana e ao meio ambiente ligados as substâncias e componentes presentes nos REEE.

Substâncias e componentes	Impactos à saúde humana	Impactos ao meio ambiente
Retardadores de chama bromados	Cancerígenos e neurotóxicos: podem interferir na função reprodutora	Podem ser solúveis em água, voláteis, bioacumulativos e persistentes. Em incineradores geram dioxinas e furanos
Cádmio	Possíveis efeitos irreversíveis nos rins e podem provocar câncer e desmineralização óssea; manifestações digestivas (náusea, vômito, diarreia); problemas pulmonares; envenenamento (quando ingerido); pneumonite (quando inalado).	Bioacumulativos, persistente e tóxico para o meio ambiente.
Cromo	Provocam reações alérgicas em contato com a pele, é cáustico e genotóxico	Absorção celular muito fácil pelas plantas e animais dos efeitos tóxicos.
Chumbo	Danos no sistema nervoso, endócrino, cardiovascular e rins; dores abdominais (cólica, espasmo e rigidez); disfunção renal; anemia, problemas pulmonares; neurite periférica (paralisia); encefalopatia (sonolência, manias, delírio, convulsões e coma).	Acumulação no ecossistema, efeitos tóxicos na flora e fauna e microrganismos.
Mercúrio	Possíveis danos cerebrais e cumulativos e podem passar para o feto. Gengivite, salivação, diarreia (com sangramento); dores abdominais (especialmente epigástrio, vômitos, gosto metálico); congestão, inapetência, indigestão; dermatite e elevação da	Pode tornar-se solúvel em água; acumula-se nos organismos vivos.

	pressão arterial; estomatites (inflamação da mucosa da boca), ulceração da faringe e do esôfago, lesões renais e no tubo digestivo; insônia, dores de cabeça, colapso, delírio, convulsões.	
Bário	Inchaço do cérebro, fraqueza muscular, danos no coração, fígado e no baço	
Cobre	Pode gerar cirrose hepática	Intoxicações como lesões no fígado
CFC's	Efeitos indiretos à saúde humana	Reduz a camada de ozônio
PVC	Alterações no aparelho reprodutivo, ação cancerígena. Se queimado pode causar problemas respiratórios	Quando queimados produzem dioxinas e furanos, e podem causar contaminação no solo, água e alimentos. São persistentes e bioacumulativos no meio ambiente
Arsênio	Em níveis elevados, o arsênio inorgânico pode causar a morte. A exposição a níveis mais baixos por muito tempo pode causar uma descoloração da pele e a aparência de grãos ou de verrugas pequenas.	
Berílio	Danos ao pulmão em pessoas expostas a níveis elevados de berílio no ar. Cerca de 1 a 15% de todos as pessoas ocupacionalmente expostas ao berílio no ar tornam-se sensíveis podendo desenvolver a doença crônica do berílio (CBD). Estudos sobre trabalhadores relataram um aumento de risco de câncer de pulmão. A EPA determinou que o berílio fosse um provável agente carcinogênico humano.	
Tálio	Níveis elevados no ar podem resultar em efeitos no sistema nervoso. Sua ingestão em níveis elevados resulta em vômitos, diarreia e perda provisória do cabelo.	
PCB Polychlorinated biphenyls são	Os efeitos de saúde associados com a exposição à PCBs incluem problemas de pele nos adultos e mudanças neuro-comportamentais e imunológicas	

misturas de cerca de 209 compostos clorados	em crianças. Pcbs são conhecidos por causar o câncer em animais.	
---	--	--

Fonte: NATUME e SANT'ANNA, 2011; BRITO, 2016; RODRIGUES 2007; LIMA et al., 2015. Adaptado.

Destaca-se que o problema dos REEEs não se restringe ao volume, mas também a sua especificidade e periculosidade, devido a sua composição altamente impactante ao meio ambiente e a saúde que os mesmos apresentam, devido a sua composição em compostos químicos (NATUME e SANT'ANNA, 2011).

Em relação aos impactos socioeconômicos tem-se a geração de emprego decorrente das atividades de coleta e reciclagem dos REEE, por possuírem metais preciosos como ouro, prata, paládio (BETTS, 2008). Reidler (2012) destaca a necessidade da reciclagem dentro do país de origem, pois exportando os REEE está sendo exportado não só materiais perigosos, mas também matérias primas valiosas.

2.3 Aspectos legais

Como resposta ao processo crescente e desordenado de geração de resíduos, incluindo os REEE, vários países têm debatido e aprovado Regularizações, Diretrizes e Legislações para disciplinar o setor de resíduos e encaminhar uma gestão adequada para tal.

A Comunidade Europeia estabeleceu duas diretivas a respeito da gestão dos REEE: a diretiva 2002/96/EC e a Diretiva 2002/95/EU. A 2002/95/EU restringe o uso de substâncias tóxicas, incluindo as substâncias presentes nos REEE, dentre essas substâncias estão: Cadmio, chumbo, mercúrio, entre outros e a Diretiva 2002/96/CE regulamenta o tratamento dos REEE, responsabilizando os fabricantes por todos os EEE produzidos, sua coleta e tratamento (CARVALHO e XAVIER, 2014).

No Brasil, alguns produtos como chumbo, cadmio, pilha e baterias já possuíam a Resolução nº 257/1999 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece limites para o seu uso e responsabiliza os fabricantes pela coleta e encaminhamento para reciclagem. Mas apenas em 5 de agosto de 2010 foi aprovada a Lei Federal nº 12.305 referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil, que obriga a dar-se destinação adequada para os resíduos sólidos, inclusive os eletrônicos (BRASIL, 2010). Entre os pilares da nova lei, encontra-se a logística reversa e responsabilidade compartilhada pelo ciclo de

vida do produto, que se inspira na responsabilidade pós-consumo e tem por fundamento o princípio do poluidor-pagador (JURAS, 2012).

Mesmo com a PNRS, o Brasil está pendente em relação a situação regulatória para os REEE, o acordo setorial ainda está em discussão no âmbito federal, para tratar especificamente dos REEE (BRITO, 2017). Alguns estados brasileiros possuem leis que incluem os REEE (Quadro 4).

Quadro 4. Leis no âmbito estadual que incluem REEE

Estado	Lei	Inclusão dos REEE
ES	Lei nº 9.941 de 29 de novembro de 2012	Lixo tecnológico - aparelhos eletrodomésticos; sistemas de rede; parques de telefonia; equipamentos e componentes eletroeletrônicos tais como: componentes e periféricos de computadores; monitores e televisores; acumuladores de energia (baterias e pilhas); produtos magnetizados. Comerciantes, representantes ou fabricantes (importadores): devem ter pontos de coleta e fazer a disposição ambientalmente adequada; fabricantes devem garantir a LR, e atingir uma meta anual de reciclagem
MA	Lei nº 9.291 de 16 de novembro de 2010	Lâmpadas, pilhas, baterias, equipamentos de informática e outros tipos de acumuladores de energia. Comerciantes devem manter postos de coleta para receber produtos após inutilização. Pilhas, baterias, equipamentos de informática, carcaças de telefones celulares e seus carregadores e outros tipos de acumuladores de energia que contenham em sua composição chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos necessitam de destinação adequada. Os fabricantes, importadores e comerciantes deverão manter programas de esclarecimento dos consumidores acerca da importância de entregarem os produtos na rede de postos de coleta.
MT	Lei nº 8.876 de 16 de maio de 2008	Lixo tecnológico - computadores, equipamentos de informática, pilhas, baterias, televisores e monitores, micro-ondas, máquinas fotográficas, lâmpadas fluorescentes e eletroeletrônicos. Todos os equipamentos que possam ser reaproveitados devem ser destinados para atingir um fim social. Os resíduos danificados ou obsoletos devem ser entregues aos estabelecimentos que comercializam ou rede de assistência técnica, para que repasse aos fabricantes/importadores, para que reutilizem, recicle ou deem o destino ambientalmente adequado.

PR	Lei nº 15.851 de 10 de junho de 2008	As empresas produtoras, distribuidoras e que comercializam equipamentos de informática instaladas no Estado do Paraná ficam obrigadas a criar e manter o Programa de Recolhimento, Reciclagem ou Destruição de Equipamentos de Informática, sem causar poluição ambiental. As empresas produtoras deverão promover campanhas, fazendo veicular propaganda esclarecendo os usuários sobre os riscos para o meio ambiente de se jogarem os equipamentos em locais não apropriados e os benefícios de se recolhê-los para posterior destruição.
MS	Lei nº 3.970 de 17 de novembro de 2010	Lixo tecnológico - aparelhos eletrodomésticos e equipamentos e componentes eletroeletrônicos tais como: componentes periféricos de computadores, monitores e televisores, acumuladores de energia e produtos magnetizados.
PB	Lei nº 9.129 de 27 de maio de 2010	Empresas que produzem, comercializam ou importam: devem manter pontos de coleta e dar destinação ambientalmente adequada.
RS	Lei nº 13.533 de 28 de outubro de 2010	As embalagens ou rótulos devem indicar com destaque: (i) advertência de que não sejam descartados em lixo comum; (ii) orientação sobre postos de entrega do lixo
SP	Lei nº 13.576 de 6 de julho de 2009	tecnológico; (iii) endereço e telefone de contato dos responsáveis pelo descarte do material em desuso sujeito à disposição final; e (iv) alerta sobre a existência de metais Pesados ou substâncias tóxicas entre os componentes do produto.

Fonte: USHIMA; MARTINS e JR, 2014. Adaptado.

2.4 Logística reversa, Responsabilidade Compartilhada e Economia Circular

A Logística Reversa (LR) é parte do Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento que planeja e controla o fluxo e armazenamento eficiente e econômico de matérias primas, materiais semiacabados e produtos acabados, desde o ponto de origem até o ponto de consumo (SOARES; RODRIGUES e GONÇALVES, 2018).

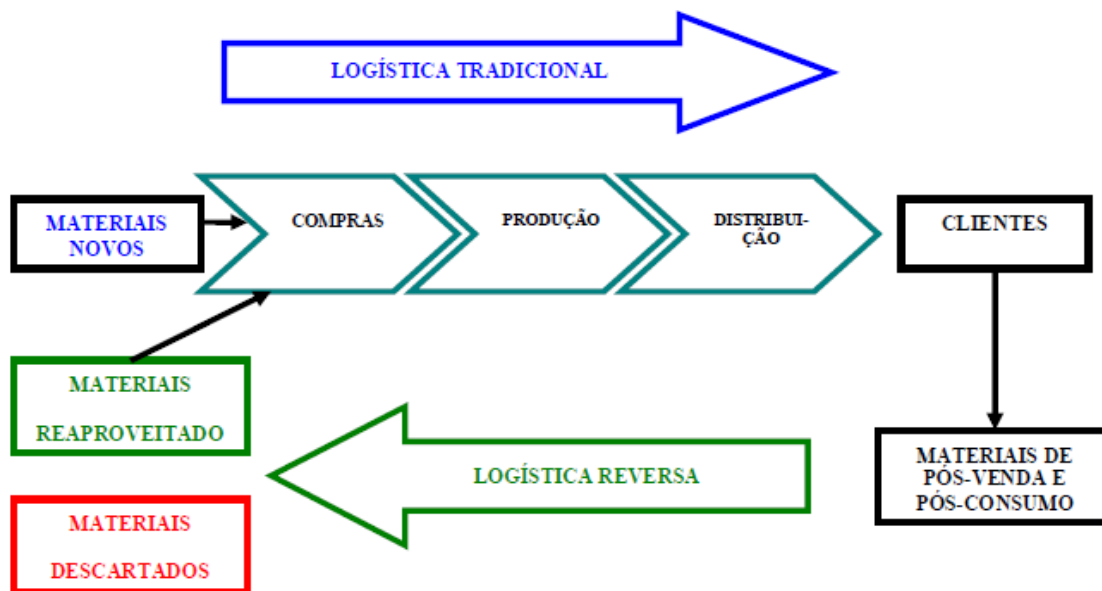
A PNRS define a logística reversa como um

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

Em termos práticos a logística reversa tem como o principal objetivo principal a redução da poluição e o desperdício de insumos, por meio da reutilização e reciclagem de

produtos (SHIBAO; MOORI e SANTOS, 2010), como identificado no processo logístico reverso (Figura 1).

Figura 1. Processo Logístico Reverso



Fonte: (SHIBAO; MOORI e SANTOS, 2010).

O Programa da Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) de Logística Reversa de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – REEE ressalva os benefícios do Sistema de Logística Reversa, dos quais estão: A diminuição da quantidade de resíduos encaminhados para aterros, a estimulação do uso eficiente dos recursos naturais, o desenvolvimento dos processos de reutilização, reciclagem e recuperação de produtos e materiais, melhora das condições ambientais através de uma gestão mais eficiente de resíduos, entre outros. Vale salientar que um Sistema de Logística Reversa (SLR) de REEE deve vir acompanhado de canais para coleta desse tipo de resíduo. Os canais de devolução, estabelecidos a partir de pontos de coleta ou entrega voluntária. A elaboração de normas e procedimentos para a implementação de sistemas de logística reversa, bem como a adequação de uma infraestrutura mínima, deve ser provida pelo Estado, instituições ou ainda pela iniciativa privada (CARVALHO e XAVIER, 2014).

Em relação aos EEE, Demajorovic; Augusto e Souza (2016) destacam que as pressões competitivas e o avanço tecnológico que vêm propiciando a obsolescência dos equipamentos e a diminuição do ciclo de vida, também trazem o desenvolvimento de novos materiais que possibilitam a ampliação das atividades de reuso e reciclagem favorecendo a inserção da LR nos processos de gestão.

O conceito de Logística Reversa vem atrelado ao de Responsabilidade compartilhada. Nos termos da PNRS, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é

" o conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei (BRASIL, 2010).

O manejo dos resíduos é de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores. Logo, deve haver um regime solidário de complexas atribuições, que são desempenhadas de forma individualizada e encadeada, por todos aqueles que participam do processo produtivo desde a fabricação do produto até a sua destinação final (ASTOLPHO; ARAÚJO e KODAMA, 2018).

Ainda, para uma mudança dos padrões de produção e consumo encontra-se o conceito de Economia Circular (EC) (RIBEIRO e KRUGLIANSKAS, 2014). A economia circular busca redefinir a noção de crescimento, com foco em benefícios para toda a sociedade, dissociando a atividade econômica do consumo de recursos finitos, e eliminar resíduos do sistema por princípio. O modelo circular constrói capital econômico, natural e social baseado em três princípios: Eliminar resíduos e poluição por princípio; Manter produtos e materiais em ciclos de uso; Regenerar sistemas naturais. (EMF, 2017)

O Comité Económico e Social Europeu evidencia que uma economia circular é foco para reutilização, reparação, renovação e reciclagem materiais e produtos existentes, transformando o que se costumava ser considerado como “desperdício” em um reuso.

A economia circular atrelada a uma unidade de recuperação ou de reciclagem evita o acúmulo de resíduos, incluindo dos REEE, gerando economia por meio de processos de recuperação, reduzindo a aquisição de novos equipamentos pela unidade, ou comercialização dos componentes dos EEE. (SANTOS, NASCIMENTO e NEUTZLING, 2014), (BARROS, 2018).

3. METODOLOGIA

“A pesquisa científica é a realização de um estudo planejado, sendo o método de abordagem do problema o que caracteriza o aspecto científico da investigação. Sua finalidade é descobrir respostas para questões mediante a aplicação do método científico” (PRODANOV e FREITAS, 2013).

A presente pesquisa foi do tipo aplicada, quanto a sua natureza, visto que, de acordo com Prodanov e Freitas (2013) a pesquisa aplicada “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.”

Quanto a sua abordagem, a pesquisa caracterizou-se como quantitativa. Segundo Fonseca (2002),

“[...]a pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc.”.

Conforme os objetivos, a pesquisa foi caracterizada como exploratória e descritiva. Tendo em vista que a pesquisa descritiva tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-la mais explícita ou a construir hipóteses. Segundo Trivaños (1987) apud Gerhart e Silveira (2009) “A pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade”.

Ainda, quanto ao seu procedimento, pode-se definir essa pesquisa como bibliográfica, documental e de campo, considerando que a pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas, a pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico e a pesquisa de campo realiza coleta de dados junto a pessoas (FONSECA, 2002).

3.1 Caracterização da área de estudo

De acordo com a Portaria nº 19/2010/G/PRA, a gestão patrimonial dos bens permanentes (móveis, equipamentos e semimóveis) da UFPB é descentralizada e de responsabilidade das Unidades Gestoras.

Em respeito ao não comprometimento dos gestores das Unidades Gestoras (UGs) da UFPB, as nomenclaturas das UGs serão identificadas por letras ao longo de todo o trabalho.

As Unidades Gestoras da UFPB, atualmente, estão divididas em oito (Quadro 5) englobando os Campus de João Pessoa, Areia e Bananeira.

Quadro 5. Unidades Gestoras da UFPB

Código da Unidade Gestora	Unidade Gestora	Campus
153065	A	Campus I – João Pessoa
153068	B	Campus I – João Pessoa
153070	C	Campus I – João Pessoa
153071	D	Campus I – João Pessoa
153072	E	Campus I – João Pessoa
153066	F	Campus I – João Pessoa
153073	G	Campus III - Areia
153074	H	Campus IV - Bananeiras

Fonte: Pró-Reitoria de Administração da UFPB, 2018. Adaptado.

A pesquisa foi realizada nas Unidades Gestoras localizadas no Campus I, em João Pessoa: A, B, C, D, E e F.

Essas Unidades Gestoras são responsáveis pela aquisição, recepção, registro, controle, utilização, guarda, conservação e desfazimento dos bens permanente da Universidade.

É importante ressaltar que houve dificuldade na obtenção de dados de duas Unidades Gestoras, sendo elas: as unidades E e F, por ter sido recém-criada e devido a mudança recente de seu gestor, respectivamente.

Sendo assim, o foco da pesquisa condensou-se em quatro Unidades Gestoras: A, B, C e D.

3.2 Entrevistas e levantamento de dados

A primeira interação com as Unidades Gestoras foi feita através de uma entrevista, realizada com diretores ou responsáveis pelas unidades, adaptada do Instrumento de coleta de dados (Anexo I) da pesquisa de mestrado (em andamento) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – PPGECAm e aprovado no conselho de ética do Hospital Universitário (Parecer nº 2.497.939).

Na entrevista, adaptada, foi questionado aspectos para o melhor entendimento a cerca de toda a gestão Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), desde a aquisição do equipamento, defeitos que apresentam, o seu pós-consumo, armazenamento, até o desfazimento, totalizando nove itens de perguntas.

Quando identificado na entrevista que a UG possuía controle da aquisição dos bens permanentes, foi requerido os dados de todos os EEEs que foram adquiridos pela UG, por período de tempo.

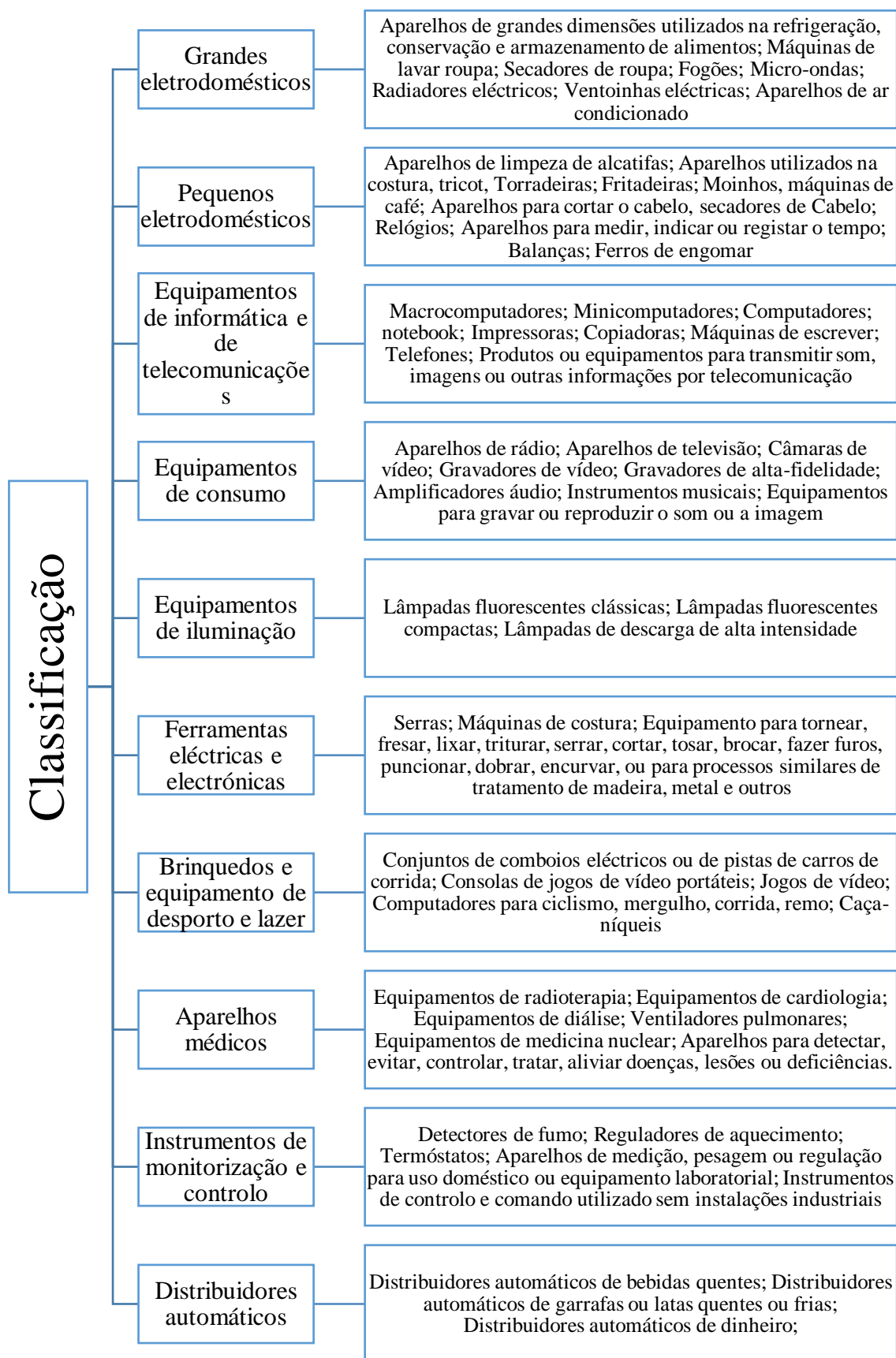
Assim, foram disponibilizados pelas UGs: A, B, C e D, dados de entrada de todos os produtos eletrônicos, em arquivo PDF, durante os anos de 2016 e 2017, exceto da UG: A, que cedeu apenas os dados do ano de 2017.

3.3 Classificação dos Equipamentos Eletroeletrônicos

A Agência Nacional de Desenvolvimento Industrial (ABDI) adota uma classificação com apenas quatro categorias de EEEs, de acordo com a grande diversidade nos tipos de Equipamentos presentes nos dados disponibilizados pelas UGs, essa não foi possível de ser utilizada pois não engloba tamanha diversidade.

Diante disso, os EEEs foram classificados conforme o Anexo 1 da Diretiva 2012/19/UE (PARLAMENTO EUROPEU,2012), que divide os EEEs em dez categorias (Figura 2) de acordo com sua função.

Figura 2. Classificação dos EEEs



Fonte: PARLAMENTO EUROPEU, 2012. Adaptado.

Destaca-se que, como não foram evidenciados equipamentos das categorias de Equipamentos de iluminação, Brinquedos e equipamento de esporte e lazer e Distribuidores automáticos, essas foram desconsiderados, ficando assim com sete categorias existentes nos dados da presente pesquisa.

3.4 Análise da obsolescência dos Equipamentos Eletroeletrônicos

O ciclo de vida útil dos equipamentos vem se tornando mais curto devido a rapidez com que as tecnologias avançam, com isso, a obsolescência destes está cada vez mais acelerada (CARVALHO e XAVIER, 2014). Para o cálculo da vida útil dos EEEs, foi adotado os valores em anos, por categoria, de acordo com a Tabela 2, propostos por Panizzon, Reichert e Schneider (2017).

Tabela 2. Vida útil dos EEEs por categoria.

Categoria	Vida útil (anos)	Fonte
Grandes eletrodomésticos	11,0	NABH (2007)
Pequenos eletrodomésticos	7,0	UNU (2007)
Equipamentos de informática e de telecomunicações	5,0	EPA (2008)
Equipamentos de consumo	13,0	EPA (2008)
Ferramentas elétricas e eletrônicas	10,0	IBAPE/SP (2007)
Aparelhos médicos	10,0	IBAPE/SP (2007)
Instrumentos de monitorização e controle	10,0	IBAPE/SP (2007)

Fonte: (PANIZZON; REICHERT e SCHNEIDER, 2017). Adaptado.

Utilizou-se os valores de vida útil adotados para cada categoria de EEE para estimar o ano em que cada equipamento se tornará obsoleto, com o cálculo simples (Equação 1) do ano da sua aquisição somado a vida útil referente a categoria que o EEE foi classificado.

$$\text{Ano de obsolescência} = \text{Ano de aquisição do EEE} + \text{Vida útil do EEE} \quad \text{Eq. (1)}$$

3.5 Estimativa da massa dos Equipamentos Eletroeletrônicos

Para os EEEs identificados nas UGs, buscou-se informações de suas massas, em quilogramas (Kg). Alguns equipamentos estavam listados com as atribuições do produto, para esses, a massa foi obtida através do site da marca especificada. Porém, a grande maioria não estavam listados com as atribuições, optou-se então por buscar, em sites de marcas atuantes, a massa de produtos com preço de mercado similar ao adquirido pela UFPB, embora sabe-se que a aquisição dos bens da Universidade é feita por meio de pregões, com preço mais baixo. A massa encontrada nos produtos de preço similar foi usada para estimar a massa desses EEE.

Vale destacar que alguns equipamentos estavam sem atribuições e sem o preço, para esses, a massa foi estimada a partir de equipamento de mesma função que estivesse listado com as atribuições ou preço. Ressalta-se ainda que não foi possível fazer a estimativa da massa de alguns EEEs, dos quais, na sua maioria, eram equipamentos raros no mercado, de grande complexidade ou que sua aquisição é feita sob encomenda, tais como: Analisador, carregador de bateria, auto transformador, espectrômetro de fluorescência, sistema de detecção de luminescência, analisador de fluxo de CO_2 no solo, citômetro de fluxo, estufa bacteriológica, centrífuga de bancada, analisador vetorial, fonte de alimentação de bancada, osciloscópio, placa de desenvolvimento, plataforma de aquisição de dados, retificador de potência, retificador trifásico, placa de desenvolvimento, sensor de temperatura, termômetro infravermelho, criostato, rack ventilado, registrador de sinais, sistema elétrico de fabricação de cerveja, grupo gerador, decibelímetro, estufa renovação ar, macro moinho tipo willye, mesa agitadora com plataforma, micrometro, paquímetro digital, analisador hematológico automatizado, coagulômetro monocanal, espectrofotômetro de absorção atômica glicosímetro, manta aquecedora, microscópio trinocular, peak power, eletrocardiograma microprocessador, phmetro, microprocessador de bancada, tela para retroprojeto motorizada, balança de bioimpedância, centrífuga, termociclado, espectrômetro de emissão atômica, homogeneizador de alta pressão, sistema de mistura, autoamostrador, cromatógrafo gasoso, espectrômetro de massas, analisador zetasizer, câmara de envelhecimento acelerado, forno de indução, contador de células automático com canais de, instrumento de pcr, microscópio invertido.

3.6 Análise dos dados

Os dados e informações obtidos nas entrevistas e nas planilhas das UGs foram analisados por meio de tabelas e gráficos gerados na ferramenta Microsoft Excel 2010.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Situação da gestão dos Equipamentos Eletroeletrônicos nas UGs.

A partir das entrevistas com os responsáveis das unidades foi possível analisar os aspectos como aquisição, utilização e desfazimento dos EEEs nas quatro UGs (Quadro 6).

Quadro 6. Situação da gestão dos EEEs nas UGs.

Questões abordadas	Unidades Gestoras			
	A	B	C	D
A UG possui controle de entrada (aquisição) dos EEE?	Sim	Sim	Sim	Sim
A UG realiza conserto dos EEE pós-consumo ou há Unidade de Recuperação?	Informalmente	Não	Não, Unidade de Recuperação sendo instalada	Sim
Na UG há reaproveitamento de peças dos EEE?	Não	Não	Não	Sim
A UG possui controle do REEE gerados?	Sim	Não	Não	Sim
Na UG há local próprio para armazenamento dos REEE?	Não	Não	Não	Não
Na UG há ações de Logística Reversa?	Não	Não	Não	Não
O que a UG faz com os EEE Inservíveis?	Leilão	Apenas armazena	Encaminha para UG A para serem leiloados	Encaminha para UG A para serem leiloados
Caso o REEE vá para leilão, quais os	Função do leiloeiro. Sabe-	X	X	X

procedimentos a UG adota?	se que não há pré-requisitos para participação como arrematante.			
---------------------------	--	--	--	--

Fonte: Autora, 2018.

De acordo com a entrevista, ficou claro que, no geral, nas UGs da UFPB- CAMPUS I, existe um déficit na gestão dos REEEs, visto que não é realizado conserto, nem aproveitamento de peças dos REEEs, exceto na UG D, tão pouco há ações de Logística Reversa. Nenhuma UG possui local próprio para armazenamento dos REEEs, sendo feito de forma aleatória e desordenada em salas dos prédios pertencentes a elas e por tempo indeterminado. A única UG que efetua o desfazimento dos REEE é a UG A, por meio de leilões, que são inteiramente organizados pelos leiloeiros, deixando notório que a Universidade não acompanha o descarte final dos REEEs, fatos esses, ocorrem provavelmente pela inexistência de leis específicas a respeito do assunto.

Agamuthu; Kasapo e Nordin (2015) comentam que Instituições de Ensino Superior (IES) contribuem significativamente para a crescente problemática dos Resíduos Eletroeletrônicos, pois os EEEs são usados e frequentemente substituídos nas IES, devido a grande demanda por tecnologia atualizada.

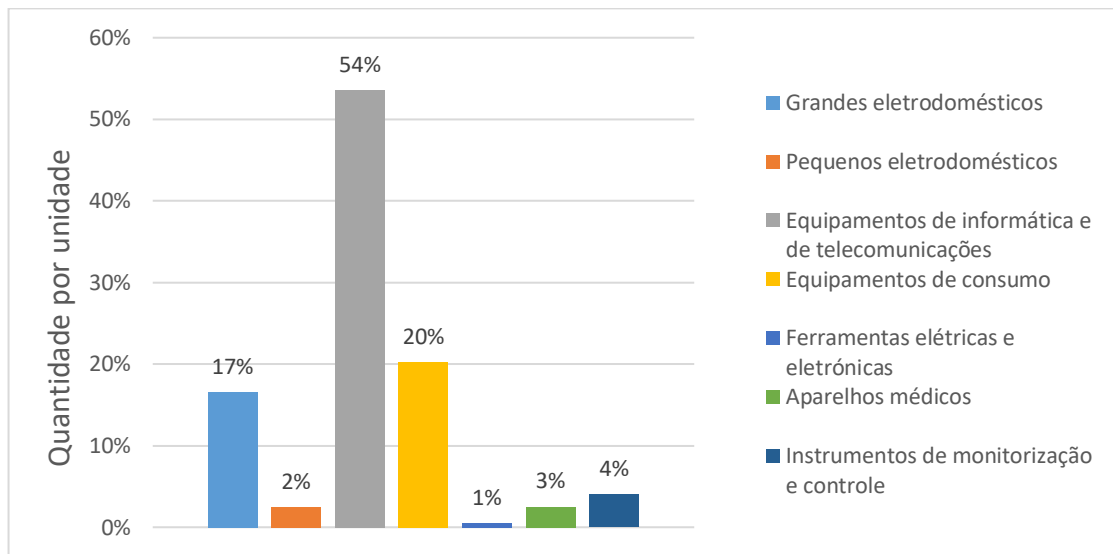
Carvalho e Xavier (2014) ressaltam que os REEEs deveriam destacar-se no cenário da gestão de resíduos, visto que, além de atingirem volumes preocupantes, contêm diferentes tipos de substâncias em sua composição, cujas, são altamente prejudiciais à saúde humana e ambiental. Ainda, de acordo com Tsydenova e Bengtsson (2011) grandes rotas precisam ser percorridas para a destinação ambientalmente correta dos REEE.

4.2 Quantificação dos Equipamentos Eletroeletrônicos das UGs

De acordo com os dados obtidos foi possível constatar o quantitativo de EEEs em cada categoria adotada (Figura 2), tanto pela quantidade em unidades de equipamentos quanto pela massa (Kg) que representam para cada UG (Apêndice I).

Destacou-se então, o percentual de equipamentos de cada categoria adquiridos pelas quatro UGs, contabilizado de acordo com quantidade em unidades de equipamentos (Figura 3).

Figura 3. Classificação dos EEEs nas quatro UGs.



Fonte: Autora (2018).

Nota-se que a categoria com maior quantidade é a de Equipamentos de informática e de telecomunicações, correspondeu a 3.288 unidades e aproximadamente 18.333,1 Kg, isso se deu por que os equipamentos de informática como computadores e notebooks representaram as principais aquisições das UGs no período de estudo.

Outra categoria com maior parcela é de Equipamentos de consumo, o que diz respeito a 1.239 unidades e aproximadamente 3.617,55 Kg, essa é composta, na maioria, por equipamentos utilizados em salas de aula, como projetores multimídia e caixas de som.

A categoria de Grandes eletrodomésticos, correspondeu a 1.016 unidades e aproximadamente 37.353,5 Kg. O valor de massa elevado se justifica pelas grandes dimensões dos referidos equipamentos.

As outras categorias, Pequenos eletrodomésticos; Ferramentas elétricas e eletrônicas; Aparelhos médicos; Instrumentos de monitorização e controle possuem menor representatividade nas quantidades dos EEE. Essas pequenas parcelas de equipamentos nessas categorias não significam que esses não sejam relevantes, principalmente quando tornarem-se resíduos eletroeletrônicos.

Destaca-se que nos anos de 2016 e 2017 foram adquiridos um total de 6.132 unidades de EEEs, nas quatro Unidade Gestoras, o que corresponde a 64.203,5 Kg. Diante dessa elevada quantidade, percebe-se a necessidade de haver Unidade de Recuperação (UR) para os EEEs em cada UG e assim evitar que os equipamentos sejam desativados, por defeitos que podem ser reparados, antes do fim da sua vida útil, tendo que, mais cedo, fazer aquisição de

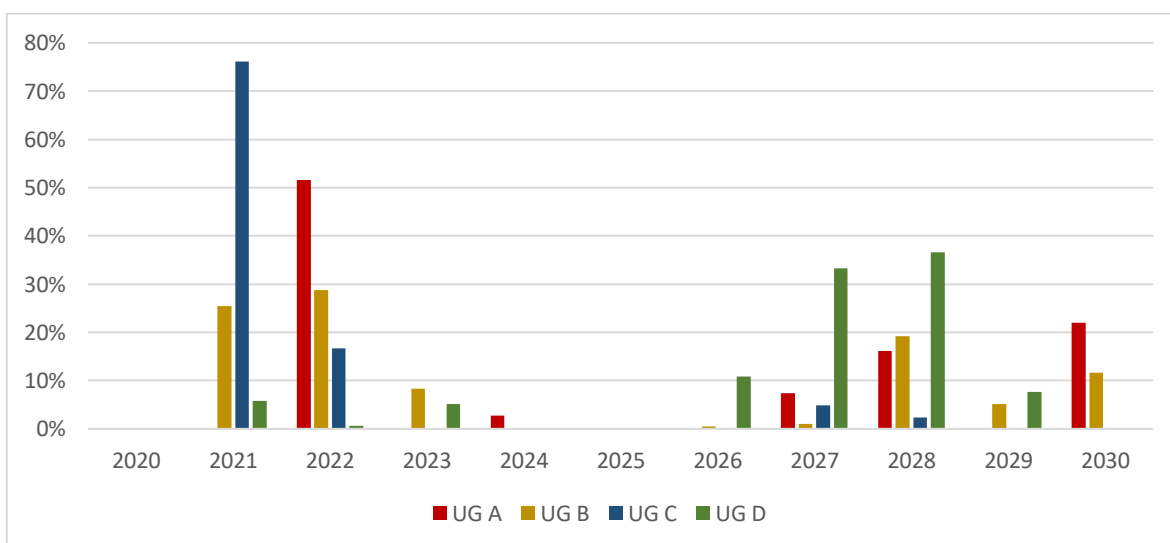
um novo equipamento, segundo Rodrigues (2012) seria o principal motivo para estes entrarem em desuso.

4.3 Obsolescência dos Equipamentos Eletroeletrônicos das UGs

De acordo com a vida útil de cada categoria de EEE (Tabela 2) foi possível relacionar com o ano de entrada de cada EEE e prever quando se tornarão obsoleto (Equação 1) estimando-se a quantidade de EEEs que se tornarão resíduos ou rejeitos devido a obsolescência dos mesmos, tanto pela quantidade em unidades de equipamentos, quanto pela massa (Kg) que representam (Apêndice II).

Foi evidenciado o percentual de EEEs que se tornarão obsoletos a cada ano, em cada UG (Figura 4). Como já mencionado, esses EEEs foram adquiridos nos anos de 2016 e 2017, pelas UGs B, C e D, e no ano de 2017 pela UG A.

Figura 4. Obsolescência planejada dos EEEs, por ano, em cada UG.



Fonte: Autora, 2018.

Observando-se a Figura 4, fica claro a relação entre os diferentes tipos de REEEs gerados pelas Unidades Gestoras. As UGs: A, B e C possuem a maior parcela dos EEEs obsoletos antes do ano de 2025, pois a maioria das suas aquisições foram de Equipamentos informáticos e de telecomunicações, que detém de uma vida útil curta, já a UG D, por possuir grande investimento em Aparelhos médicos e equipamentos laboratoriais, que tem uma vida útil maior, a maioria dos EEEs ficarão obsoletos somente após o ano de 2025. Destaca-se na tabela 3 o total de EEEs obsoletos, em cada ano futuro, nas quatro unidades gestoras.

Tabela 3. Obsolescência planejada dos EEEs nas quatro UGs, em cada ano.

Quantidade de EEE obsoletos, por ano (4 UG's)		
Ano	Quantidade de REEE (unidade)	Quantidade de REEE (Kg)
2020	0	0
2021	340	1683,042
2022	2891	16142,074
2023	40	337,5
2024	147	287,628
2025	0	0
2026	19	2345
2027	462	3057,522
2028	994	36548,66
2029	32	80,8
2030	1207	3536,745

Fonte: Autora, 2018.

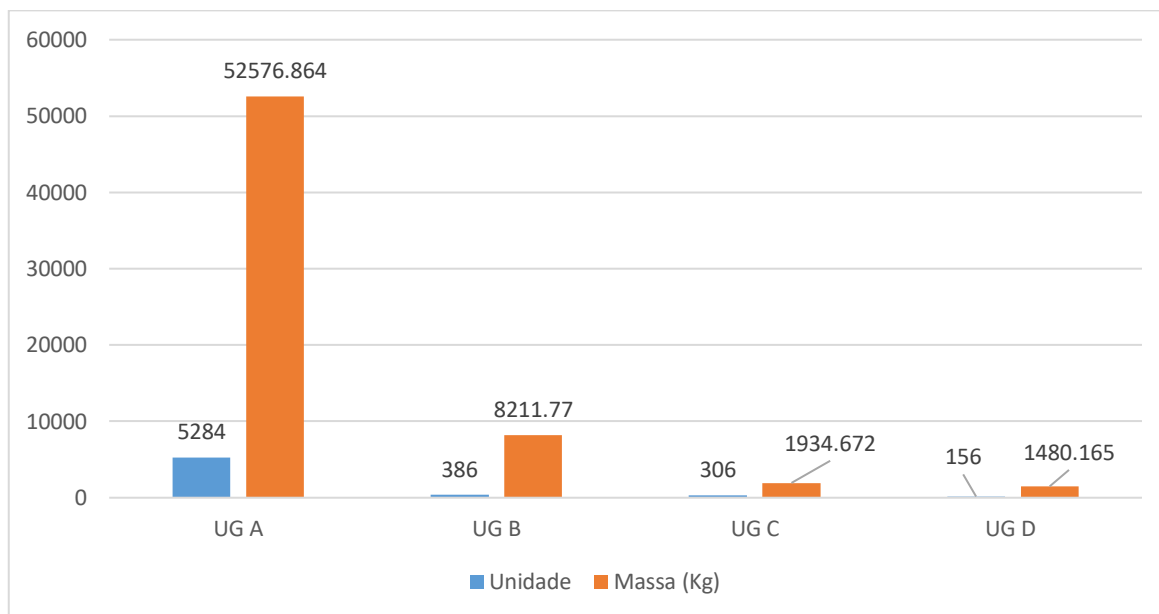
Analisando-se a Tabela 3 percebe-se que nos anos futuros de 2022, 2028 e 2030 tem-se a maior quantidade de EEEs obsoletos. De acordo com os valores, a maior quantidade em relação a unidades de EEEs obsoletos é no ano 2022, já a maior quantidade em relação a massa (kg) de EEEs obsoletos é em 2028.

Como já mencionado, tal fato se dá pela quantidade de equipamentos da classe de Equipamentos de informática e de telecomunicações, tendo uma vida útil relativamente curta, ficando obsoletos por volta de 2022, e pelo alto peso que possuem os equipamentos de classe Grandes eletrodomésticos, tendo uma vida útil mais longa, chegando a obsolescência por volta de 2028.

Períodos grandes entre aquisição e obsolescência dos equipamentos, representam grande dificuldade para gestão e na Logística Reversa dos REEEs, uma vez que após muitos anos é possível que o funcionário responsável pela aquisição não esteja mais no cargo ou até mesmo o fabricante não exista mais (PANIZZON, REICHERT e SCHNEIDER, 2017).

Supondo-se que as Unidades Gestoras não se desfaçam dos REEEs gerados todos os anos, foi elaborado um gráfico prevendo o acumulativo de EEEs obsoletos, no ano de 2030, em cada Unidade Gestora (Figura 5).

Figura 5. Acumulado quantitativo de EEEs obsoletos por Unidade Gestora, em 2030.



Fonte: Autora, 2018.

Salientando que os dados obtidos são apenas referentes aos anos de 2016 e 2017, das UGs: B, C e D, e do ano de 2017 da UG A.

A partir dos resultados obtidos, a respeito da obsolescência dos EEEs, pode-se constatar, a grande quantidade de REEEs previstos, percebendo-se assim, a necessidade de uma gestão efetiva para os REEEs, com controle de entrada até a sua destinação final. É importante destacar também a carência de local adequado para o armazenamento desses resíduos, visto que, nenhuma Unidade Gestora possui local próprio para tal.

De acordo com o disposto na Lei nº 12.305/2010 da PNRS, institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos, tendo como instrumento para aplicação, a logística reversa, deixando claro que é indispensável para universidade a implantação ações de logística reversa e o acompanhamento o REEE gerado até o seu destino final, mesmo através sendo por leilão ou doação.

Carvalho e Xavier (2014) evidenciam que para viabilizar e incrementar a reciclagem, a recuperação e o tratamento dos REEE é necessário o instrumento de Logística Reversa, com ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta desses resíduos.

De acordo com os estudos de JUNIOR et al, (2016); Santos, Nascimento e Neutzling, (2014), a grande quantidade de REEEs, sem uma gestão eficiente, podem causar problemas diretos a saúde de funcionários e estudantes da Universidade, visto que o seu descarte

inadequado aumenta a quantidade de substâncias tóxicas na natureza. Porém, se bem gerenciados, os REEEs podem se converter em ganhos econômicos, ambientais e sociais.

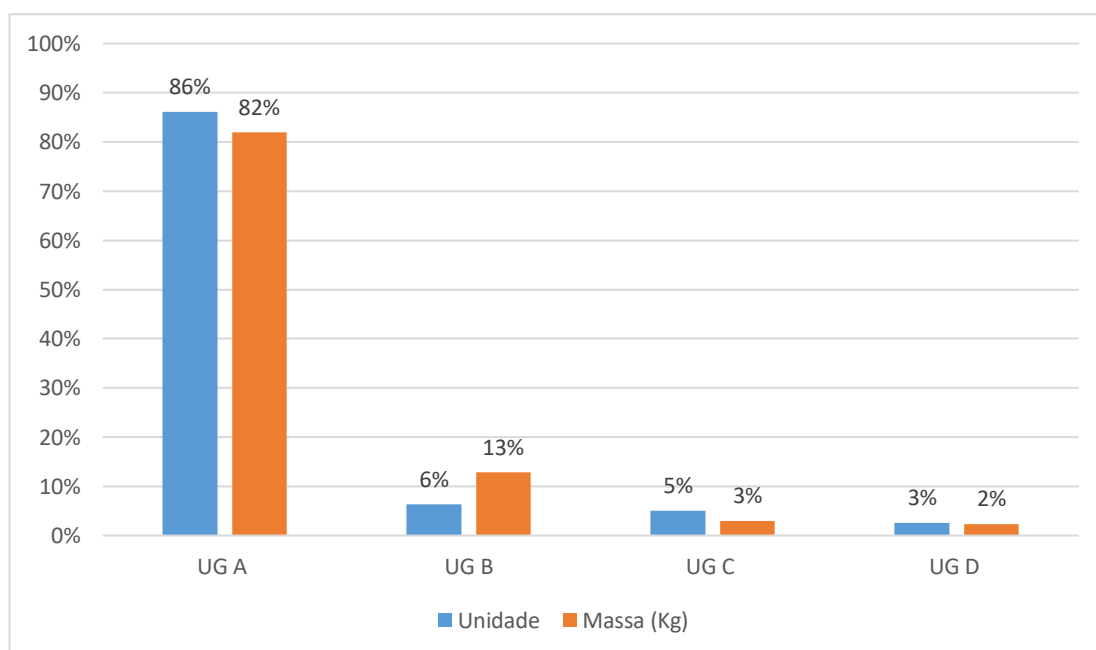
Os autores supracitados ainda destacaram que, a implantação da economia circular no fluxo dos EEE, interligado a Unidade de Recuperação desses equipamentos, traria diversos benefícios para a Universidade. Além de benefícios econômicos com a redução da aquisição de novos equipamentos, asseguraria a destinação ambientalmente correta dos REEE e, ainda, possibilitaria geração empregos e renda para a instituição, podendo proporcionar também, conhecimento para alunos, desenvolvendo atividades de pesquisa na UR.

BARROS et al (2018) destacam que a utilização de técnicas avançadas de engenharia de produção para promover a reparação ou renovação dos REEEs, possibilitam o reaproveitamento integral do EEE ou parcial, fazendo com que o ciclo de vida desses equipamentos se torne maior, gerando uma economia circular.

4.4 Origem dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

A partir do valor total da geração de REEEs, para o ano de 2030, previsto pela obsolescência dos EEEs, realizou-se uma análise dessa geração por Unidade Gestora de origem (Figura 6).

Figura 6. Origem dos REEEs gerados pela obsolescência planejada, por Unidade Gestoras – Campus I - UFPB.

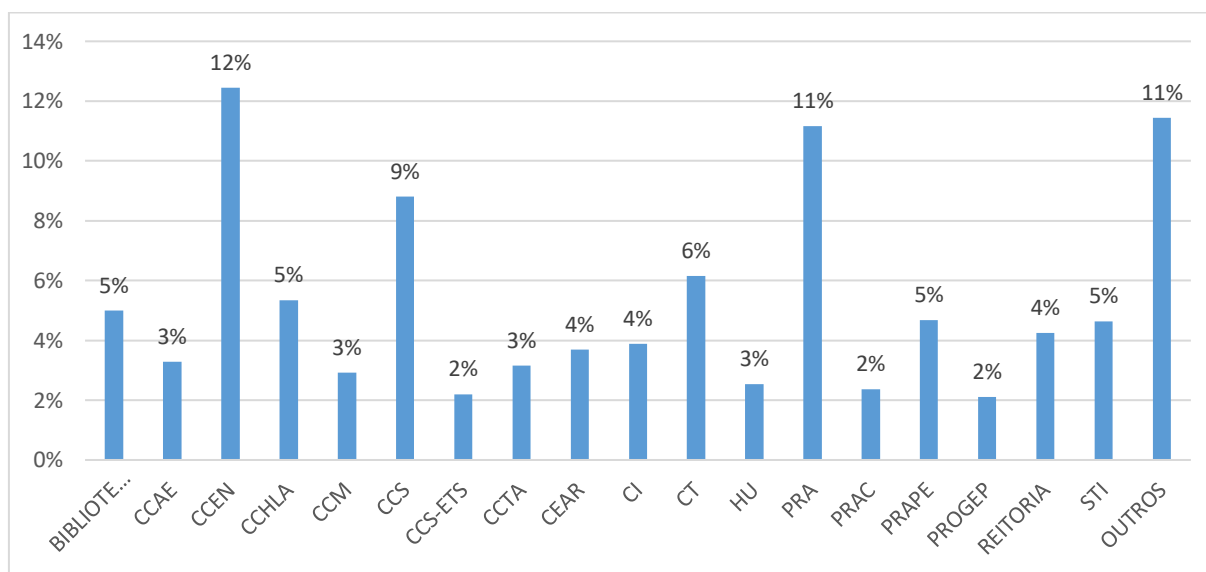


Fonte: Autora, 2018.

A responsabilidade dos EEEs de vários centros pela UG A, faz com que ela concentre o maior número de REEEs a serem gerados, demandando aos gestores maior cuidado e atenção no gerenciamento dos mesmos.

Nos dados obtidos, haviam informações a respeito dos setores, dentro das UGs, de origem dos EEEs, podendo ser feita também uma análise da geração dos REEEs por setores ou centro de origem (figura 7).

Figura 7. Origem dos REEEs gerados pela obsolescência planejada em cada centro sob responsabilidade das 4 UGs estudadas.



Fonte: Autora, 2018.

Reidler (2012) destaca que as instituições de ensino enfrentam desafios dos mais variados tipos, pela diversidade de campos e funções exercidas, associados a questões legislativas, pressões econômicas e ambientais, entre outros, por vezes difíceis de controlar e de gerenciar.

4.5 Proposições

De acordo com os resultados obtidos de quatro Unidades Gestoras estudadas da Universidade Federal da Paraíba (A, B, C D), nota-se que a quantidade de aquisições de Equipamentos eletroeletrônicos é extremamente elevada, em curto período, e a falta de preparo para gestão dos resíduos gerados desses equipamentos eletroeletrônicos é evidente.

Como recomendação para tal, tem-se a implantação de um plano de gestão dos resíduos para cada UG, como previsto na Lei nº 12.305/2010 da PNRS, respeitando a responsabilidade pela disposição final ambientalmente adequada do resíduo gerado incluindo metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras.

Vale ressaltar que uma recomendação também é a implantação de um sistema de controle de localização dos EEEs e REEEs, para melhoria na gestão, facilitando a identificação de onde e a quanto tempo está o equipamento.

Para que haja essa melhoria na gestão dos REEE, é necessário que os gestores e funcionários das UGs sejam capacitados periodicamente, sugere-se então, que haja iniciativas, por parte da Universidade, de educação ambiental, com conscientização e treinamento acerca da problemática.

Para que não haja o descarte desnecessário de alguns EEEs, recomenda-se a inserção de uma unidade de recuperação para conserto, se possível, desses equipamentos. Uma central de reciclagem, com setor de triagem, também poderia ser implementada na Universidade, em parceria com recicladoras, a fim do equipamento ter encaminhamento quando identificado como inservível, dando um destino sustentável ao REEE, garantindo a logística reversa, além da geração de renda, incluindo assim a economia circular na questão desses resíduos.

Como o desfazimento, atualmente, é feito através de leilões, outra recomendação é que esses leilões sejam feitos de forma compensatória, onde o arremate dos equipamentos seja atrelado com aplicação ações de beneficiamento, pelo arrematante, dentro da própria universidade, trazendo retorno econômico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Universidade Federal da Paraíba, campus I, como um instituto de ensino e tecnologia, com diferentes áreas do conhecimento que incluem salas interativas, laboratoriais, entre outras, dispõe de uma constante demanda por novas tecnologias e assim apresenta um elevado número de aquisições de Equipamentos Eletroeletrônicos, por sua vez, por obsolescência, se tornarão Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos.

Considerando-se a projeção futura para a quantidade, em unidades e em massa(kg), de REEE que serão gerados na UFPB pela obsolescência dos EEEs, dos quais possuem substâncias tóxicas causadoras de diversos impactos a saúde humana e ao meio ambiente, nota-se a necessidade das Ugs planejarem uma gestão eficiente para esses resíduos, visto que evidenciou-se que as UGs não tem local adequado para o armazenamento temporário e passam a responsabilidade pela destinação final aos arrematantes dos leilões realizados, o que não deveria acontecer, pois a reponsabilidade deve ser compartilhada.

É importante destacar a necessidade da implantação de Logística Reversa como instrumento de gestão dos REEE, bem como Unidades de Recuperação e reciclagem nas UGs para a diminuição desse tipo de resíduo, além de iniciativas de educação ambiental para capacitação dos gestores e funcionários das UGs acerca da problemática, e ainda promover leilões de forma compensatória para benefício da economia da própria Universidade.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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

ASTOLPHI, S. M; ARAÚJO, M. P. M; KODAMA, M. **Responsabilidade compartilhada no ciclo de vida dos produtos – a conexão entre a cadeia produtiva da reciclagem e o sistema de logística reversa e seus custos**. Disponível em: < http://www.coopcentabc.org.br/documentos/contrato_prestacao_servicos/novos/conexao_scs_slr_custos_v4_rfinal.pdf >. Acesso em: 01 de maio de 2018.

AGAMUTHU, P; KASAPO, P; NORDIN, N. A. M. E-waste flow among selected institutions of higher learning using material flow analysis mode. **Resources, Conservation and Recycling**, vol 105, p 177-185, 2015.

BABU, B. R; PARANDE. A. K; BASHA, C. A. Electrical and electronic waste: a global environmental problem. **Research Article**. Waste Manag, vol 25, ed. 4, p 207-318. 2007

BARRETO, C. A. A; ALENCAR, B. S. **Logística reversa dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: estudo de caso dos computadores da universidade federal de Pernambuco**. Recife, 2014.

BARROS, C. A. P; et al. A contribuição da logística reversa para redução dos custos e do impacto ambiental. **Ciências Gerenciais em Foco**, v. 4, n. 1, 2018.

BETTS, K. Producing usable materials from e-waste. **Environmental Science Technology**. v. 42, p. 6782–6873, 2008.

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/l12305.htm>. Acesso em 12 de maio de 2018.

BRITO, L. D. **Levantamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos médico-hospitalares de um hospital público na cidade de João Pessoa-PB.** Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, 2017.

CARVALHO, T. C. M. B; XAVIER, L. H. **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade.** 1 ed. Rio de Janeiro. Elsevier Editora Ltda, 2014.

CONCEIÇÃO, J. T. P; CONCEIÇÃO, M. M; ARAÚJO, P. S. L. **Obsolescência programada – tecnologia a serviço do capital.** INOVAE - Journal of Engineering and Technology Innovation, v. 2, n. 1, p. 90-105. São Paulo, 2014.

CORNETTA, W. **A obsolescência como artifício usado pelo fornecedor para induzir o consumidor a realizar compras repetitivas de produtos e a fragilidade do CDC para combater essa prática.** Tese (Doutorado em Direito) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 257 de 30 de junho de 1999.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=257>>. Acesso em 9 de maio de 2018.

CUI, J.; FORSSBERG, E. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. **Journal of Hazard Mater.** vol. 99:2003, p 243-263, 2003.

DEMAJOROVIC, J; AUGUSTO, E. E. F; SOUZA, M. T. **Logística reversa de reee em países em desenvolvimento: desafios e perspectivas para o modelo brasileiro.** Ambiente & Sociedade, v. XIX, n. 2, São Paulo, 2016.

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Economia circular**. Disponível em: < <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito>>. Acesso em: 01 de maio de 2018.

EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE (EESC). **The circular economy connecting, creating and conserving value**. Disponível em: <<https://www.eesc.europa.eu/resources/docs/the-circular-economy.pdf>> Acesso em: 19 de Maio de 2018.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS (FEAM). (2009) **Diagnóstico da Geração Resíduos Eletroeletrônicos Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/4E1B1104/DiagGer_REE_MG_FEAM_EMPA.pdf>. Acesso em: 11 junho 2018.

FILHO, C. R. V. S. **Programa ABRELPE de Logística Reversa de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – REEE**. Apostila, ABRELPE. Disponível em: < ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc_tec/DOMA/simposio/LOG%CDSTICA%20REVERSA%20DE%20RES%CDDUO%20EE-ABRELPE.PDF>. Acesso em 30 de abril de 2018.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: Editora da UEC, 2002. Apostila

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GONÇALVES, A. T. **O lado obscuro da high tech na era do neoliberalismo: seu impacto no meio ambiente**. 2007. Disponível em: <<http://lixotecnologico.blogspot.com/2007/07/o-ladoobscuro-da-high-techna-erado.html>> Acesso em 15 de maio de 2018.

JÚNIOR, R. A. S. F; et al. Proposta de um desenho da cadeia reversa para resíduos eletroeletrônicos. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 6, n. 3, p. 123, 2016.

JURAS, I. A. G. M. **Legislação sobre resíduos sólidos: comparação da lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos.** Consultora Legislativa da Área XI - Câmara dos Deputados, 2012.

LIMA, A. F. O; SABIÁ, R. J; TEIXEIRA, R. N. P; JÚNIOR, F. A. V. S. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos e seus impactos na poluição ambiental.** Latin american journal of business management, 2015.

MOHAN, M. P. R et al. **Regulating e-wast: a review of the international and national legal framework on e-wast.** E-waste. Implication, Regulation, and Management in India and Current Global Best Practices. New Delhi, Índia. The Energy and Resources Institute, 2008.

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.** International Workshop - Advances in Cleaner Production, 3, 2011. São Paulo, 2011.

PANIZZON, T; REICHERT, G. A; SCHNEIDER, V. E. **Avaliação da geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEEs) em uma universidade particular.** Eng Sanit Ambient, 2017.

PARLAMENTO EUROPEU. Diretiva 2012/19/CE, **do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2012:** Relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e eletrônicos (REEE). Reformulação. Jornal Oficial da União Europeia, 2012.

PRODANOV, C. C; FREITAS, E. C; **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2 ed. Universidade Feevale, 2013.

PUCKETT, J. et al. **Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia The Basel Action Network.** Seattle: Silicon Valley Toxics Coalition, 2002. <Disponível em: <<http://www.ban.org/E-waste/technotrashfinalcomp.pdf>>. Acesso em: 01 de Maio de 2018

REIDLER, N. M. V. L. **Resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos em instituições de ensino superior: estudo de caso e diretrizes para a gestão integrada.** Tese (Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública da USP. São Paulo, 2012.

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

RODRIGUES, A.C. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil.** 321f. 2007 Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, 2007.

RODRIGUES, A.C. **Fluxo domiciliar de geração e destinação de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de São Paulo/SP: caracterização e subsídios para políticas públicas.** 247p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SANTOS, H. M; FLORES, D. **As vulnerabilidades dos documentos digitais: Obsolescência tecnológica e ausência de políticas e práticas de preservação digital.** Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

SANTOS, C. A. F; NASCIMENTO, L. F. M; NEUTSLING, D. M. A Gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) e as Consequências para a Sustentabilidade: As Práticas de Descarte dos Usuários Organizacionais. **Revista Capital Científico – Eletrônica (RCCe)**, 2014.

SANTOS, A.F.S. **A gestão dos resíduos eletroeletrônicos e suas consequências para a sustentabilidade: Um Estudo de Múltiplos Casos na Região Metropolitana de**

Porto Alegre. 131f. Dissertação (Pós-Graduação em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SELPISE, A. N; CASTILHO, R. O; ARAÚJO, J. A. B. **Logística reversa de resíduos eletroeletrônicos.** v.3, n.2, Tékhne e Lógos, Botucatu, 2012

SHIBAO, F. Y; MOORI, R, G; SANTOS, M. R. **A logística reversa e a sustentabilidade empresarial.** SEMEAD – Seminários de Administração, 2010.

SOARES, T. A; RODRIGUES, P. T; GONÇALVES, G. I. **A importância da logística reversa no âmbito social, ambiental e econômico.** Disponível em: < http://www.fatecguaratingueta.edu.br/fateclog/artigos/Artigo_58.PDF> Acesso em 30 de abril de 2018.

TSYDENOVA, O.; BENGTTSSON, M. Chemical hazards associated with treatment of wast electrical and electronic equipament. **Waste Management**, vol 31, n. 1, p 45-58, 2011.

TOWNSEND, T. G. Environmental issues and management strategies for waste electronic and electrical equipment. **Journal of the Air and Waste Management Association.** v. 61, n. 6, p. 587-610, 2011.

UNEP. **Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies Recycling – From E-Waste to Resources.** UNEP; 2009. Disponível em: < <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DITx1192xPARecycling%20from%20ewaste%20to%20Resources.pdf>>. Acesso em: 17 de Maio de 2018.

UFPB - Universidade Federal da Paraíba. **Portaria nº 19/2010/G/PRA.** João Pessoa, 2010.

USHIZIMA, M. M. MARTIN; F. A. S. JUNIOR; J. M. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: Cenário da Legislação Brasileira com Foco nos Resíduos Eletroeletrônicos.** Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, São Paulo, 2014.

WIDMER, R; et al. Global perspectives on e-waste. **Environ. Impact Assess.Review**, Elmsford, v. 25, p. 436-458, 2005.

WILLIAMS, E.; et al. Environmental, Social, and Economic Implications of Global Reuse and Recycling of Personal Computers. **Environmental Science & Technology**, v. 42. n. 17, p. 6446-6454, 2008.

XAVIER, L. H; et al. **Aspectos socioambientais e técnicos da gestão de resíduos de equipamentos eletrônicos**. IEE-USP, CEDIR, São Paulo, 2012.

ZANATTA, M. **A obsolescência programada sob a ótica do direito ambiental brasileiro**. Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

ANEXOS

ANEXO I - Instrumento de coleta de dados

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA - CT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL – PPGECA
INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

*Utilização e descarte dos Equipamentos Eletroeletrônicos na
Universidade Federal da Paraíba – UFPB*

1. Identificação – Unidade Gestora (UG): _____

1.1 Nome do entrevistado: _____

1.2 Escolaridade:

() Ensino médio completo () Pós-Graduação incompleta

() Ensino Superior incompleto () Pós-Graduação completa

() Ensino Superior completo

2. Trabalho:

2.1 Qual o seu cargo? _____

2.2 Há quanto tempo trabalha nessa UG? _____

2.3 Há quanto tempo trabalha nesse setor? _____

2.4 Qual atividade realiza no gerenciamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos - REEE? _____

2.5 Os funcionários responsáveis pelo manuseio e armazenamento dos REEE recebem capacitação ou treinamento?

() Sim () Não

2.6 Quantas pessoas lidam com os REEE? _____

2.7 Os trabalhadores da UG utilizam Equipamentos de Proteção Individual (EPI) no manuseio desse tipo de resíduo? Quais?

3. Equipamentos Eletroeletrônicos – EEE:

3.1 Quais os principais defeitos que os EEE apresentam?

3.2 A UG realiza conserto nos EEE pós-consumo?

☐ Sim ☐ Não

3.3 Existe Unidade de Recuperação (UR) que realiza a avaliação dos EEE pós-consumo?

☐ Sim ☐ Não

3.3.1 Caso não haja a UR ou o mesmo não apresente recuperação, quais as principais causas identificadas para a classificação de um EEE como inservível?

3.4 Na sua UG, existe risco de EEE serem contaminados? Explique quais as prováveis razões.

4. REEE:

4.1 Qual a produção anual de REEE gerados nessa Unidade Gestora? _____

4.2 Há inventário detalhado dos REEE gerados (tipo; quantidade; tempo de vida útil)? Quais os principais dados e tempo de controle do inventário?

☐ Sim ☐ Não

4.3 No seu entendimento, os REEE oferecem qual nível de risco ao meio ambiente?

☐ Baixo ☐ Médio ☐ Alto

5. Armazenamento dos REEE:

5.1 Existe(m) local(ais) próprio(s) e distinto(s) para o armazenamento dos REEE?

☐ Sim ☐ Não

5.1.1 Possui Identificação?

☐ Sim ☐ Não

5.2 No seu entendimento, qual grau de importância pode ser atribuído quanto a forma de armazenamento dos REEE na UG?

☐ Sem importância ☐ Pouco importante ☐ Importante ☐ Muito importante

5.3 Cite, em ordem crescente de importância, as dificuldades que o setor apresenta que impossibilita o armazenamento adequado dos REEE.

5.4 Possui bombonas ou outro recipiente para acondicionar os resíduos?

() Sim () Não

5.5 Os REEE ficam armazenados durante quanto tempo? _____

5.6 Revestimento do piso: _____

5.7 Revestimento da parede: _____

5.8 Ventilação? () Sim () Não

6. Gestão dos REEE:

6.1 Qual grau de importância deve ser atribuído para a gestão dos REEE nessa UG?

() Sem importância () Pouco importante () Importante () Muito importante

6.2 Há um plano de gestão para os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) nessa UG?

() Sim () Não

6.2.1 Se sim, qual (is)? _____

6.3 No plano de gestão de REEE, há ações/metodologias de Logística Reversa (LR)?

() Sim () Não

6.3.1 Em caso afirmativo, quando LR foi implementada? como a LR está sendo aplicada e quais mudanças ocorreram após a sua instalação?

6.3.2 Em caso negativo, quais as principais barreiras que impedem o desenvolvimento da LR?

6.4 Quais as principais dificuldades encontradas para a adoção da gestão dos REEE?

6.5 Há o reaproveitamento de peças de um REEE para consertar um EEE com defeito?

() Sim () Não

6.6 Fazem uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) quando manuseiam os REEE? Quais?

6.7 Quais as principais causas identificadas para a desativação dos EEE pós-consumo?

6.8 O setor responsável acompanha o processo até a destinação final através de um sistema de rastreamento?

7. Destinação final:

7.1 Como é feita a classificação para a identificação de que o REEE irá para: doação, leilão ou descarte?

7.2 Caso seja identificado que o REEE irá para leilão, qual(ais) o(s) procedimento(s) e critério(s) a UG adota?

7.3 Há pré-requisitos para a participação como arrematante nos leilões?

() Sim () Não

7.3.1 Se sim, quais?

8. Controle de entrada de EEE:

8.1 A Unidade Gestora possui controle de entrada (aquisição) de eletroeletrônicos?

() Sim () Não

8.2 Qual a data da última entrada de eletroeletrônicos?

8.3 Qual o tipo e marca de eletroeletrônico obtido na última aquisição?

8.4 Qual foi a quantidade de eletroeletrônicos na última aquisição?

9. Avaliação da entrevista

9.1 Em sua opinião como você classifica uma pesquisa sobre este tema:

()Sem importância ()Pouco importante ()Importante ()Muito importante

9.2 Sugestões; críticas ou comentários sobre algum ponto que não foi abordado sobre REEE e que você considera relevante?

APÊNDICES

APÊNDICE I – Quantificação, por categorias, dos Equipamentos Eletroeletrônicos

Unidades Gestoras	UFPB		CCEN		BIBLIOTECA CENTRAL		HU		4 UGs	
Categorias	Unid.	Kg	Unid.	Kg	Unid.	Kg	Unid.	Kg	Unid.	Kg
Grandes eletrodomésticos	856	31280,5	77	4212,6	22	852,2	61	1008,1	1016	37353,5
Pequenos eletrodomésticos	145	287,2	0	0	0	0	8	32	153	319,2
Equipamentos de informática e de telecomunicações	2753	15561,9	241	1678,5	284	1082,4	10	10,2	3288	18333,1
Equipamentos de consumo	1162	3418,0	65	170,65	0	0	12	28,8	1239	3617,5
Equipamentos de iluminação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ferramentas eléctricas e electrónicas	28	197,5	0	0	0	0	5	2,2	33	199,7
Brinquedos e equipamento de desporto e lazer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aparelhos médicos	99	335,4	0	0	0	0	57	390,3	156	725,7
Instrumentos de monitorização e controlo	241	1496,1	3	2150	0	0	3	8,5	247	3654,6
Distribuidores automáticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	5284	52576,8	386	8211,7	306	1934,6	156	1480,2	6132	64203,5

APÊNDICE II – Quantificação dos Equipamentos Eletroeletrônicos obsoletos por ano

	UFPB		CCEN		BIBLIOTECA CENTRAL		HU		Total das 4 UGs	
Anos	Unid.	Kg	Unid.	Kg	Unid.	Kg	Unid.	Kg	Unid.	Kg
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	0	98	774,3	233	901,0	9	7,6	340	1683
2022	2728	15359,4	111	598,6	51	181,4	1	2,6	2891	16142
2023	0	0	32	305,5	0	0	8	32	40	337,5
2024	147	287,6	0	0	0	0	0	0	147	287,6
2025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2026	0	0	2	2150	0	0	17	195	19	2345
2027	391	2033,6	4	162,2	15	479	52	382,6	462	3057,5
2028	856	31280,5	74	4050,4	7	386,2	57	831,5	994	36548,6

2029	0	0	20	52	0	0	12	28,8	32	80,8
2030	1162	3418,0	45	118,6	0	0	0	0	1207	3536,7