



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARÁIBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**ANDRE AUGUSTO DE JESUS LIMA**

**AVALIAÇÃO DA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS  
ELETROELETRÔNICOS DAS ASSISTÊNCIAS TÉCNICAS DA CIDADE DE  
CAMPINA GRANDE – PB.**

**CAMPINA GRANDE  
2016**

**ANDRE AUGUSTO DE JESUS LIMA**

**AVALIAÇÃO DA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS  
ELETROELETRÔNICOS DAS ASSISTÊNCIAS TÉCNICAS DA CIDADE DE  
CAMPINA GRANDE – PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientara: Prof.<sup>a</sup> Dra. Neyliane Costa de Souza.

**CAMPINA GRANDE  
2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

L732a Lima, Andre Augusto de Jesus.  
Avaliação da destinação dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos das assistências técnicas da cidade de Campina Grande - PB [manuscrito] / Andre Augusto de Jesus Lima. - 2016.  
47 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.

"Orientação: Profa. Dra. Neyliane Costa de Souza, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental".

1. Resíduos eletrônicos. 2. Gestão de resíduos sólidos. 3. Assistências técnicas. 4. Destinação final. I. Título.

21. ed. CDD 363.728

ANDRE AUGUSTO DE JESUS LIMA

**AVALIAÇÃO DA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS  
ELETROELETRÔNICOS DAS ASSISTÊNCIAS TÉCNICAS DA CIDADE DE  
CAMPINA GRANDE – PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado como requisito parcial para a  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Sanitária e Ambiental.

Aprovado em: 25/05/2016

Nota: 9,8 (NOVE, OITO)

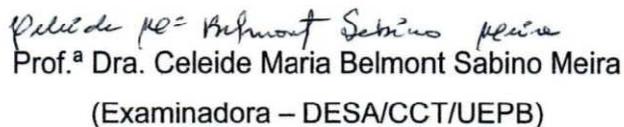
**Banca Examinadora**



Prof.<sup>a</sup> Dra. Neyliane Costa de Sousa  
(Orientadora – DESA/CCT/UEPB)



Prof. Dr. Rui de Oliveira  
(Examinador – DESA/CCT/UEPB)



Prof.<sup>a</sup> Dra. Celeide Maria Belmont Sabino Meira  
(Examinadora – DESA/CCT/UEPB)

Dedico este trabalho ao Senhor Jesus que me deu a vida e saúde. Aos meus pais, Ivonete Maria e Inácio Ferreira. Dedico à minha esposa Aucineide Pereira. Ao meu pequeno filho Arthur Henrique.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que me concedeu a conclusão deste curso e capacitou para tal, pelo seu infinito amor e misericórdia, pelas oportunidades, ensinamentos e pessoas colocadas no meu caminho que me ajudaram durante todos esses anos de labor na UEPB.

À minha amada esposa Aucineide Pereira que me ajudou de forma extraordinária, com motivação e carinho, por me apoiar em todos os momentos com palavras e ações de motivação e conforto.

Ao meu amado filho Arthur Henrique que, apesar de tão pequeno, por sua existência me animou para lutar pelo nosso futuro melhor.

Aos meus pais, Ivonete Maria e Inacio Ferreira, que sempre me incentivaram para que prosseguisse na realização dos meus sonhos, acreditando que seria capaz de alcançar mais esta vitória em minha vida.

À professora Neyliane Costa de Sousa, pela disposição em me orientar na elaboração deste trabalho, pela consideração, paciência, confiança e cooperação durante todo o período de desenvolvimento do trabalho.

Aos professores Celeide Maria Belmont Sabino Meira e Rui de Oliveira, por aceitarem o convite para participarem da comissão examinadora deste trabalho, pela atenção, sugestões, críticas construtivas, paciência e propostas com o intuito de aprimorar o mesmo; tenho profunda gratidão por todo apoio durante a caminhada como estudante.

Aos professores, amigos e colegas de turma que contribuíram em vários momentos, durante o curso, com muito aprendizado, experiência e descontração.

“Saireis com alegria e em paz sereis guiados; os montes e os outeiros romperão em cânticos diante de vós, e todas as árvores do campo baterão palmas.”

Isaías 55:12(Bíblia Sagrada - ARA).

“Os jovens se cansam e se fatigam, e os moços de exaustos caem, mas os que esperam no SENHOR renovam as suas forças, sobem com as asas como águias, correm e não se cansam, caminham e não se fatigam.”

Isaías 40:30,31(Bíblia Sagrada - ARA).

“Não to mandei eu? Sê forte e corajoso; não temas, nem te espantes, porque o SENHOR, teu Deus, é contigo por onde quer que andares.”

Josué 1:9 (Bíblia Sagrada - ARA).

“A indiferença com o meio ambiente é a convivência  
com nossa destruição.”

Hans Alois

## RESUMO

Com os grandes avanços tecnológicos que vivemos hoje, é inevitável que os resíduos sólidos não acompanhem o mesmo ritmo. Além de serem produzidos com grande velocidade por causa do imediatismo contemporâneo, ficaram mais heterogêneos e de difícil gerenciamento, tratamento e destinação, a exemplo dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE). Com o desenvolvimento tecnológico frenético, a obsolescência dos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) está cada vez mais acelerada. Esses resíduos possuem uma alta capacidade poluidora, graças à sua constituição baseada em metal pesado e outras substâncias tóxicas. Por causa da sua periculosidade, torna-se relevante prover uma destinação adequada e sustentável, observando a promoção da saúde pública e do meio ambiente. O controle e a diminuição dos REEE ocorrem através da observância de leis e normas em vigor, tais como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Lei 12.305/2010 e sua regulamentação pelo Decreto nº 7.404/2010. Quando esses equipamentos estão danificados, são levados para assistências técnicas especializadas com o intuito de serem consertados, seja por substituição de algum componente ou por reparo total, procedimentos que geram resíduos. Portanto, nesse momento surge a necessidade das assistências técnicas de se posicionarem, de maneira ambientalmente correta, quanto à destinação de seus resíduos, já que elas estão mais próximas dos fabricantes e suas orientações. Sendo assim, o retorno dos REEE ao fabricante é o cumprimento da Logística Reversa (LR) de acordo com a PNRS. Diante disso, este trabalho tem como objetivo investigar a geração e o destino final dos REEE das assistências técnicas da cidade de Campina Grande – PB. Esta pesquisa é do tipo exploratório, elaborada com base na aplicação de questionário do tipo misto e revisão bibliográfica por meio de artigos, dissertações, livros, reportagens e revistas. Através deste trabalho pudemos verificar que a maioria das assistências da cidade dá um destino correto para os REEE, não objetivando um bom desenvolvimento do bem estar social e da saúde pública e ambiental, mas visando à geração de renda ou descarte dos resíduos acumulados que oferecem riscos para os estabelecimentos. Outro destino, dos REEE em Campina Grande, é o projeto ETER Recicla, da Escola Técnica Redentorista, que recebe em média de sete a dez toneladas de REEE, a cada três meses. No entanto, o ETER Recicla carece de apoio e maior divulgação na cidade.

Palavras-chave: Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Gestão de resíduos sólidos. Assistências técnicas. Logística reversa. Destinação final.

## ABSTRACT

With the great technological advancements that we experience nowadays, it becomes inevitable for the solid waste to find a different rhythm. Besides being produced in a faster way because of the contemporary immediacy, they became more heterogeneous and difficult to be managed, treated and allocated, like the Waste of Electrical and Electronic Equipment (WEEE). With the frenzy technological development, the obsolescence of the Electrical and Electronic Equipment (EEE) is increasingly fast. The residues are embedded with a high polluting capacity, thanks to their constitution based on heavy metal and other toxic substances. Because of their dangerousness, it is relevant to provide an adequate and sustainable allocation, observing the promotion of the public health and the environment. The controlling and diminishing of the WEEE are due to the laws and regulations in force, such as the National Solid Waste Policy (NSWP), Law number 12.305/2010 and its regulation by the decree number 7.404/2010. When these equipments are damaged, they are taken to specialized technical assistances to be fixed by replacement of components or total repair, procedure that generates residues. It is in this moment that appears the need for the assistance to be interested in allocating the residues in an environmentally friendly way, since they are closer to the manufacturer and their orientations. Therefore, the returning of WEEE to the manufacturer is the fulfillment of Reverse Logistics (RV) according to the NSWP. That said, the objective of this work is to investigate the generation and final allocation of the WEEE of the technical assistances of Campina Grande city, Paraíba state. This is an exploratory research, prepared based on the application of mixed questionnaire and literature review, using articles, dissertations, books, reports and magazines. Through this work we could verify that most of the city assistances give an adequate allocation to the WEEE, not aiming for a good development of social welfare or environmental and public health, but in order to generate income or to dispose accumulated waste that pose risks for the establishments. Other alternative is the ETER *Recicla* project by the Redentorista Technical School, which receives from seven to ten tons of WEEE, on average, every three months. However, the ETER *Recicla* project needs more support and dissemination in the city.

**Key-Words:** Waste of electrical and electronic equipment. Solid waste management. Technical assistance. Reverse logistics. Final allocation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de aparelhos classificados de acordo com a ABINEE. ....	20
Figura 2 - Classificação dos EEE, de acordo com a ABINEE. ....	21
Figura 3 - Aspectos econômicos e ambientais dos REEE. ....	22
Figura 4 - Fluxograma do Ciclo de Resíduo Eletroeletrônico. ....	28
Figura 5 - Estrutura do ciclo da logística reversa. ....	30
Figura 6 - Localização do município de Campina Grande, PB. ....	32
Figura 7 - Classificação das empresas. ....	35
Figura 8 - Destino dos REEE das assistências técnicas de Campina Grande – PB. ....	37
Figura 9 - ETER Recicla da Escola Técnica Redentorista. ....	37
Figura 10 - Catador coletando REEE no Centro de Campina Grande. ....	38
Figura 11 - Postos de coleta de celulares, baterias e pilhas. ....	38
Figura 12 - Separação dos REEE das assistências. ....	39
Figura 13 - Utilização de EPI nas assistências. ....	39
Figura 14 - Composição dos REEE das assistências. ....	40

## LISTA DE TABELA

Tabela 1: Presença de EEE no total de domicílios brasileiros. ....	25
--	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação europeia: Categorias x Equipamentos Eletroeletrônicos. ...	19
Quadro 2: Metais pesados e outras substâncias com seus impactos ao meio ambiente e a saúde humana .....	24
Quadro 3: Números de assistências técnicas pesquisadas, localização e classificação dos equipamentos eletroeletrônicos em que oferecem serviços.....	33

## LISTA DE SIGLAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial;

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica;

ABRELPE - Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais;

CDL - Câmara de Dirigentes Lojistas;

CTI - Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer;

EEE – Equipamento eletroeletrônicos;

E-lixo – Lixo eletrônico;

EPI – Equipamento de Proteção Individual;

ETER – Escola Técnica Redentorista;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

LR – Logística Reversa;

NBR – Norma Brasileira;

ONU – Organização das Nações Unidas;

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos;

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios;

PROCON – Programa de Proteção e Defesa do Consumidor;

PNUMA – Programa da ONU para o Meio Ambiente;

REEE– Resíduos de equipamento eletroeletrônicos;

RSU – Resíduos sólidos urbanos;

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba;

WWF - World Wide Found for Nature;

WWI – World Watch Institute.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	17
1.1 OBJETIVO GERAL.....	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1 EQUIPAMENTOS E RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS.....	19
2.2 IMPACTOS DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS.....	22
2.3 PRODUÇÃO E GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL .....	24
2.4 GESTÃO DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS .....	26
2.5 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - PNRS.....	28
2.5.1 Logística Reversa.....	29
3 METODOLOGIA.....	32
3.1 LOCALIZAÇÃO .....	32
3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS.....	32
3.3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA .....	33
3.3.1 Elaboração do Questionário .....	34
3.3.2 Aplicação do Questionário.....	34
3.4 ANÁLISE DE DADOS .....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO.....	35
4.1.1 Recebimento do Equipamento .....	36
4.1.2 Destinação .....	36
4.1.3 Acondicionamento.....	39
4.1.4 Caracterização dos REEE.....	40
5 CONCLUSÃO.....	41
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42
7 APÊNDICES.....	45

## 1. INTRODUÇÃO

A população humana vem se desenvolvendo de forma exponencial e igualmente os seus resíduos sólidos, em virtude do consumismo desenfreado e da produção em larga escala.

No mundo hoje existe uma grande difusão do desenvolvimento tecnológico. Alguns anos atrás os avanços tecnológicos eram poucos e limitados. Mas, desde o início da explosão tecnológica, vivenciada pelo mundo, em especial na década de 1980, a *pegada ecológica*<sup>1</sup> da humanidade superou a biocapacidade global, indicando a insustentabilidade do planeta, segundo o relatório Estado do Mundo (WWI, 2010). Neste sentido, foi evidenciado o desenvolvimento de uma sociedade da informação, devido, ao crescente uso de tecnologias de informação e comunicação (CARVALHO; XAVIER, 2014). Desde então, vem aumentando a preocupação com as questões ambientais.

O Brasil passa por um momento de ascensão tecnológica, apesar de ainda enfrentar adversidades em questões básicas, como educação, saúde e saneamento básico. O consumo de novas tecnologias está cada vez maior. Por consequência os equipamentos eletroeletrônicos (EEE) estão mais atrativos (com várias funcionalidades e entretenimentos), inovadores (com designs sofisticados e vários recursos que atendem as expectativas dos consumidores).

Por causa dessa busca constante por aparelhos cada vez mais modernos, os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), aumentam exponencialmente e os fabricantes, vendedores e consumidores não dão o devido destino para esses rejeitos perigosos, como preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) com a Lei 12.305 de 2010.

A má disposição dos resíduos sólidos no Brasil é frequente, mesmo após a implementação da PNRS. E segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE, 41,7% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) coletados diariamente no país tem destino inadequado.

Os principais indicadores de pressão na cadeia de REEE são os mecanismos de produção e consumo (CARVALHO; XAVIER, 2014), tendo em vista que a dinâmica da produção é ditada pelo consumo.

---

<sup>1</sup> Pegada ecológica é uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais (WWF).

Antes do equipamento eletroeletrônico ser inutilizado definitivamente, alguns consumidores procuram a manutenção deste através de assistência técnica especializada. Quando isso acontece, o técnico responsável pela manutenção pode substituir peças danificadas, analisar avaria em todo ou parte do equipamento, ou até mesmo em caso de não execução do serviço, o objeto é devolvido para o cliente sem nenhuma orientação. Em todos os casos são gerados resíduos. Na passagem do objeto pela assistência, deveria existir a preocupação da mesma em destinar os seus resíduos de forma correta e sustentável, haja vista que essas lojas estão mais próximas do fabricante e suas orientações do que o próprio consumidor final. Sendo assim, a aplicação da logística reversa, nesse momento, seria mais viável e eficaz.

## **1.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a destinação dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) oriundos de assistências técnicas da cidade de Campina Grande – PB, com relação à prática da logística reversa.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar as principais assistências técnicas na zona urbana de Campina Grande;
- Desenvolver e aplicar questionários investigatórios para avaliação do perfil de gerenciamento dos REEE das assistências técnicas;
- Verificar se há observância da Lei 12.305/2010, com relação à prática de logística reversa;
- Apontar os principais problemas relacionados à inadequada destinação dos REEE.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Equipamentos e resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

Segundo a definição da Comunidade Europeia, a qual se destaca nos estudos e nas normatizações referentes aos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE), na Diretiva 2012/19/EU do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, no artigo 3º define Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) da seguinte forma:

Os equipamentos dependentes de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos para funcionarem corretamente, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição dessas correntes e campos e concebidos para utilização com uma tensão nominal não superior a 1.000V para corrente alternada e 1.500V para corrente contínua. (PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, 2013)

Esses equipamentos são classificados em diferentes categorias, de acordo com as características para as quais foram fabricados, assim como seus tamanhos. O Quadro 1 mostra as categorias listadas pelo Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia e os equipamentos equivalentes, como exemplo.

Quadro 1: Classificação europeia: Categorias x Equipamentos Eletroeletrônicos.

CATEGORIA	EQUIPAMENTO
<b>Grandes eletrodomésticos</b>	Máquinas de lavar roupa; secadores de roupa; máquinas de lavar louça; fogões; fornos elétricos; placas de fogão elétricas; aparelhos de iluminação; equipamento para reproduzir sons ou imagens; aparelhos utilizados no tricô e tecelagem; macrocomputadores (mainframes); impressoras de grandes dimensões; copiadoras de grandes dimensões.
<b>Pequenos eletrodomésticos</b>	Aspiradores; aparelhos de limpeza de alcatifas; aparelhos utilizados na costura; aparelhos de iluminação; micro-ondas; equipamentos de ventilação; ferros de engomar; torradeiras; facas elétricas; cafeteiras elétricas; relógios; máquinas de barbear elétricas; balanças; aparelhos para cortar o cabelo e outros aparelhos para o cuidado do corpo; calculadoras de bolso.
<b>Equipamentos de informática e de telecomunicações</b>	Notebook, desktop, impressora, monitor, celular, smartphone, telefones.
<b>Equipamentos de consumo e painéis fotovoltaicos</b>	Aparelho de televisão, aparelho de rádio, câmera de foto e vídeo, painéis fotovoltaicos.
<b>Equipamentos de iluminação</b>	Lâmpadas fluorescentes, LED.
<b>Ferramentas elétricas e eletrônicas (com exceção de ferramentas industriais fixas de grandes dimensões)</b>	Furadeira, serra elétrica, lixadeira.
<b>Brinquedos e equipamento de desporto e lazer</b>	Vídeo game, caça-níqueis, equipamentos esportivos.
<b>Aparelhos médicos (com exceção de todos os produtos implantados e infetados)</b>	Equipamentos de medicina nuclear, radioterapia, cardiologia, diálise.
<b>Instrumentos de monitorização e controle</b>	Termostatos, detectores de fumo.
<b>Distribuidores automáticos</b>	Distribuidores automáticos de dinheiro, bebidas, produtos sólidos.

Fonte: Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia (2012), adaptado.

A Associação Brasileira de Indústria de Eletroeletrônicos - ABINEE é a responsável no Brasil por classificar os EEE, dividindo-os em quatro categorias principais ilustradas na Figura 1.

- Linha branca (Equipamentos de cozinha e área de serviço);
- Linha marrom (Equipamentos de áudio e vídeo);
- Linha azul (Equipamentos portáteis);
- Linha verde (Equipamentos de telecomunicação e informática).

Figura 1 - Exemplo de aparelhos classificados<sup>2</sup> de acordo com a ABINEE.



Fonte: Google imagens (2014) e Moraes (2014), adaptado.

De acordo com as características dos equipamentos e dos seus constituintes de fabricação, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI elaborou a classificação dos EEE em diferentes linhas, conforme apresentado na Figura 2.

---

<sup>2</sup>Nota: (1) linha branca; (2) linha marrom; (3) linha azul; (4) linha verde.

Figura 2 - Classificação dos EEE, de acordo com a ABINEE.

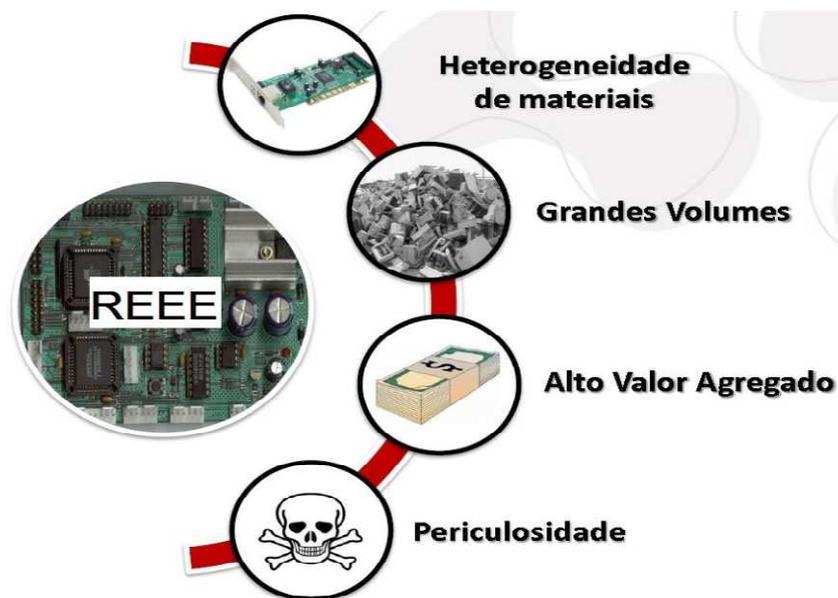


Fonte: ABDI, 2013.

A tecnologia em constante crescimento tem tornado possível a maior desenvoltura da economia e melhor qualidade de vida para as pessoas que têm acesso a ela. As facilidades e a rapidez geradas pelos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) ocasionou uma dependência crescente por parte dos consumidores; isso fez aumentar a geração de resíduos de EEE pós-consumo. Por conta do intenso avanço tecnológico, os EEE estão com o ciclo de vida cada vez mais curto, fazendo com que o processo de obsolescência seja acelerado. Nesse sentido, a preocupação com o uso, tratamento e destinação final dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) é mundial (CARVALHO; XAVIER, 2014).

Os REEE são definidos como sendo os produtos de EEE pós-consumo que, devido a fatores como não funcionamento, custo de reparo, inovação tecnológica e curto ciclo de vida, parte e/ou componentes desses, são descartados. Das substâncias que compõem esses equipamentos eletroeletrônicos, as que têm maior relevância de impacto à saúde humana e ao meio ambiente são os metais pesados e os gases de efeito estufa (como os clorofluorcarbonetos – CFC, utilizados em aparelhos antigos de refrigeração), as substâncias halogenadas, bifenilas policloradas (PCB's), bromatos e o arsênio, conforme Rodrigues (2007 apud CARVALHO; XAVIER, 2014). Essas características dos equipamentos eletroeletrônicos pós-consumo, não podem ser vistas como dificuldade para a reutilização ou reciclagem, tendo em vista que possuem um alto valor agregado, principalmente, em materiais metálicos, polímeros e cerâmicos. A Figura 3 ilustra as características dos REEE.

Figura 3 - Aspectos econômicos e ambientais dos REEE.



Fonte: Adaptado a CTI, 2013.

## 2.2 Impactos dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

Os REEE possuem características de composição bastante distintas, seu descarte deve ser adequado e diferenciado, já que sua destinação é mais complexa e pouco conhecida. Caso contrário, causará sérios danos à saúde humana e ao meio ambiente, tendo em vista que os EEE são compostos por metais pesados, como arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), mercúrio (Hg), zinco (Zn), antimônio (Sb), níquel (Ni) e berílio (Be).

Segundo Pallone (2010 apud DEL GROSSI, 2011), os metais pesados e outras substâncias nocivas são utilizados na base dos EEE:

Na montagem de um eletroeletrônico são utilizados inúmeros componentes que têm metais pesados, como: o mercúrio, usado na fabricação de termostatos, sensores, relês e interruptores; o chumbo que é utilizado na soldagem de placas de circuitos impressos; o cádmio, utilizado em placas de circuitos impressos, resistências de chips SMD, semicondutores e detectores de infravermelhos, tubos de raios catódicos mais antigos e estabilizadores em PVC; o silício é usado para fabricação de microprocessadores, as substâncias halogenadas, como os clorofluorcarbonetos (CFC), bifenilas policloradas (PCB's), cloreto de polivinila (PVC) e retardadores de chama bromados, bem como o amianto e o arsênio e substâncias como PBB e PBDE (Bifenilos polibromados e éteres de difenilo polibromado) retardadores de chama bromados, éteres difenílicos polibromados: são utilizados contra inflamabilidade do produto (PALLONE, 2010).

Há, em alguns equipamentos, como os de radioterapia, componentes radioativos como foi o caso do céσιο (Cs) 137 na cidade de Goiânia – GO, que através de dois jovens catadores de matérias recicláveis após abrirem um aparelho de radioterapia em um prédio abandonado, deram início a uma das maiores contaminações em massa do mundo, com estimativa de 104 pessoas mortas e mais 1.600 afetadas de forma mais direta (CARVALHO, 2012).

Os problemas ambientais gerados pelos REEE começam desde a extração de suas matérias-primas onde, de acordo com Carvalho e Xavier (2014), o custo da extração, favorece que esses materiais sejam retirados da natureza e sua reciclagem seja menos importante para a indústria brasileira.

Conforme o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA (2009 apud CARVALHO; XAVIER, 2014) deve-se tomar precauções quanto ao descarte e a reciclagem de REEE:

O descarte inapropriado e a reciclagem inadequada de REEE geram emissões perigosas, com impacto na saúde e no meio ambiente. Nesse contexto, três níveis de emissões tóxicas devem ser definidas: Emissões primárias, decorrentes de substâncias perigosas presentes no resíduo eletroeletrônico (chumbo, mercúrio, arsênio, bifenilaspolicloradas (PCBs), fluidos de refrigeração etc.); Emissões secundárias, decorrentes de reações resultantes do tratamento inadequado do resíduo eletrônico (dioxinas e furanos originários de incineração inadequada de plásticos contendo retardante de chama halogenado); e Emissões terciárias, decorrentes do emprego de substâncias ou reagentes durante o processo de reciclagem (cianeto ou outros agentes lixiviadores, mercúrio para amalgamação etc).(PNUMA, 2009)

De acordo com Pombeiro (2010 apud NATUME; SANT'ANNA, 2011) a produção de um microcomputador, com seu monitor de 17 polegadas, pesando em torno de 24 kg requer 240 kg de combustível fóssil, 20 kg de elementos químicos e 1,5 toneladas de água, perfazendo um total de 1,8 toneladas de matéria prima.

Os REEE, por serem potenciais contaminantes tóxicos, oferecem riscos para a saúde de quem os manipula, se não estiverem com os devidos equipamentos de proteção individual (EPI), e para o meio ambiente.

Em relação à saúde humana, os metais pesados possuem a capacidade de se acumularem no organismo em diversas partes do corpo, por processo de bioacumulação, causando graves doenças conforme apresentado no Quadro 2:

Quadro 2: Metais pesados e outras substâncias com seus impactos ao meio ambiente e à saúde humana.

Elemento	EEE onde é utilizado	Danos ao meio ambiente	Danos à saúde humana
<b>Chumbo</b>	TVs, microcomputadores e celulares	Acumulação no ecossistema, efeitos tóxicos na flora e fauna e microrganismos	Aos sistemas nervoso e sanguíneo
<b>Mercúrio</b>	Microcomputadores, monitores e televisores	Pode tornar-se solúvel em água; acumula-se nos organismos vivos	Danos cerebrais e ao fígado
<b>Cádmio</b>	Microcomputadores, monitores antigos e baterias de notebooks	Bioacumulativo, persistente e tóxico para o meio ambiente	Envenenamento, danos aos ossos, rins e pulmões
<b>Arsênio</b>	Celulares	-	Doenças de pele, danos ao sistema nervoso e câncer no pulmão
<b>Berílio</b>	Microcomputadores e celulares	-	Câncer no pulmão
<b>Retardante de chamas (BRT)</b>	Diversos componentes eletrônicos para prevenção de incêndios	Podem ser solúveis em água, voláteis, bioacumulativos e persistentes. Em incineradores geram dioxinas e furanos	Desordens hormonais, nervosas e pulmonares
<b>PVC</b>	Fios, para isolamento elétrico	-	Se queimado e inalado, pode causar problemas respiratórios, alteração no aparelho reprodutivo
<b>Lítio</b>	Pilhas e baterias	-	Afeta o sistema nervoso central, gerando visão turva, ruídos nos ouvidos, vertigens, debilidade e tremores
<b>Níquel</b>	Pilhas e baterias	-	Dermatites, distúrbios respiratórios, gengivites, efeitos carcinogênicos, cirrose e insuficiência renal
<b>Zinco</b>	Pilhas e baterias	-	Vômitos e diarreias
<b>Cobalto e compostos</b>	Baterias de lítio	-	Conjuntivite, bronquite e asma
<b>Cristal líquido</b>	Tvs e outros equipamentos em LCD	-	Dermatite
<b>Bióxido de manganês</b>	Pilhas alcalinas	-	Anemia, dores abdominais, vômitos, crises nervosas, dores de cabeça, seborreia, impotência

Fonte: Adaptado por Natume e Sant'Anna (2011) e Morais (2014).

### 2.3 Produção e geração dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil

Os REEE possuem um valor implícito considerável, haja vista que na composição de alguns equipamentos eletroeletrônicos, principalmente das linhas verde e marrom, existem materiais de valor monetário, como ouro, prata, paládio e platina.

Conforme a ONU (2015), até 90% do resíduo eletrônico do mundo, com valor aproximado em 19 bilhões de dólares, é comercializado ilegalmente ou jogado no lixo a cada ano, de acordo com um relatório divulgado pelo Programa da ONU para o Meio Ambiente - PNUMA (ONU, 2015).

Foi revelado pelo E-waste World Map, o primeiro mapa global de e-lixo (resíduo eletrônico), lançado pela iniciativa Step - uma aliança entre a ONU e empresas, governos e ONGs de todo o mundo. Geraram um mapa da quantidade de resíduos eletrônicos produzida em cada país e concluíram que a geração de e-lixo aproximou-se da marca de 49 milhões de toneladas em 2012, o que representa 7 kg por habitante. Continuando nesse ritmo, o planeta terá que suportar 65,4 milhões de toneladas de lixo eletrônico em 2017. Nesse mapeamento, o Brasil aparece em posição de destaque, produzindo 1,4 milhão de toneladas de e-lixo, próximo da média global de 7 kg por habitante ficando, na América Latina, atrás somente do México, que gerou 9 kg por pessoa (SPITZCOVSKY, 2013).

Estima-se que em 2019/2020 existirão no Brasil 210 milhões de computadores (desktop, notebook e tablets) em funcionamento e, neste ano de 2016, já se tem aproximadamente 166 milhões sendo usados (EAESP- FGV, 2016). Segundo essa mesma pesquisa, foram calculadas, até maio de 2016, a venda anual de 20 milhões de microcomputadores, 50 milhões de smartphones e 10 milhões de TV's.

Na Tabela 1 são observados os principais eletroeletrônicos presentes nas casas dos brasileiros, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada em 2011 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Tabela 1 - Presença de EEE no total de domicílios brasileiros.

<b>ELETROELETRÔNICO</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>
<b>Fogão</b>	98,4%	98,6%
<b>Geladeira</b>	93,3%	95,8%
<b>Freezer</b>	15,3%	16,4%
<b>Máquina de lavar roupas</b>	44,3%	51%
<b>Rádio</b>	87,8%	83,4%
<b>DVD</b>	71,9%	75,5%

Fonte: Adaptado por PNAD - IBGE (2011) e Morais (2014).

Mediante esses dados, é confirmado o aumento contínuo do consumo de equipamentos eletroeletrônicos; conseqüentemente, a geração de resíduos é proporcional ao consumo. Por esse motivo, se fazem necessários o tratamento, reutilização, reciclagem ou disposição final adequados. Assim, a saúde humana e o meio ambiente estarão resguardados das nocividades dos REEE.

## **2.4 Gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos**

Quando se tratar de gestão de REEE deve-se associar de forma intrínseca a sustentabilidade, tendo em vista os padrões de consumo desregrados da atualidade, ditados pelo avanço tecnológico contínuo da informação, comunicação e dos próprios equipamentos. Tudo isso, faz com que o ciclo de vida do equipamento eletroeletrônico seja diminuído rapidamente; segundo Ansanelli (2008 apud CARVALHO; XAVIER, 2014), no Brasil, a vida média é de quatro (4) anos.

A gestão de resíduos eletroeletrônicos deve levar em consideração a produção e o consumo dos EEE, os impactos gerados pela destinação inadequada desses equipamentos e a prevenção de REEE. Alguns desafios enfrentados pela gestão de REEE são:

- Cumprimento e aprimoramento da legislação em vigor;
- Acompanhamento do resíduo;
- Coleta ou recebimento;
- Remanufatura ou reciclagem;
- Implantação da logística reversa, tendo como ênfase a responsabilidade compartilhada;
- Inclusão dos catadores.

De acordo com Rodrigues (2007), o manejo dos REEE no Brasil ainda é deficitário, ou seja, o pós-consumo dos EEE está sendo negligenciado. Isso acontece como consequência da estrutura inadequada de coleta e de falta de informação a respeito da destinação adequada desses resíduos. Algumas alternativas apontadas pela Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho (DIRETIVA 2012/19/UE) para os REEE são:

A recolha, o armazenamento, o transporte, o tratamento e a reciclagem de REEE, bem como a preparação para a sua reutilização deverão ser realizados de acordo com uma abordagem orientada para a proteção do ambiente e da saúde humana e a preservação das matérias-primas e deverão ter por objetivo a reciclagem de recursos valiosos contidos nos EEE com vista a assegurar um melhor fornecimento de mercadorias na União.

Caso seja adequado, deverá ser dada prioridade à preparação para a reutilização dos REEE e dos seus componentes, subconjuntos e materiais consumíveis. Caso tal não seja preferível, todos os REEE recolhidos seletivamente deverão ser encaminhados para valorização no contexto da qual deverá atingir-se um elevado nível de reciclagem e valorização. Além disso, os produtores deverão ser incentivados a integrar material reciclado em equipamentos novos. (DIRETIVA DO PARLAMENTO EUROPEU, 2012)

Para Natume e Sant'anna (2011), uma alternativa é criar e incentivar empresas especializadas no aproveitamento do resíduo:

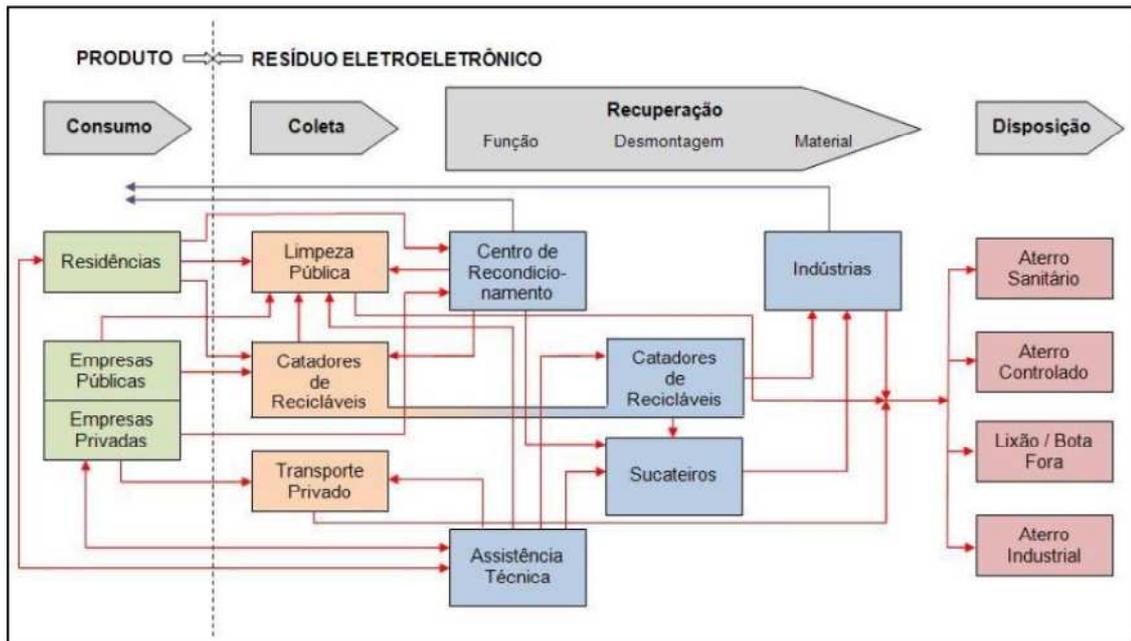
Estas empresas são focadas na compra de materiais eletrônicos descartados principalmente por órgãos públicos e demais empresas, que fazem os reparos necessários para que voltem a funcionar. Quando isto não é possível, desmontam e reaproveitam suas sucatas. (NATUME; SANT'ANNA, 2011)

Medidas importantes são a remanufatura e/ou reciclagem, pois se utiliza o que já existe, sem necessidade de nova extração de matéria-prima. Na remanufatura ocorre a reposição de peças e partes ou de componentes. Já na reciclagem são contemplados, na maioria dos casos, o metal, o vidro e o plástico. Na reciclagem ocorre a transformação do material, seja físico e/ou químico. Em ambas as soluções, reciclagem ou remanufatura, existe a utilização contínua da mão de obra, fazendo com que emprego e renda sejam gerados.

Os consumidores que não têm condições de comprar novos equipamentos optam por movimentar o mercado de segunda mão dos EEE. Esta prática amplia a vida útil dos equipamentos que, muitas vezes, ainda possuem condições de uso.

A Figura 4 apresenta o fluxograma do ciclo de resíduo eletroeletrônico, com suas possibilidades de aproveitamento e destinação.

Figura 4: Fluxograma do ciclo de resíduo eletroeletrônico.



Fonte: E-WASTER GUIDE, 2009.

## 2.5 Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS

Em um momento de grande disseminação de equipamentos tecnológicos e, proporcionalmente, as suas obsolescências, devido ao mau funcionamento ou, até mesmo, pelo simples fato de existir outro mais avançado, o gerenciamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos encontra-se regulamentado no Brasil de forma mais contundente com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecida pela Lei nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010. Essa Lei foi sancionada em 2 de agosto de 2010 e reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e destinação dos resíduos sólidos.

Podem-se elencar como objetivos principais da PNRS:

- Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- Gestão integrada de resíduos sólidos;
- A não geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos, bem como destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- Diminuição do uso dos recursos naturais no processo de produção de novos produtos;
- Aumento da reciclagem no país;
- Geração de emprego e renda para catadores de materiais recicláveis;

- Incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;
- Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

A PNRS representa um marco para a sociedade brasileira no que tange à questão ambiental, com destaque para uma visão avançada na forma de tratar o resíduo urbano. Traz uma concepção de vanguarda, ao priorizar e compartilhar, com todas as partes relacionadas ao ciclo de vida de um produto, a responsabilidade pela gestão integrada e pelo gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Dessa forma, o setor público, a iniciativa privada e a população ficam sujeitos à promoção do retorno dos produtos às indústrias após o consumo e obriga o poder público a realizar planos de gerenciamento dos resíduos sólidos (ABDI, 2012).

A Lei prega essa responsabilidade compartilhada para promover a destinação correta do REEE de forma mais rápida e consciente por parte dos agentes participantes do ciclo de vida do equipamento, para que juntos busquem alternativas para as questões de problemas ambientais e até mesmo sociais do país, haja vista que a má disposição dos resíduos sólidos, afeta também o meio social.

Um importante avanço da PNRS, principalmente no que tange o gerenciamento dos REEE, é a implantação dos sistemas de logística reversa, visando à destinação adequada dos resíduos de uma determinada classe por parte dos seus fabricantes, distribuidores e importadores.

### **2.5.1 Logística reversa**

A própria Política Nacional de Resíduos Sólidos no artigo 3º, inciso XII define logística reversa como sendo:

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. (Lei 12.305/2010)

A logística reversa é um instrumento que deve ser instituído com a finalidade de viabilizar a coleta e a devolução de determinados tipos de resíduos sólidos para o setor produtivo responsável por sua fabricação.

No que diz respeito aos REEE, a PNRS no artigo 33, define a estruturação e implementação desse processo mediante o retorno dos equipamentos aos fabricantes após o uso por parte do consumidor. De acordo com essa política, os resíduos que devem ser inseridos, obrigatoriamente, no sistema de logística reversa são definidos em seis grupos principais:

- Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens;
- Pilhas e baterias;
- Pneus;
- Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Outros tipos de resíduos sólidos também podem ser inseridos na cadeia da logística reversa, como embalagens de medicamentos, por exemplo. Para que isso seja possível, deve existir uma logística de coleta independente do serviço público de limpeza, de tal forma que garanta o retorno destes resíduos ao fabricante após o seu uso.

A logística reversa se constitui num conjunto de ações, que busca facilitar o retorno dos resíduos aos seus fabricantes, para que sejam tratados e/ou reaproveitados em novos produtos (Figura 5). Assim, os envolvidos na cadeia de comercialização dos produtos, desde a indústria até as lojas, deverão estabelecer um consenso sobre as responsabilidades de cada parte.

Figura 5 - Estrutura do ciclo da logística reversa.



Fonte: GUARNIERI 2011.

De acordo com a PNRS, a implementação da logística reversa, depende de um acordo e/ou contrato entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes. O consumidor participará de maneira não contratual, mas não menos importante em relação ao compromisso, pois na responsabilidade compartilhada todos que fazem parte do ciclo de vida do produto são importantes para conduzi-lo no pós-consumo. Os aspectos como a qualidade ambiental e a saúde pública devem ser levadas em consideração, devendo este sistema deve ser avaliado sob os pontos de vista técnico e econômico (MORAIS, 2014).

A logística reversa já era aplicada por algumas empresas mesmo antes da PNRS, justamente por causa dos seus benefícios econômicos e capacidade de aumentar a competitividade das mesmas. Para Aita e Rupenthal (2008) a logística reversa pode ser dividida em dois aspectos: do pós-consumo e pós-venda. Na pós-venda considera-se as diferentes formas e possibilidades de retorno do produto, todo ou em parte, com pouca ou nenhuma utilização. Os autores citam o carro como exemplo, que passa por vários donos até sua inutilidade.

Já pós-consumo constitui-se pelo fluxo reverso dos produtos, todo ou em parte, originados após sua utilização, mas que podem ser reaproveitados através da reciclagem ou até mesmo com seu reuso.

Diante do exposto, a importância da PNRS na redução dos REEE é bastante relevante. A responsabilidade compartilhada dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores englobam o dever de trabalharem juntos para a criação e aceitação de produtos que gerem as menores quantidades de resíduos possíveis. É imprescindível o desenvolvimento e a introdução de produtos no mercado de consumo que estejam aptos à reutilização e/ou reciclagem, ou, ainda, em uma outra forma ambientalmente adequada.

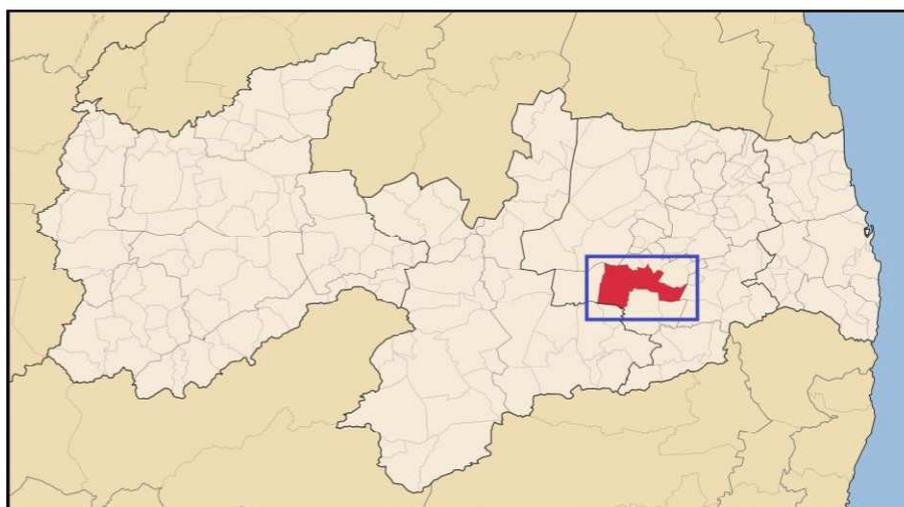
## METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida seguindo três etapas: levantamento de dados, desenvolvimento da pesquisa e análise de dados.

### 2.6 Localização

Esta pesquisa foi realizada na cidade de Campina Grande – PB, (Figura 1) localizada na Região Agreste do estado da Paraíba, com área territorial de 594,182 km<sup>2</sup> e 405.072 habitantes (IBGE, 2015). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,720 (IBGE, 2010).

Figura 6 - Localização do município de Campina Grande, PB.



Fonte: Google Imagens (adaptada).

### 2.7 Levantamento de Dados

O levantamento de dados foi realizado no mês de outubro de 2014, com o objetivo de identificar o destino dado aos REEE das assistências técnicas de médio e pequeno portes da cidade de Campina Grande-PB.

Inicialmente, tentou-se estimar a quantidade de assistências técnicas de equipamentos eletroeletrônicos na cidade mas, infelizmente, os órgãos consultados, PROCON municipal, sede do IBGE e a Câmara de Dirigentes Lojistas – CDL de Campina Grande, não tinham dados a respeito do número de assistências.

Foram selecionadas vinte e cinco (25) assistências técnicas, para aplicação do estudo, contudo, somente em vinte e duas (22) assistências realizado. Em duas

houve recusa em participar da entrevista, e em outra o responsável estava ausente. No Quadro 3 são apresentados os números de assistências e os tipos de equipamentos eletroeletrônicos, de acordo com a classificação e localização, todas localizadas no Centro da cidade.

Quadro 3: Assistências técnicas pesquisadas, localização e classificação dos equipamentos eletroeletrônicos em que oferecem serviços.

<b>Assistência técnica</b>	<b>Classificação dos Equipamentos</b>	<b>Localização</b>
1	Linha Marrom	Rua João Alves de Oliveira
2	Linha Marrom	Rua João Alves de Oliveira
3	Linha Marrom	Rua João Alves de Oliveira
4	Linha Marrom	Rua João Alves de Oliveira
5	Linha Branca	Rua João Alves de Oliveira
6	Linha Verde	Rua João Alves de Oliveira
7	Linha Marrom	Rua João Alves de Oliveira
8	Linha Marrom	Rua João Alves de Oliveira
9	Linha Marrom	Rua Cavalcante Belo
10	Linha Marrom	Rua João Alves de Oliveira
11	Linha Verde	Rua Cavalcante Belo
12	Linha Azul	Avenida Presidente Getúlio Vargas
13	Linha Verde	Avenida Presidente Getúlio Vargas
14	Linha Azul	Avenida Presidente Getúlio Vargas
15	Linha Branca e Azul	Avenida Presidente Getúlio Vargas
16	Linha Verde	Rua Rui Barbosa
17	Linha Azul	Avenida Presidente Getúlio Vargas
18	Linha Verde	Rua Rui Barbosa
19	Linha Verde	Avenida Presidente Getúlio Vargas
20	Linha Verde	Avenida Presidente Getúlio Vargas
21	Linha Verde	Rua Treze de Maio
22	Linha Verde	Avenida Presidente Getúlio Vargas

## 2.8 Desenvolvimento da pesquisa

Esta pesquisa foi do tipo exploratório, elaborada com base na aplicação de questionário do tipo misto, ou seja, com questões objetivas e subjetivas. Mediante a necessidade de informações com relação à destinação dos resíduos sólidos das lojas de assistência técnica da cidade, tendo em vista a sua periculosidade e as regras preconizadas pela PNRS (Lei nº 12.305/2010), que é relativamente recente e, percebendo a ausência de dados em órgãos responsáveis, como IBGE e PROCON municipal, percebeu-se a relevância desta pesquisa.

### **2.8.1 Elaboração do questionário**

A pesquisa foi desenvolvida a partir da percepção da adversidade da má destinação dos resíduos sólidos das assistências técnicas de EEE, tendo em vista o desconhecimento dos donos ou administradores dessas lojas em relação às normas vigentes, como a Lei nº 12.305/2010 e o Decreto nº 7.404/2010, de sua regulamentação. Essas lojas possuem uma demanda considerável de clientes ávidos pelo conserto de seus aparelhos, sendo a a geração de REEE é constante.

O levantamento de dados foi realizado por meio de aplicação de questionário (APÊNDICE A), o qual utilizou como base o questionário elaborado por Moraes (2014), que sofreu adaptação para esta pesquisa. Sua finalidade é investigar a destinação dos REEE das assistências entrevistadas e analisar a compreensão dos problemas ocasionados pelo mau descarte de seus resíduos.

Com o mesmo questionário foi aplicada uma análise de caracterização dos materiais que mais compõem o resíduo.

As vinte e quatro (24) perguntas e uma observação (relacionada com o conhecimento da logística reversa), foram elaboradas para conhecer o perfil e as ações dos entrevistados, em relação aos resíduos sólidos de seus estabelecimentos. As perguntas foram divididas em três níveis: primeiro a identificação do entrevistado; segundo as características do estabelecimento; terceiro os aspectos relacionados aos resíduos eletroeletrônicos. Nas observações foi acrescentada uma pergunta com relação ao conhecimento subjetivo da logística reversa, se os entrevistados tinham conhecimento ou não a respeito desta.

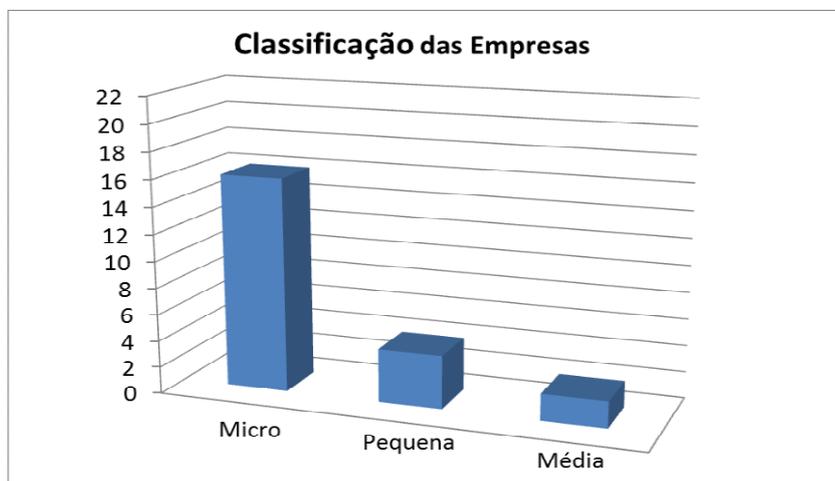
### **2.8.2 Aplicação do questionário**

Os vinte e dois questionários foram aplicados de acordo com a disposição das lojas nas ruas do Centro da cidade. As respostas dadas, em dezesseis questionários, foram por proprietários dos estabelecimentos e nos outros seis por funcionários desses.

Para obter as respostas foram procurados os donos das assistências mas, como em algumas, os mesmos não estavam presentes, os empregados

responderam. A maioria das assistências técnicas possuem características, segundo os entrevistados, de microempresas (Figura 7).

Figura 7 - Classificação das empresas.



## 2.9 Análise de dados

Com o apanhado das respostas foi feita a análise dos dados. As perguntas foram elaboradas para conhecer o perfil e as ações dos entrevistados em relação aos resíduos sólidos de seus estabelecimentos. Os dados obtidos corresponderam às expectativas da pesquisa.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Análise do questionário

Conforme os dados obtidos na aplicação do questionário nas assistências técnicas de Campina Grande - PB, foi constatada a destinação dos REEE, avaliado o conhecimento sobre os resíduos gerados e observada a não aplicação da logística reversa.

### **3.1.1 Recebimento do Equipamento**

Os estabelecimentos de assistência técnica recebem os EEE dos clientes com a incumbência de analisarem qual o defeito apresentado pelo equipamento; sendo assim, é iniciada uma investigação no aparelho a partir da descrição dada pelo consumidor.

Verificadas as causas do defeito do equipamento inicia-se (conforme o desejo do cliente) o conserto do mesmo, seja com substituições de peças ou com ajustes. Em caso de troca de peças, algumas das assistências adotaram o método de devolução ao cliente da peça danificada, deixando sob sua responsabilidade a destinação final do REEE. Alguns donos das lojas afirmaram que procedem dessa maneira para mostrarem ao cliente a idoneidade do serviço.

### **3.1.2 Destinação**

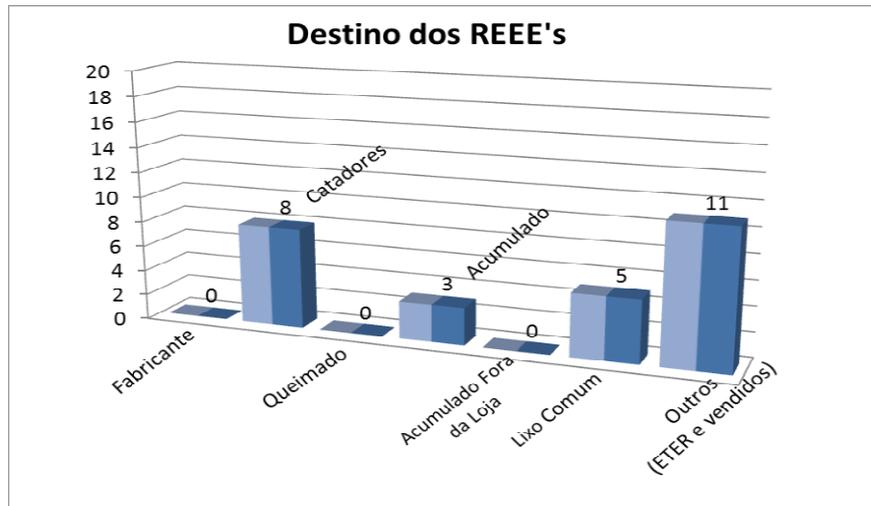
As destinações mais comuns entre as assistências para os seus resíduos é a doação para a Escola Técnica Redentorista – ETER (localizada na Avenida Doutor Francisco Pinto nº 317, bairro Bodocongó) e vender para empresas especializadas em REEE (como Ecobras, localizada em João Pessoa - PB). Caracterizando que há mais de um destino para os resíduos eletroeletrônicos como ilustra a Figura 8.

Em vinte e uma das assistências foi respondido que, na cidade, não há coleta pública específica para REEE, sendo assim, justificaram os outros destinos para seus resíduos.

Verificou-se que o destino dado é pelas assistências é correto, sendo vendido para empresas especializadas e doações para projeto técnico. O desejo maior dos donos das lojas é obter retorno financeiro ou descartar dos resíduos acumulados que oferecem riscos para os estabelecimentos. Assim, evitando restrições fiscais e multas.

Não foi relatado nenhum encaminhamento de REEE para alguma empresa especializada na cidade de Campina Grande, deixando-se entender que não existe empresa do setor na cidade.

Figura 8 - Destino dos REEE das assistências técnicas de Campina Grande – PB.



A ETER, a cada três meses, recebe em média, de sete a dez toneladas de REEE com o projeto ETER Recicla desde 2011 (Figura 9). O coordenador do projeto, José Carlos dos Santos, relatou que os trabalhos não têm maior expansão por falta de recursos financeiros. O projeto não recebe pilhas, baterias e lâmpadas, pois não possuem tecnologia para trabalhar com esses resíduos.

Figura 9 - ETER Recicla da Escola Técnica Redentorista.



A coleta dos resíduos das assistências é feita por catadores (como mostra a Figura 10), que não têm nenhum vínculo formal com essas lojas, isso quando esses REEE não são colocados para coleta pública ou acumulados.

Figura 10 - Catador coletando REEE no Centro de Campina Grande.



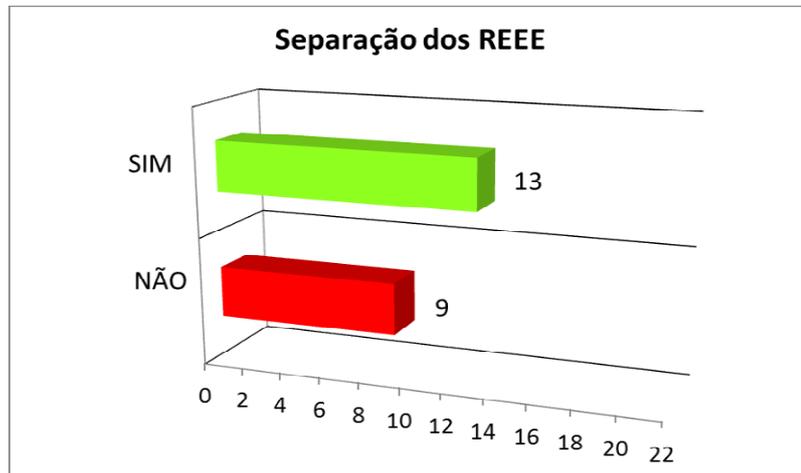
De maneira t ne discreta, existem na cidade alguns pontos de coleta de REEE específicos, como de: celulares, baterias e pilhas. Esses pontos, C&A (localizado na Rua Maciel Pinheiro n  213, no Centro da cidade) e Extra Hiper (localizado na avenida Prof. Severino Bezerra Cabral n  1339, no bairro Mirante), não coletam outros tipos de resíduos.

Figura 11 - Postos de coleta de celulares, baterias e pilhas.



Das vinte e duas (22) assistências técnicas pesquisadas, treze (13) declararam que, antes de destinarem seus resíduos, fazem algum tipo de separação (Figura 12).

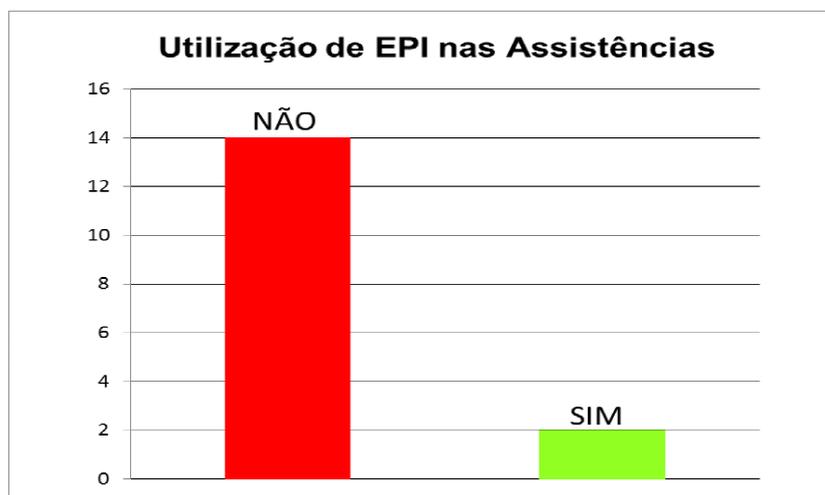
Figura 12 - Separação dos REEE das assistências.



### 3.1.3 Acondicionamento

As assistências técnicas da cidade não dispõem de um armazenamento adequado de REEE, tendo por base as precauções necessárias estabelecidas por norma, como a NBR 12.235/1992 da ABNT, para armazenamento de resíduos sólidos perigosos. As lojas não dispõem de EPI para as pessoas que trabalham no manuseio dos resíduos, conforme ilustrado na Figura 13.

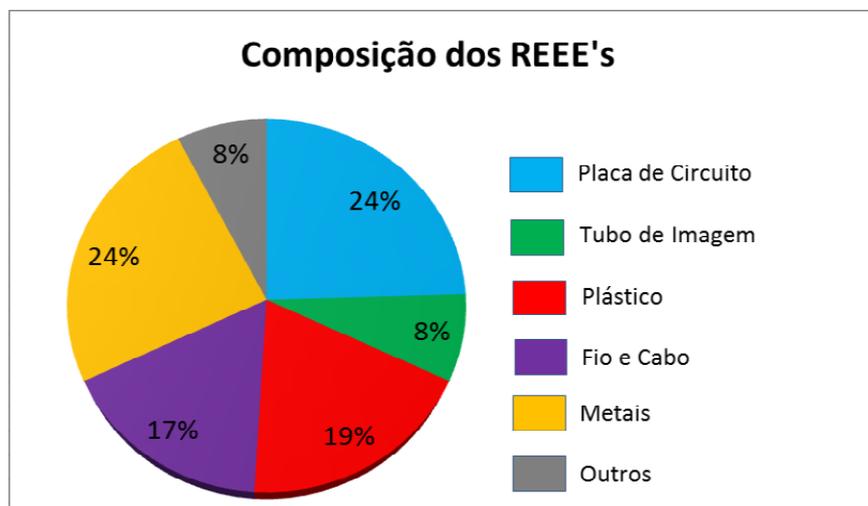
Figura 13 - Utilização de EPI nas assistências.



### 3.1.4 Caracterização dos REEE

A composição dos resíduos é variada, sendo que placa de circuito e metais são em maior parte, com 24%, reflexo da difusão tecnológica na cidade. O que se encontrou com menos quantidade foram tubos de imagens (tubos CRT - cinescópio) e outros, como telas LCD (display de cristal líquido), pilhas e baterias e pequenos componentes eletrônicos (capacitores, resistores, entre outros).

Figura 14 - Composição dos REEE das assistências.



#### 4. CONCLUSÕES

- ✓ As assistências técnicas, da pesquisa, desconhecem os princípios da logística reversa, um dos principais instrumentos da PNRS.
- ✓ Embora a maioria das assistências dê uma destinação adequada para seus resíduos, isso objetiva promover a saúde pública e a proteção, mas visa a geração de renda ou descarte dos resíduos acumulados que oferecem riscos para os estabelecimentos. O adequado destino dos equipamentos pós-consumo, também tem o interesse de evitar eventuais multas e sanções para suas assistências.
- ✓ Foi constatado desconhecimento dos problemas gerados pelos REEE dispostos de forma inadequada.
- ✓ Foi verificado que o projeto ETER Recicla, da Escola Técnica Redentorista, é o destino mais adequado dado pelas assistências, tendo em vista que os trabalhos executados pelo projeto são ideais concretizados pela PNRS.
- ✓ Foi observado que não existe, na cidade de Campina Grande, uma empresa especializada em tratar, reciclar e destinar adequadamente os REEE de maneira a atender as leis e normas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Disponível em: <<http://abinee.org.br>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. 178p. Brasília. Novembro de 2012.

ABNT – Associação Brasileira de Normas técnicas. NBR – 10.004. Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro - RJ: ABNT, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16.156. Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – Requisitos para atividade de manufatura reversa. Rio de Janeiro - RJ: ABNT, 2013.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.235. Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos. Rio de Janeiro - RJ: ABNT, 1992.

AITA, J. A. A.; RUPPENTHAL, J. E. Logística reversa: a preocupação com o pós-consumo. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção -ENEGEP. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. Gestão de resíduos eletroeletrônicos: Uma abordagem prática para a sustentabilidade. 1. ed. Rio de Janeiro. Elsevier, 2014. 240 p.

CARVALHO, V. Maior acidente radiológico do mundo completa 25 anos essa semana. O Globo. 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/goias/noticia/2012/09/maior-acidente-radiologico-do-mundo-completa-25-anos-nesta-semana.html>>. Acessado em: 16 mai. 2016.

CELINSKI, T. M.; CELINSKI, V. G.; REZENDE, H. G.; FERREIRA, J. S. Perspectivas para reuso e reciclagem do lixo eletrônico. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2. 2011, Londrina. Anais... Londrina, 2011.

DANTAS, E. R. B. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Responsabilidade social e empresarial pelo ciclo de vida dos celulares. 2010. 144 f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2010.

DEL GROSSI, A. C. Destinação dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEEE) em Londrina – PR. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2, 2011, Londrina. Anais... Londrina, 2011.

EAESP – FGV, ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO DA FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. 27ª Pesquisa Anual do Uso de Tecnologias da Informação. São Paulo, 2016.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. Programa Minas Sem Lixões. s.d. Guia e-waste. Disponível em: < [http://ewasteguide.info/files/Rocha\\_2009\\_pt.pdf](http://ewasteguide.info/files/Rocha_2009_pt.pdf) >. Acessado em: 01 mai. 2016.

GUARNIERI, P. Logística reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental. Recife: Clube de Autores. 2011. Disponível em <[http://books.google.com.br/books?id=lworBqsMTcC&printsec=frontcover&hl=ptBR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?id=lworBqsMTcC&printsec=frontcover&hl=ptBR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)>. Acessado em 01 mai. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=250400>>. Acessado em 01 mai. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=250400&search=paraiba|campina-grande|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>>. Acessado em 01 mai. 2016.

MORAIS, T. S. Diagnóstico do gerenciamento dos Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos gerados nas instituições de ensino superior da cidade de Campina Grande - PB. 2014. 48 f. Dissertação (monografia em Eng. Sanitária e Ambiental). Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande-PB, 2014.

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

ONU – Organização das Nações Unidas. ONU prevê que mundo terá 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico em 2017. Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/onu-preve-que-mundo-tera-50-milhoes-de-toneladas-de-lixo-eletronico-em-2017/>>. Acessado em: 28 set. 2015.

PARLAMENTO EUROPEU. REEE. Directiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de janeiro de 2003: relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos, 2003b. Disponível em: <[https://www.erp-recycling.pt/CMS\\_BackOffice/ResourceLink.aspx?ResourceName=DC\\_2002-96-CE.pdf](https://www.erp-recycling.pt/CMS_BackOffice/ResourceLink.aspx?ResourceName=DC_2002-96-CE.pdf)>. Acessado em 25 jun. 2015.

PARLAMENTO EUROPEU. RoHs. Directiva 2011/65/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 08 de junho de 2011: relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos eléctricos e electrónicos, 2011 a. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011L0065&from=PT>>. Acessado em 25. junh. 2015.

PARLAMENTO EUROPEU. RoHs. Directiva 2012/19/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 04 de julho de 2012: relativa aos equipamentos eléctricos e electrónicos (REEE), 2012 a. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:PT:PDF>>. Acessado em 25. jun. 2015.

PNAD – IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. Brasil, 2011.

RODRIGUES, A. C. Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos eléctricos e eletrônicos: um estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. 2007. 320 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Barbara d’Oeste, 2007.

SPITZCOVSKY, D. ONU lança primeiro mapa global de lixo eletrônico. Exame. 2013. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/mundo/noticias/onu-lanca-primeiro-mapa-global-de-lixo-eletronico>>. Acessado em: 26 abr. 2015.

WWF - World Wide Fund For Nature. Pegada Ecológica? O que é isso?. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/pegada\\_ecologica/o\\_que\\_e\\_pegada\\_ecologica/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/o_que_e_pegada_ecologica/)>. Acessado em 21 mai. 2016.

WWI -Worldwatch Institute. Estado do Mundo: transformando culturas do consumismo à sustentabilidade. Universidade Livre da Mata Atlântica – UMA. Salvador-BA, 2010.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Questionário aplicado na pesquisa.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
PESQUISA SOBRE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS

Nº do questionário: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Entrevistador (a): \_\_\_\_\_

O presente questionário tem como objetivo registrar as opiniões das empresas que trabalham com eletroeletrônicos, com vistas a recolher informações referentes à destinação dos resíduos eletroeletrônicos. Trata-se de um trabalho acadêmico e destina-se a fins científicos, com a garantia de total sigilo e anonimato das opiniões proferidas. Desde já, agradecemos a colaboração de todos.

#### 1.0 – IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO

1.1 – Sexo: ( ) feminino ( ) masculino

1.2 – Nível de instrução:

- 1 ( ) Fundamental incompleto  
2 ( ) Fundamental completo  
3 ( ) Médio incompleto  
4 ( ) Médio completo  
5 ( ) Superior incompleto  
6 ( ) Superior completo  
7 ( ) Pós-graduação

1.3 – Qual o curso ou área de atuação do curso superior? \_\_\_\_\_

1.4 – Ocupação atual no estabelecimento:

- 1 ( ) Empregado  
2 ( ) Empregador  
3 ( ) Outra. Qual? \_\_\_\_\_

#### 2.0 – CARACTERÍSTICAS DO ESTABELECIMENTO

2.1 – Número de funcionários: \_\_\_\_\_

2.2 – Classificação da empresa:

- 1 ( ) Micro  
2 ( ) Pequena  
3 ( ) Média  
4 ( ) Grande

2.3 - Qual equipamento eletroeletrônico o estabelecimento possui?

- 1 ( ) Computador \_\_\_\_\_  
2 ( ) Impressora /Fax /Multifuncional \_\_\_\_\_

3 ( ) Ar-condicionado \_\_\_\_\_

4 ( ) Televisor \_\_\_\_\_

5 ( ) Telefone fixo \_\_\_\_\_

6 ( ) Data-show \_\_\_\_\_

7 ( ) Celular empresarial \_\_\_\_\_

8 ( ) Outros. Qual? \_\_\_\_\_

#### 3.0 – ASPECTOS RELACIONADOS AOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

3.1 – Quantos quilos vocês produzem de resíduo eletroeletrônico por mês?  
\_\_\_\_\_

3.2 – Há coleta pública do resíduo eletroeletrônico?

- 1 ( ) Não                      2 ( ) Sim

3.3 – Se sim, quantas vezes por semana?  
\_\_\_\_\_

3.4 – Vocês fazem alguma separação no resíduo eletroeletrônico?

- 1 ( ) Não                      2 ( ) Sim

3.5 – Se não, qual o destino dado a esse resíduo?

- 1 ( ) Volta para o fabricante  
2 ( ) É coletado por catadores  
3 ( ) É queimado  
4 ( ) É acumulado na loja  
5 ( ) É acumulado em outro local  
6 ( ) Joga no lixo comum  
7 ( ) Outro. Qual? \_\_\_\_\_

3.6 – Se acumula, por quantos dias? \_\_\_\_\_



**APÊNDICE B - Fotos do projeto ETER Recicla, tratamento e acondicionamento dos REEE.**



Seleção dos REEE.



Seleção dos REEE.



Seleção dos REEE (à esquerda) e bancada de reparos (à direita).