



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LOGÍSTICA E PESQUISA
OPERACIONAL**

KARLA ALAMAR COSTA

**UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA SUPORTE DA GESTÃO DOS
RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS URBANOS:
APLICAÇÃO AO CASO DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA**

FORTALEZA

2016

KARLA ALAMAR COSTA

UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA SUPORTE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS
DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS URBANOS:
APLICAÇÃO AO CASO DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Logística e Pesquisa Operacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Logística e Pesquisa Operacional. Área de concentração: Gestão Logística.

Orientador: Prof. Dr. João Bosco Furtado Arruda.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C873a Costa, Karla Alamar.

Uma abordagem metodológica para suporte da gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos urbanos: : Aplicação ao caso do município de Fortaleza / Karla Alamar Costa. – 2016.
121 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Logística e Pesquisa Operacional, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. João Bosco Furtado Arruda.

1. Resíduos eletroeletrônicos. 2. Benchmarking. 3. Logística reversa. 4. Matriz GUT. 5. Análise sistêmica. I. Título.

CDD 658.5

KARLA ALAMAR COSTA

UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA SUPORTE DA GESTÃO DOS
RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS URBANOS:
APLICAÇÃO AO CASO DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Logística e Pesquisa Operacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Logística e Pesquisa Operacional. Área de concentração: Gestão Logística.

Aprovada em: 26/08/2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Bosco Furtado Arruda (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. João José Hiluy Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Fernando Ribeiro de Melo Nunes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco Humberto de Carvalho Junior (Examinador Externo)
Secretaria Estadual das Cidades do Ceará

Ao ser superior que chamamos de Deus e que me ilumina nos momentos mais difíceis.

A minha querida mãe, Maria José Alamar, que sempre me conduziu no caminho do bem, que superou suas limitações físicas, ficando com a minha bebê para eu concluir esse trabalho e por acreditar em mim como ninguém.

Ao meu maior amor, minha filha, Líria Alamar por ser minha força e inspiração.

Ao meu marido Thiago Pierre, pela compreensão, pelo amor e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Nominalmente, agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. João Bosco Furtado Arruda, que confiou no meu trabalho com toda paciência, exercendo excelente orientação, e por todo seu esforço em conduzir a última turma do GESLOG/UFC.

Aos professores participantes da banca examinadora, Prof. Dr. João José Hiluy Filho, Prof. Dr. Fernando Ribeiro de Melo Nunes e Prof. Dr. Francisco Humberto de Carvalho Junior pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

A Empresa *Ecoletas* e ao *Emaús Amor e Justiça*, pelo tempo concedido nas entrevistas.

A todos os professores do GESLOG/UFC e amigos de sala de aula, onde compartilhamos conhecimentos e bons momentos. Em especial ao Waldson Alcântara, Luiz Muller e a Ana Chrystina os quais contribuíram com este trabalho.

“Através da educação é que temos a oportunidade mais franca e suficiente para sermos úteis a nós próprios, ao próximo e a pátria.”

José Expedito Brandão

RESUMO

Apesar da promulgação da Lei 12.305, em agosto de 2010, instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), são muitos os municípios brasileiros que ainda hoje dispõem seus resíduos sem nenhum controle, gerando graves consequências ambientais e de saúde pública. É nesse contexto que se encontram os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) que, segundo a PNRS, são definidos obrigatoriamente como objetos da Logística Reversa. Esses resíduos são compostos por substâncias tóxicas que constituem uma ameaça ao meio ambiente e às pessoas que os manipulam. Observa-se, ainda, que ocorrem trocas internacionais com esses resíduos sem nenhum amparo de uma legislação eficaz. Além disso, a reciclagem dos REEE possui vantagens econômicas, visto que em muitos desses resíduos encontram-se componentes valiosos. Dessa forma, o referido estudo apresenta uma proposta de modelagem de gestão para o subsetor de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos urbanos utilizando os conceitos da Análise Sistêmica, Matriz GUT e um Benchmarking da Logística Reversa, tendo como caso de estudo o Município de Fortaleza, com ênfase na responsabilidade compartilhada dos atores envolvidos. O trabalho se soma aos poucos já desenvolvidos no país sobre a temática abordada e pretende contribuir a este campo, por sua grande importância econômica, social e local, uma vez que tanto beneficia a economia, pelo seu valor econômico, assim como a natureza, valorizando e respeitando, sobretudo, o ser vivo.

Palavras-chave: Resíduos eletroeletrônicos. Benchmarking. Logística reversa. Matriz GUT. Análise sistêmica.

ABSTRACT

Despite the enactment of Law 12,305, in August 2010, establishing the National Solid Waste (PNRS) policy, there are many Brazilian cities that still have their waste disposal without any control, causing serious environmental and public health consequences. In this context, the electrical and electronic equipment (WEEE) waste are necessarily defined as the Reverse Logistics objects, according to PNRS. These wastes are composed of toxic substances that pose a threat to the environment and to people handling them. It is observed also that international exchanges occur with such wastes without support of effective legislation. Furthermore, recycling of WEEE has economic advantages, since many of these wastes are made of valuable components. The present study proposes a management model for the subsector of urban electrical/electronic equipment waste using the concepts of Systemic Analysis, Matriz GUT and Benchmarking in Reverse Logistics, utilizing as the case study the city of Fortaleza, in the Northeastern Brazil. It emphasises the shared responsibility of the actors involved. The work tries to contribute to a better comprehension of a quite economic, social and global significant area, since this field impacts the economy as well as nature, adding value and respecting the living creatures.

Keywords: Systemic analysis. Matriz GUT. Benchmarking. Reverse logistics. Fortaleza

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Geração <i>per capita</i> de resíduos no Brasil e no Mundo (em kg).	23
Figura 2 - Geração de RSU.....	25
Figura 3- Iniciativas de Coleta Seletiva nos Municípios em 2014 – Regiões e Brasil.....	26
Figura 4- Mudanças com a aplicação da PNRS.	41
Figura 5- Grupos de trabalho estabelecidos a partir da PNRS	42
Figura 6- Reciclagem de resíduos sólidos eletroeletrônicos na Alemanha	54
Figura 7- Galpão da Ativa Reciclagem com as suas etapas de processamento do resíduo eletroeletrônico.	55
Figura 8- Diagrama com as etapas da metodologia e os instrumentais teóricos empregados no estudo:.....	65
Figura 9- Localização de Fortaleza no mapa do Brasil	68
Figura 10: Licença Ambiental para o descarte do lixo eletroeletrônico	72
Figura 11: Fachada da Empresa Ecoletas	72
Figura 12: Processo de Pesagem e Triagem	74
Figura 13: Processo de Armazenamento	74
Figura 14: Processo de Armazenamento	75
Figura 15: Lacre de rastreio.....	76
Figura 16: Vergalhão de aço.	77
Figura 17: Localização dos Emaús de Fortaleza	78
Figura 18: Termo de Doação Emaús Vila Velha.....	79
Figura 19: Estoque de eletrônicos doados para recuperação (a)	81
Figura 20: Estoque de eletrônicos doados para recuperação (b)	81
Figura 21: Estoque de eletrônicos doados para recuperação (b)	82
Figura 22: Depósito de Inservíveis da UFC.	83
Figura 23: Containeres de bens de informática na UFC.....	84
Figura 24: Ecoponto do Bairro de Fátima, em Fortaleza/CE	85
Figura 25: Resíduo eletroeletrônico exposto no Ecoponto do Bairro de Fátima, Fortaleza/CE	86
Figura 26: Valor de cada resíduo no programa Recicla Fortaleza	87
Figura 27: Fluxo físico do modelo proposto	95
Figura 28: Caminhões compartimentados	96
Figura 29: Contêiner de armazenamento.....	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Evolução dos gastos do mercado mundial de Informática.	31
Quadro 2: Principais danos causados à saúde humana por metais pesados existentes nos REEE.	33
Quadro 3: Ponderações na Matriz GUT	63
Quadro 4: Estimativa dos volumes anuais de RSU gerados em Fortaleza	70
Quadro 5: Preço dos materiais recicláveis vendidos pelo Emaús	80
Quadro 6: Comparativo dos pontos relacionados aos REEE na PNRS em relação a atuação dos mesmo no Município de Fortaleza.	88
Quadro 7: Problemas da atual cadeia dos REEE em Fortaleza/CE.....	91
Quadro 8: Matriz GUT dos problemas delineados	92
Quadro 9: Representação Comparativa dos modelos analisados	94

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Produção de metais de 1980 a 2010	29
Gráfico 2: Quantidade estimada de produtos eletrônicos postos no mercado e futuro crescimento do lixo eletrônico na União Europeia.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	- Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ANATEL	- Agência Nacional de Telecomunicações
IDEC	- Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor
IPEA	- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MDIC	- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
OES	- <i>Ontario Electronic Stewardship</i>
PNRS	- Política Nacional de Resíduos Sólidos
REEE	- Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
RoHS	- Restriction on the use of Hazardous Substances
StEP	- Solving the e-waste problem
UNEP	- United Nations Environmental Programme
WDO	- <i>Waste Diversion Ontario</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Escopo e justificativa do tema abordado	13
1.2	O problema e a hipótese de pesquisa	18
1.3	Objetivos do estudo.....	19
1.3.1	<i>Geral</i>	19
1.3.2	<i>Específicos</i>	19
1.4	Metodologia do trabalho	19
1.5	Estrutura do trabalho.....	20
2	ESTADO DA ARTE NO TRATO COM OS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNDO E NO BRASIL: ÊNFASE NOS RESÍDUOS ELETRO-ELETRÔNICOS	20
2.1	Aspectos gerais dos resíduos sólidos urbanos no mundo e no Brasil	21
2.2	Características e importância econômica dos resíduos eletroeletrônicos	26
2.3	Impactos ambiental e social dos REEE	30
2.4	Regulamentação mundial e nacional dos REEE.....	35
2.5	Fluxos internacionais dos resíduos eletroeletrônicos.....	42
2.6	Modelos de logística reversa e experiências bem sucedidas com OS REEE.....	46
2.7	A indústria da reciclagem dos REEE.....	51
2.8	O papel dos catadores no mundo dos REEE.....	55
3	METODOLOGIA DE ABORDAGEM DA PROBLEMÁTICA DA CADEIA REVERSA DOS RESÍDUOS ELETRO-ELETRÔNICOS.	57
3.1	Relevância do conceito da análise sistêmica para o presente trabalho.....	58
3.2	A logística reversa no setor dos REEE	60
3.3	Benchmarking.....	61
3.4	A matriz GUT.....	62
3.5	Descrição e justificativa da metodologia adotada.....	64
3.6	Pesquisa bibliográfica e pesquisa documental	66
4	ESTUDO DE CASO DA CADEIA REVERSA DOS RESÍDUOS ELETRO-ELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA.	67
4.1	Caracterização da área de estudo.	67
4.2	Pesquisa de campo e questionário estruturado.....	70
4.3	Análise dos dados e diagnóstico do sistema atual de coleta dos resíduos eletroeletrônicos no município de Fortaleza.....	71
4.3.1	<i>A Empresa Ecoletas:</i>	71
4.3.2	<i>Análise das Empresas Comerciais (Metalúrgica Gerdau S.A e Grupo M. Dias Branco)</i>	76
4.3.3	<i>Análise das Organizações Não Governamentais Emaús:</i>	78
4.3.4	<i>Instituição de Ensino (UFC)</i>	83
4.3.5	<i>Projeto Ecoponto</i>	85
4.3.6	<i>O Município de Fortaleza e a PNRS.</i>	87
4.4	Geração de resíduos eletroeletrônicos no município de Fortaleza.....	90
4.5	Proposta de uma nova abordagem para a gestão da cadeia dos REEE no município de Fortaleza.	90
4.5.1	<i>Modelagem proposta</i>	94
4.5.1.1	<i>Responsabilidades atribuídas a cada um dos atores:</i>	97
4.5.1.2	<i>Benefícios econômicos, ambientais e sociais decorrente das proposições feitas.</i>	99
5	CONCLUSÃO	100
5.1	Principais conclusões.....	100
5.2	Limitações do estudo	103
5.3	Sugestões para o aprofundamento da pesquisa	103

REFERÊNCIAS	105
APÊNDICE	118
ANEXO A – ROTAS EMAÚS	119

1. INTRODUÇÃO

Este Capítulo apresenta, de uma forma geral e sucinta, o escopo e a justificativa da temática abordada, o problema e a hipótese de pesquisa, os objetivos, a metodologia empregada e a estrutura da presente Dissertação, a qual foca na cadeia reversa dos resíduos eletroeletrônicos, adotando um estudo de caso.

1.1 ESCOPO E JUSTIFICATIVA DO TEMA ABORDADO

Apesar da promulgação da Lei 12.305, em agosto de 2010, instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), são muitos os municípios brasileiros que ainda hoje dispõem seus resíduos sem nenhum controle (em lixões), gerando graves consequências ambientais e de saúde pública. Hodiernamente, 80 mil toneladas de resíduos sólidos são descartados, de forma inadequada, nas urbes no Brasil e, mesmo com o aumento de 6,2% ao ano do volume de resíduos dispostos de forma adequada, observa-se que essa evolução ainda é pequena. (Instituto Ekos Brasil, 2015).

Carvalho (2012) relata que no Brasil, metade do total de resíduos sólidos urbanos gerados é despejada de modo inadequado em logradouros a céu aberto denominados lixões, em áreas alagadas, aterros controlados e locais não fixos e abandonados.

Por sua vez, conforme Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) divulgada em 2010, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), metade dos municípios brasileiros, ou seja, 50,8% despejaram resíduos sólidos em vazadouros conhecidos popularmente conhecidos como lixões.

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABELPRE, 2014), no Brasil, a geração de resíduos, no ano de 2014, atingiu a quantidade de 76 milhões de toneladas, sendo apenas 58,4% desses resíduos dispostos em aterros sanitários. Os demais foram dispostos inadequadamente em aterros controlados e lixões.

A PNRS colocava como meta o fechamento de todos os lixões até 2014, mas a grande dificuldade de gestão desses resíduos, por parte do poder público, não conseguiu cumprir essa meta e até hoje ainda são muitos os lixões em todo o Brasil.

É nesse contexto que se encontram os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), enquadrados na NBR 10.004:2004 como resíduos sólidos de classe I – portanto,

perigosos; eles são dispostos de forma inadequada e, segundo a PNRS, são definidos obrigatoriamente como objetos da logística reversa.

Em 2012 foi realizado um estudo sobre os resíduos eletroeletrônicos pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) que projetou aproximadamente, 1.100 toneladas de resíduos eletroeletrônicos em 2014 e 1.247 toneladas para 2015. No entanto, de acordo com a ANATEL (2015), o Brasil, em julho de 2015, contabilizava 281,5 milhões de celulares e densidade de cerca de 138 celulares por 100 habitantes. Em 2013 foram vendidos no país 69,8 milhões de unidades de telefones celulares (MDIC, 2015). O IDEC analisou o ciclo de vida dos aparelhos celulares e considerou que o tempo de uso alcança 3 anos; dessa forma, em 2016 serão descartados em torno de 70 milhões de celulares, considerando os aparelhos que apresentam defeito com menos de 3 anos e contribuem para o aumento deste descarte. Evidencia-se, assim, que o consumo dos equipamentos eletroeletrônicos está crescendo de forma desproporcional à vida útil destes aparelhos, que se torna cada vez mais curta.

Em paralelo com a inovação tecnológica e sob a pressão de expectativas de ganhos industriais, a não ênfase no descarte e reciclagem dos produtos tem suportado uma “cultura descartável” que tem feito do lixo eletrônico o segmento de mais rápido crescimento no fluxo de resíduos urbanos no mundo (BOLAND, 2004). Percebe-se que esta tendência, apesar de ter sido percebida em 2004, permanece ainda uma década após (2015), quando a adoção de ações planejadas e orientadas para a destinação correta desses resíduos continua em segundo plano.

Em Ontário no Canadá, foi criada a *Ontario Electronic Stewardship* (OES), uma organização gestora sem fins lucrativos composta por diretores das indústrias de produtos eletrônicos, onde todos os fabricantes e importadores de equipamentos eletrônicos são obrigados a se cadastrar e pagar taxas para a realização do programa de logística reversa dos REEE sob fiscalização da *Waste Diversion Ontario* (WDO), organização administrada pelo governo. A OES paga aos coletores autorizados de \$185 a \$235 dólares por cada tonelada de REEE coletado e, em 2011, a OES coletou 52.281 toneladas de REEE.

De acordo com a definição do V Fórum de Gestão Ambiental na Administração Pública (2010), o resíduo eletroeletrônico é constituído por qualquer dispositivo eletroeletrônico defeituoso ou não mais desejado e que deverá ser descartado. No entanto, além da presença de metais valiosos existem também muitos componentes perigosos e não biodegradáveis.

De acordo com Mattos, Mattos e Perales (2008), os principais vilões dos eletroeletrônicos são o chumbo, o cádmio, o mercúrio e os plásticos (PVC) porque podem causar danos aos sistemas nervoso, respiratório e sanguíneo, bem como ao cérebro e aos rins.

Ao fim de sua vida útil, os equipamentos eletroeletrônicos passam a ser considerados resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Idealmente, só chegam a esse ponto uma vez esgotado todas as possibilidades de reparo, atualização ou reuso. Em outras palavras, devido à introdução de novas tecnologias ou à indisponibilidade de peças de reposição, eles são substituídos – e, portanto, descartados - mais rapidamente.

Para Reis (2013), atualmente os REEE estão enquadrados segundo NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos, como resíduos classe I – perigosos, não possuindo uma legislação a nível nacional específica para tal.

Esses resíduos eletroeletrônicos são compostos por substâncias tóxicas que constituem uma ameaça ao meio ambiente e às pessoas que os manipulam. O mercúrio e o chumbo são os principais elementos químicos encontrados em quase todos os equipamentos eletroeletrônicos. Eles possuem um poder de degradação enorme tanto para a saúde humana, como para o meio ambiente.

O mercúrio causa tremores, alterações neuromusculares, déficits de desempenho, gera morte prematura de animais, reduzindo a reprodução e desacelerando o crescimento da espécie. Este elemento provoca contaminações no curso d'água e no solo ao ser liberado no meio ambiente por estações de tratamento de efluentes, incineradores de resíduos sólido e água lixiviada (RAPOSO, 2001).

Já o chumbo enfraquece o sistema imunológico, causa doenças cardiovasculares, problemas reprodutivos, interfere na fotossíntese e pode erradicar colônias de bactérias, fungos e de outros micro-organismos necessários para a decomposição da matéria.

Em vista disto, a disposição final destes resíduos precisa ter sua regulamentação respeitada e ser executada por todos os envolvidos no setor de resíduos sólidos. Observe-se, ainda, que ocorrem trocas internacionais com esses resíduos sem nenhum amparo de uma legislação eficaz, uma vez que o Brasil ainda não possui uma legislação específica para os REEE, e, muitas vezes, é manipulado de uma forma ilegal.

A reciclagem dos REEE possui tanto vantagens econômicas como sociais, visto que em muitos dos resíduos eletroeletrônicos encontram-se componentes valiosos e o tratamento correto desses resíduos diminuem os riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

Não obstante este cenário alarmante, muitos municípios, como o de Fortaleza, encontram-se sem nenhuma política de destinação correta dos resíduos eletroeletrônicos; observe-se que, por ser uma cidade com potencial de produção muito grande deste resíduo, Fortaleza possui oportunidades de geração de renda e inclusão social que devem ser consideradas a partir da gestão adequada dos REEE.

O presente estudo justifica-se pela importância premente de gestão de resíduos de equipamentos eletrônicos no mundo atual, uma vez que, segundo Boland (2004), nos últimos anos a vida útil desses aparelhos tornou-se cada vez mais curta; não obstante, a procura por produtos eletrônicos vem aumentando potencialmente. Isso quer dizer que a evolução tecnológica criou uma cultura do descarte que tem transformado o lixo eletrônico no fluxo dos resíduos urbanos de maior crescimento do planeta.

Neste contexto, Hull (2010) acrescenta que a disposição deste tipo de lixo representa um dos maiores desafios na gestão de resíduos sólidos deste século. Na procura por uma solução razoável, os países desenvolvidos procuram enviá-los aos países em vias de desenvolvimento.

Segundo o *United Nations Environmental Programme* – UNEP (2011), nos Estados Unidos cerca de 24 milhões de computadores foram produzidos em 2006, e mais de 34 milhões de aparelhos de televisão foram vendidos no mercado americano no período citado.

Rodrigues (2007) menciona que um dos grandes problemas na dinâmica do (rápido e crescente) consumo, geração e descarte dos resíduos é a utilização massiva, contínua e ilimitada de recursos naturais não renováveis e o consumo total de energia. As matérias primas mais utilizadas na produção de equipamentos eletroeletrônicos são: cobre, ferro, alumínio, cádmio, níquel, chumbo, lítio, índio, berílio, tálio e o plástico.

Sobre a questão, o referido Autor ainda ressalta que a falta de regulamentação quanto à responsabilidade dos diversos atores envolvidos no fluxo destes resíduos eletroeletrônicos faz com que sua cadeia acabe se desenvolvendo de forma caótica.

Conforme a *Environment Agency*, no ano de 2003 a União Européia instituiu uma Lei Diretiva para Lixo Elétrico e Equipamentos Eletrônicos (*Waste Electrical and Electronic Equipment Directive* – WEEE) no sentido de normatizar a coleta e reciclagem destes produtos. Em 2006, a diretiva *Restriction on the use of Hazardous Substances* – RoHS surgiu com o propósito de minimizar o volume de produtos tóxicos e metais pesados existentes na União Européia. No ano de 2007, a empresa StEP (*Solving the e-waste problem*) trabalhava com inúmeras organizações internacionais envolvendo membros da indústria, dos governos, de ONGs e do setor de ciência tendo como principal objetivo solucionar o problema do lixo eletrônico.

Nesta mesma linha de raciocínio, vários países como Japão, China e outros da América Latina buscaram elaborar legislações específicas no intuito de minimizar ou, ao menos, regular a geração e a entrada de resíduos eletroeletrônicos de outros países.

Segundo Favera (2008), estima-se que uma pessoa nascida em 2003 e que viva até 2080 vai gerar oito toneladas de lixo eletrônico ao longo de sua vida.

Segundo Carvalho (2012), um levantamento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) mostra que o Brasil poderia economizar cerca de R\$ 8 bilhões por ano se reciclasse todos os resíduos que são encaminhados aos lixões e aterros sanitários.

De conformidade com a ABDI (2012), a indústria de eletroeletrônicos de consumo tem - por força do que se estabeleceu ao longo dos anos como padrão de competição - a prática de lançar frequentemente novos produtos com suas tecnologias, *design* e funcionalidades incrementadas, encurtando a vida útil média dos seus produtos. Tal comportamento tem como consequência a criação de um mercado de segunda mão, onde o equipamento ainda em funcionamento é informalmente vendido ou doado para reuso. Cria-se, assim, o que se chama de segunda vida útil para o equipamento eletroeletrônico que, por vezes, se estende a uma terceira, quarta ou quinta vida útil.

Neste sentido, torna-se importante reconhecer que a logística reversa só começa quando um consumidor de fato descarta o seu equipamento eletroeletrônico, esteja esse em condições de uso ou não, tenha o equipamento passado pela fase de reuso ou não.

A aceitação da logística reversa na política de resíduos sólidos brasileira é um aspecto relevante para o desenvolvimento do País, pois este instrumento fortalece a cadeia da reciclagem dos resíduos sólidos, estimula o desenvolvimento de produtos recicláveis e determina que, ao final da vida útil dos produtos, eles deverão ser devolvidos ao fabricante ou ao importador para reciclagem ou para outro tratamento apropriado, contribuindo, assim, para uma produção mais sustentável (ABRELPE, 2014).

De acordo com informações estatísticas datadas de 2010, levantadas pelo PNUMA (Programa da ONU para o Meio Ambiente), o Brasil é o país emergente que mais gera lixo eletrônico por pessoa a cada ano. No parecer da ONU o país não possui ampla estratégia para lidar com o problema, dependendo apenas de projetos isolados em nível privado e estatal. Além disso, alerta para a explosão do fenômeno nos emergentes e a falta de capacidade para lidar com esse material, muitas vezes perigoso.

Segundo a ABINEE (2015), a indústria de eletroeletrônicos representa 3,8% do PIB brasileiro e emprega mais de 248 mil pessoas. Do total de R\$ 142,5 bilhões em 2015, cerca de R\$ 5,9 bilhões foram de exportações.

Conforme a ABDI (2012), a logística reversa de REEE compreende seu recebimento e transporte desde o consumidor até as empresas de reciclagem e/ou sua disposição final.

Segundo Gonçalves e Marins (2006), a logística reversa apresenta três vertentes que auxiliam o seu funcionamento: a) logística – o ciclo de vida de um produto não se encerra com a sua entrega ao cliente; b) financeira – existe o custo relacionado ao gerenciamento do

fluxo reverso, que se soma aos custos já tradicionalmente considerados na Logística; c) ambiental – devem ser considerados e avaliados, os impactos do produto sobre o meio ambiente durante toda sua vida.

De modo geral, a logística reversa proporciona a revalorização dos produtos após o uso pelo consumidor, de modo que permita a reintrodução no fluxo de logística direta, possibilitando o retorno do produto atualizado, remanufaturado ou reciclado para o consumidor. Assim, a logística reversa apresenta importância fundamental na minimização de resíduos em aterros, visto que direciona os materiais reaproveitáveis de volta ao ciclo produtivo.

Segundo a ABDI (2012), o risco agregado ao descarte inadequado de REEE advém dos metais pesados que constituem as peças de um equipamento eletrônico e que são responsáveis pelos efeitos deletérios dos REEE. Vale enfatizar que o descarte inadequado ou o aterramento e incineração sem tratamento prévio dos resíduos eletroeletrônicos resulta em contaminação da água, do solo ou do ar, devido à emissão de substâncias prejudiciais ao meio ambiente.

Dessa forma, o presente estudo se soma aos poucos já desenvolvidos no país sobre a temática abordada e pretende contribuir a este campo, por sua grande importância econômica, social e local, uma vez que tanto beneficia a economia, pelo seu valor econômico, assim como a natureza, valorizando e respeitando, sobretudo, o ser vivo.

1.2 O PROBLEMA E A HIPÓTESE DE PESQUISA

Em muitas cidades do país, os resíduos eletroeletrônicos não possuem destinação correta e não seguem a regulamentação exigida pela PNRS, que obriga a adoção de um procedimento de logística reversa para estes resíduos. Some-se a isto o fato de haver vários atores envolvidos no setor em foco, com interesses distintos, o que torna a sua cadeia reversa desordenada, confusa e sem controle. Diante dos problemas do setor, a concepção e implantação de um sistema de logística reversa moderno para os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos é primordial para a mitigação do problema de saúde pública dele decorrente, para o barateamento do custo de insumos do setor eletroeletrônico, para a geração de renda e inclusão social de grupos de apoio ao trabalho de reciclagem (catadores), bem como para mitigar o impacto ambiental nas cidades.

No caso de estudo específico desta Dissertação, parte-se da hipótese de que é possível aperfeiçoar, com uma abordagem científica, o diagnóstico do atual subsetor de resíduos eletroeletrônicos urbanos com vistas a propor um conjunto de ações sistêmicas para a coleta e destinação que atenda aos requisitos dispostos pela PNRS.

1.3 OBJETIVOS DO ESTUDO

1.3.1 Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral elaborar uma proposta de abordagem metodológica da gestão do subsetor de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos urbanos utilizando os conceitos da Análise Sistêmica, da técnica Matriz Gut do Gerenciamento de Projetos, bem como da verificação de um Benchmarking da Logística Reversa dos REEE, com a finalidade de propor ações públicas, privadas e/ou terceiro setor, tendo como caso de estudo o Município de Fortaleza.

1.3.2 Específicos

- a) Realizar uma análise do Estado da Arte sobre a gestão dos REEE no Brasil e no Mundo;
- b) Elaborar uma metodologia de diagnóstico do setor urbano de reciclagem de REEE com ênfase na responsabilidade compartilhada dos atores envolvidos com o setor – catadores, indústria de reciclagem e poder público.
- c) Aplicar a abordagem proposta ao caso de estudo da cidade de Fortaleza - como suporte à formulação de proposições de políticas públicas e ações do setor privado e do terceiro setor - no sentido de contribuir para o equacionamento da problemática do setor de RSU da cidade.

1.4 METODOLOGIA DO TRABALHO

A metodologia utilizada neste trabalho é baseada em pesquisa exploratória qualitativa, tendo suporte em pesquisa bibliográfica, através da consulta de livros, periódicos, teses, dissertações e da legislação disponível sobre resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no Mundo. São utilizados conceitos de Análise Sistêmica para o diagnóstico do setor em foco, conceitos de Benchmarking aplicados aos Sistemas de Logística Reversa dos REEE e a técnica Matriz

Gut que embasam as proposições do caso de estudo. A abordagem metodológica envolve pesquisa de campo com entrevista estruturada aos agentes intervenientes no setor dos resíduos eletroeletrônicos e tem seu foco no Município de Fortaleza-CE.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho de dissertação é formado por cinco capítulos, cada um com as características adiante explicitadas.

O Capítulo I, como visto, descreve o escopo e importância do trabalho, o problema e a hipótese de pesquisa, os objetivos geral e específico, a metodologia e a estrutura utilizada na Dissertação.

O Capítulo II apresenta o Estado da Arte no trato com os resíduos sólidos no Mundo e no Brasil, com ênfase nos resíduos eletroeletrônicos.

O Capítulo III apresenta a metodologia de abordagem proposta da problemática da cadeia reversa dos resíduos eletroeletrônicos, demonstrando os conceitos e procedimentos da Análise Sistêmica, Benchmarking, Logística Reversa e Análise de Benefício-Custo, considerando os papéis das associações de catadores, da rede industrial de reciclagem e do sistema gerador de resíduos eletroeletrônicos domiciliares - tanto pequenos quanto grandes geradores – bem como com ênfase na geração de emprego, renda e mitigação do impacto negativo do setor sobre o meio-ambiente.

O Capítulo IV apresenta o estudo de caso no Município de Fortaleza, diagnosticando a cadeia reversa dos eletroeletrônicos, propondo intervenções sistêmicas nesta cadeia, suportadas em Análise de Custo – Benefício, bem como sugere um modelo de gestão para o subsetor de REEE na cidade enfocada.

O Capítulo V, por fim, apresenta as principais conclusões, as limitações do estudo, recomendações para pesquisas futuras e considerações finais.

2. ESTADO DA ARTE NO TRATO COM OS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNDO E NO BRASIL: ÊNFASE NOS RESÍDUOS ELETRO-ELETRÔNICOS

Neste capítulo são abordados os principais aspectos físicos e econômicos relacionados aos resíduos sólidos urbanos no Mundo e no Brasil, com ênfase para a situação dos REEE. Reporta-se a configuração atual da legislação neste subsetor, em âmbito mundial e nacional, os principais impactos ambientais decorrentes deste tipo de resíduo, as trocas internacionais que os envolvem, bem como os serviços e práticas empresariais de reciclagem destes

resíduos.

2.1 ASPECTOS GERAIS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNDO E NO BRASIL

De acordo com Tenório (2008), em trabalho apresentado no II Congresso Interamericano de Produtos Sólidos no Chile, em 2008, a história do lixo encontra-se relacionada ao processo civilizatório da humanidade. Quando se deixa de ser nômades e se começa a se fixar em um território passa-se a conviver com os resíduos gerados. A palavra lixo provém do latim *lix* que significa lixívia ou cinzas. Também do latim surgiu a expressão *residuu*, que significa o que sobra, ora denominada resíduo.

Antigamente o lixo não era cuidado e nem tratado, nem tampouco considerado um problema ambiental ou social. Neste contexto, Seadon (2006) acrescenta que, durante a construção das primeiras habitações, o lixo era jogado nas proximidades das casas diretamente e, na maioria das vezes, queimado.

Segundo o Portal dos Resíduos Sólidos (2015), a busca por matéria prima representa um dos pilares da economia mundial, pois, apesar de alguns países possuírem matéria prima em abundância, sabe-se que essa riqueza é limitada e, em algum momento, poderá esgotar-se.

Alexandre Dias (2006) comenta que, em meados de 1990, especialistas da área de resíduos sólidos - agrupados sob o termo *Collaborative Working Group on Solid Waste Management in Low and Middle Income Countries* – CWG2, começaram a trabalhar num arcabouço conceitual que pudesse tratar as principais questões do gerenciamento de resíduos sólidos nos países de baixa e média renda, tendo esta plataforma conceitual recebido o nome de *Integrated Sustainable Waste Management* – ISWM3.

Para Anschutz, Rudin e Scheinberg (2004), a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS) apresenta três dimensões importantes que devem ser observadas no planejamento de um sistema de gestão de resíduos sólidos: os atores envolvidos e afetados pela gestão dos resíduos; os elementos práticos e técnicos do sistema; e os aspectos de sustentabilidade do contexto local.

Segundo Sônia Dias (2010) determinados critérios da GIRS podem ser conflitivos, como, por exemplo, a preocupação com a melhoria do padrão de vida e a busca pela minimização dos resíduos, uma vez que a geração de resíduos aumenta à medida que o poder aquisitivo cresce. Todavia, é importante salientar alguns elementos que conferem uma dimensão cidadã a essa nova concepção de gerenciamento dos resíduos sólidos: os princípios da universalização dos serviços (contemplados nos seus aspectos socioculturais), de geração

de trabalho e renda (expresso no seu aspecto econômico) e a preocupação com a democratização dos processos decisórios institucionais e políticos.

De conformidade com o ciclo de vida dos produtos, é possível perceber que os resíduos sólidos de uma sociedade podem ser transformados em matéria prima secundária e retornar ao processo produtivo. Os países desenvolvidos foram os primeiros a estudar este fenômeno e hoje lideram a indústria de transformação de resíduos em matéria prima.

No parecer de Giovanetti El-Deir (2009), em todos os municípios brasileiros existe uma enorme demanda por pessoas qualificadas para buscar soluções ou respostas para o setor de resíduos, atendendo às particularidades da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

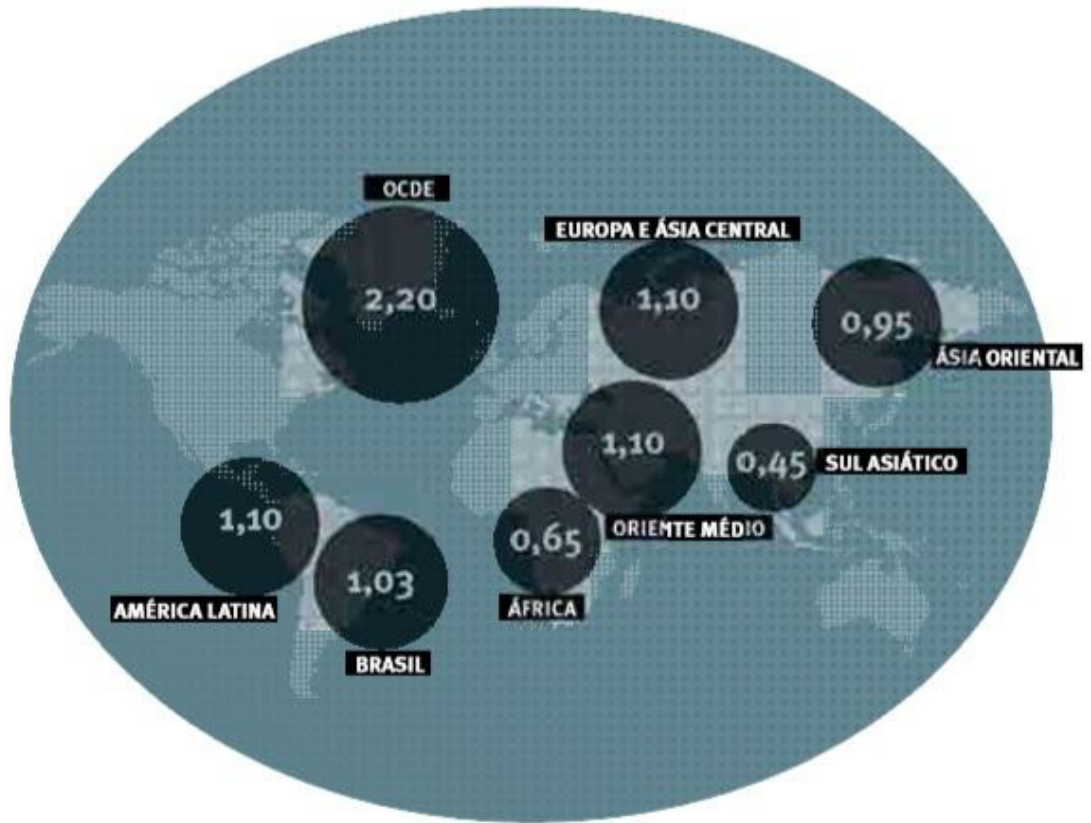
S. M Dias (2010) reporta que a participação do setor informal (coletores de lixo doméstico e catadores de recicláveis) nos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos começou a ser tematizada no início dos anos 1980 por especialistas de agências de cooperação técnica e ONGs de vários países da Ásia, África e América Latina.

Conforme Leite (2012), no dia 2 de agosto de 2010, após duas décadas de um amplo debate entre governo, setor acadêmico, setor produtivo e entidades civis, a lei que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi promulgada. A PNRS significa, portanto, um referencial para a sociedade brasileira no que se refere à questão ambiental, com destaque para uma visão avançada na forma de tratar o lixo urbano.

Dessa forma, o setor público, a iniciativa privada e a população ficam sujeitos a promover o retorno dos produtos às indústrias após o consumo, sendo o primeiro obrigado a realizar planos para o gerenciamento do lixo. A lei que instituiu a PNRS também consagra o viés social da reciclagem, com o estímulo à participação formal dos catadores que deverão ser organizados em cooperativas.

A legislação prioriza reduzir o lixo na fonte, depois reutilizar e reciclar, mas o comportamento da sociedade é de extrema importância para que a reciclagem, de fato, aconteça e prospere. No Brasil são produzidos em média 1 quilo de resíduos por dia para cada habitante, enquanto o africano produz um quarto do que produz o europeu, como pode ser visto na Figura 1. Quanto maior a renda de um país, maiores são as quantidades de resíduos gerados. Nas regiões menos desenvolvidas, é maior o volume de matéria orgânica no lixo. De acordo com os dados do CEMPRE (2013), no Brasil a fração seca dos resíduos urbanos representa cerca de 50% de tudo que é gerado; nos EUA essa parcela é de 88%.

Figura 1- Geração *per capita* de resíduos no Brasil e no Mundo (em kg).



Fonte: Adaptado de CEMPRE (2013)

Segundo a classificação da ABNT - NBR 10.004 (2004), resíduos sólidos são todos aqueles resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos que resultam das atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, de serviço, de varrição ou agrícola. Também estão incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável ou indesejável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Reis (2013, p.12) enfatiza que o Manual do Gerenciamento Integrado (IPT/CEMPRE, 2010) reporta que “eram produzidas diariamente no país, em 2010, cerca de 241 mil toneladas de lixo, das quais 90 mil de origem domiciliar”. A média nacional de produção de resíduos por habitante estaria, então, em torno de 600 g/dia.

Uma análise do cenário nacional da gestão dos resíduos sólidos urbanos, feita pela ABRELPE (2014), revelou que neste ano apenas 58% destes resíduos foram destinados a aterros sanitários. O restante - impressionante 21,7 milhões de toneladas de resíduos - seguiu para destinos inadequados, seja em lixões ou aterros controlados.

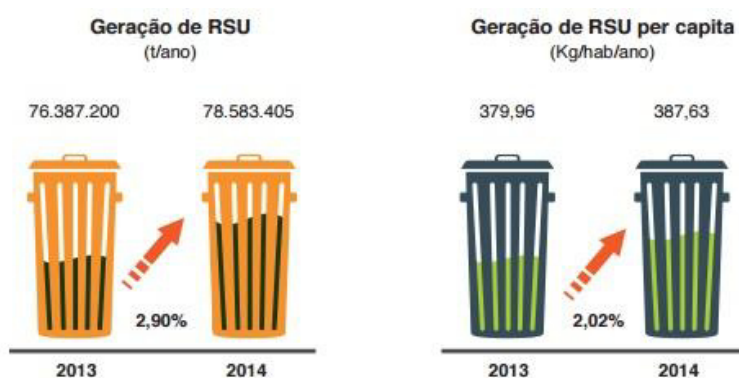
Segundo o Portal de Resíduos Sólidos no Brasil (2015), o gerenciamento de resíduos sólidos no país é obrigatório para diversos setores da economia, que são obrigados, pela Lei 12.305/2010, a elaborarem e submeterem um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos às autoridades competentes.

Dentre as diversas determinações da Lei 12.305/2010, destaca-se o fechamento de lixões. Até 2014 não deveriam mais existir lixões a céu aberto no Brasil. No lugar deles, devem ser criados aterros sanitários. Os aterros são impermeabilizados e seu solo é preparado para evitar a contaminação de lençóis freáticos. Captam o chorume, que resulta da degradação do lixo, e podem contar com a queima do metano para gerar energia. Só rejeitos poderão ser encaminhados aos aterros sanitários; os rejeitos são o material restante após esgotadas todas as possibilidades de reuso e reciclagem do resíduo sólido. Apenas 10% dos resíduos sólidos são rejeitos. A maior parte do restante é de matéria orgânica - pode ser reaproveitada em compostagem e transformada em adubo - e materiais recicláveis, os quais devem ser devidamente separados através da coleta seletiva.

Portanto, a PNRS deveria estar causando inúmeras inovações - consonantes com experiências internacionais - no Brasil. Isto deveria implicar em economia de recursos financeiros e de tempo. No entanto, o Panorama dos Resíduos Sólidos da ABRELPE (2014) mostra que a geração total de RSU no Brasil, em 2014, foi de aproximadamente 78,6 milhões

de toneladas, o que representa um aumento de 2,9% de um ano para outro, índice superior à taxa de crescimento populacional no país no período, que foi de 0,9%. Os dados de geração anual e *per capita* em 2014, comparados com 2013, são apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Geração de RSU

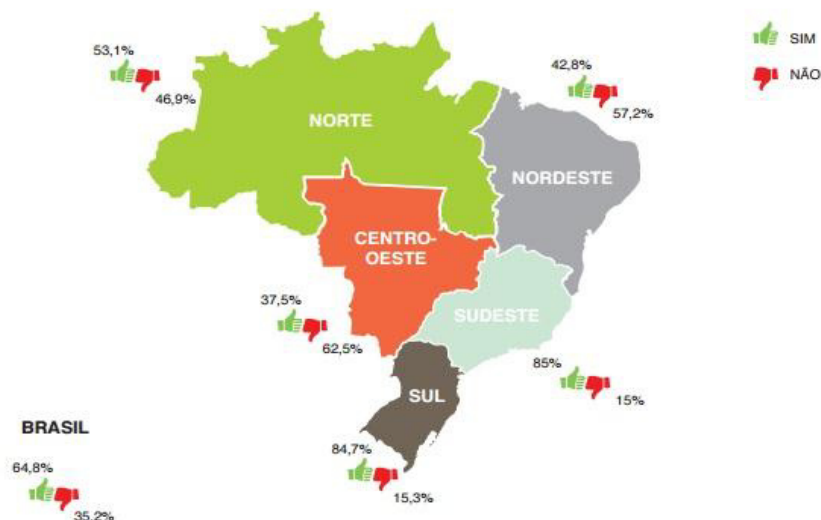


Fonte: Pesquisa ABRELPE e IBGE (2014)

O aumento de RSU registrado ao final de 2014 e o conseqüente aumento da destinação inadequada dos mesmos mostra que a situação está bastante distante do quanto que foi idealizado pela sociedade durante os mais de 20 anos de tramitação da PNRS.

Ainda sobre o Panorama dos Resíduos Sólidos da ABRELPE (2014), cerca de 65% dos municípios registraram alguma iniciativa de coleta seletiva (ver Figura 3). Porém, muita desta atividade resume-se à disponibilização de pontos de entrega voluntária ou convênios com cooperativas de catadores, que não abrangem a totalidade do território ou da população do município.

Figura 3 - Iniciativas de Coleta Seletiva nos Municípios em 2014 – Regiões e Brasil



Fonte: Pesquisa ABRELPE (2014)

Segundo a NBR 10.004 (2004), atualmente, os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos estão enquadrados (Resíduos Sólidos – Classificação, da ABNT) como resíduos classe I – perigosos, não possuindo uma legislação específica a nível nacional. Portanto, um dos grandes problemas que se enfrenta hoje no país é o descarte inadequado e a insuficiência de locais ambientalmente preparados para o recebimento dos resíduos eletroeletrônicos, os quais tiveram um alto custo para sua produção e chegaram ao final da sua vida útil.

Conforme Ferreira e Ferreira (2008), os resíduos eletroeletrônicos, quando encaminhados para os lixões, podem causar danos à saúde humana tanto no contato direto quando da manipulação de placas eletrônicas e seus componentes, quanto em aterros sanitários, causando a contaminação do solo por seus elementos tóxicos e, em consequência, dos lençóis freáticos.

2.2 CARACTERÍSTICAS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

A automação dos processos vem sendo fortemente usada mundialmente, incentivando o desenvolvimento dos equipamentos eletroeletrônicos e, de certa forma, uma economia de tempo que pode ser destinado para o aumento da qualidade de vida; porém, a sociedade encontra-se cada vez mais ocupada em produzir recursos e serviços para atender um nível crescente de consumo.

A tecnologia está cada vez mais presente na sociedade moderna. Hoje as pessoas passam o dia conectadas, via seus celulares; os computadores tem sido deixados de lado para este fim. Aparelhos de multimídia estão nos automóveis e eletrodomésticos e, assim, diariamente são lançados novos produtos eletrônicos.

Para a ABINEE (2015), o crescente consumo de equipamentos eletroeletrônicos e a menor participação da produção nacional redundaram em saldos deficitários da balança comercial brasileira para o setor eletroeletrônico no Brasil.

Araújo (2013) ressalta que, embora muitos equipamentos eletrônicos sejam montados no Brasil, a maior parte dos componentes é importada de diversos fabricantes de diferentes países. Particularmente no setor de eletrônicos, torna-se difícil o controle sobre a origem dos componentes e, por conseguinte, o conhecimento das substâncias que foram utilizadas para a fabricação desses componentes.

As substâncias específicas encontradas nos objetos automatizados estão cada vez mais escassas, pois os recursos naturais para a fabricação desses equipamentos estão limitados. A solução para esse problema pode ser o reaproveitamento dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE).

O conceito de Resíduos Sólidos de Equipamentos Elétricos ou Eletrônicos -REEE é dada pela Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu, em seu Art. 3º, como sendo todos os componentes, subconjuntos e materiais consumíveis que fazem parte do produto no momento em que este é descartado e cujo funcionamento adequado depende de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição dessas correntes/campos concebidos para utilização com uma tensão nominal não superior a 1.000 V para corrente alternada e 1.500 V para corrente contínua.

A cadeia do ciclo de vida de equipamentos eletroeletrônicos geralmente é global, onde recursos naturais - como metais - são extraídos de minas localizadas em diversos lugares no mundo. Por sua vez os componentes de alta tecnologia, como circuitos integrados, são produzidos em poucos países, transacionados para outros países aonde são montados em partes mais complexas, como as placas de circuito impresso. Essas, por sua vez, serão incorporadas em um equipamento - como um GPS, percorrendo uma cadeia complexa de diversos atores interligados globalmente (ARAÚJO, 2013, p.22).

Leite (2012) considera que equipamentos eletroeletrônicos são todos aqueles produtos

cujos funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos. Eles podem ser divididos em quatro categorias amplas: *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; e *linha verde*: computadores *desktop* e *laptops*, acessórios de informática, *tablets* e telefones celulares.

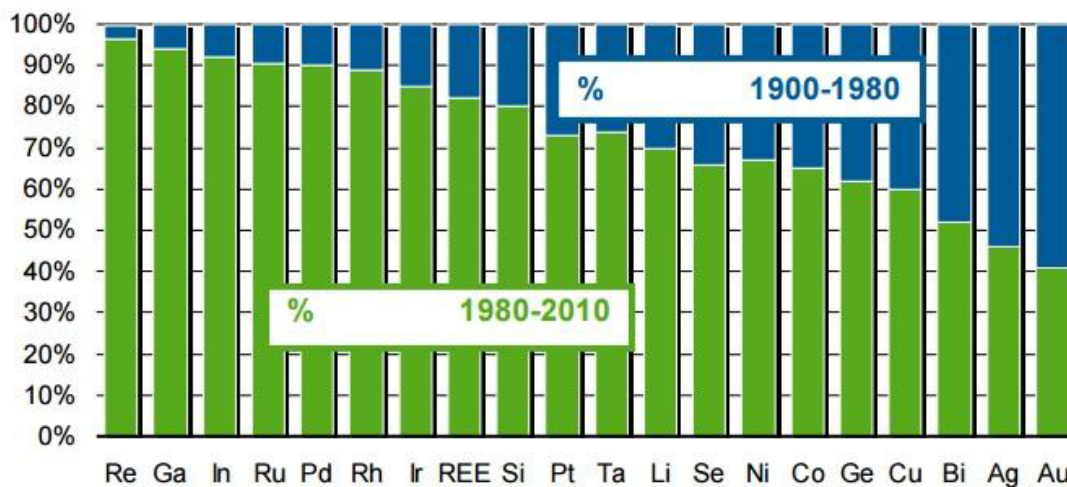
A importância econômica dos REEE está em que muitos equipamentos eletroeletrônicos contêm metais preciosos. O ouro, por exemplo, é um excelente condutor elétrico. Segundo o Portal de Resíduos Sólidos (2015), todos os anos os fabricantes de *smartphones*, *laptops*, *tablets* e PCs utilizam cerca de 320 toneladas de ouro (8% da produção mundial) e 7.500 toneladas de prata para a sua produção.

Em todo o Mundo, os resíduos que mais aumentam são os de equipamentos eletroeletrônicos. Isso acontece devido ao crescimento econômico e às inovações tecnológicas que diminuem a vida útil desses equipamentos. Ainda sobre o Portal de Resíduos Sólidos (2015), até o ano de 2005 a maioria das pessoas utilizavam o mesmo aparelho celular por cerca de 2 anos; já ao final de 2013, este tempo foi reduzido para alguns meses.

Uma multinacional da Bélgica que atua na área de metais e mineração (Umicore, 2012), afirma que o Brasil persegue o objetivo de ter uma produção sustentável de REEE e, com isso, pode gerar grandes oportunidades, já que a mina do futuro está nos telefones celulares, *laptops* e carros que contêm muitos metais nobres e raros que podem ser reciclados e reaproveitados.

A mineração urbana (*urban mining*) já é uma realidade e muitos empresários estão ganhando com isso. A concentração de metais em lixo eletrônico é muito maior do que nas minas e o processo de mineração acontece próximo a centros urbanos, o que reduz consideravelmente o investimento em máquinas, pessoal e diminui em até 80% os custos com logística. O Gráfico 1 mostra a evolução da produção desses metais nas minas de 1900 até 2010. Nele é destacado que a produção entre 1980 e 2010 (30 anos) teve um crescimento considerável ao comparar com % produzido entre 1900 e 1980 (80 anos), isso devido ao aumento da demanda. Por exemplo: No caso do primeiro metal (Re), em torno de 98% deste foi produzido no último período (1980 a 2010) e o restante (2%) foi produzido no primeiro período (1900 e 1980).

Gráfico 1: Produção de metais de 1980 a 2010



Fonte: UMICORE 2012

De acordo com dados estatísticos divulgados no Jornal Nacional da Rede Globo, em 09.11.2015, o mundo inteiro tem observado o crescimento ameaçador de uma forma de poluição que avança em ritmo acelerado: a do lixo eletrônico. Alguns números da ONU mostram o tamanho deste problema. Em 2017, o volume deste lixo no planeta vai ser de quase 48 milhões de toneladas. É o equivalente ao ocupado por 130 prédios como o *Empire State Building*, de Nova York. E o Brasil aparece entre os países que mais geram lixo eletrônico. No que se refere ao continente americano, o Brasil perde somente para os Estados Unidos. Ainda informa o Jornal Nacional:

A última estimativa é de 1,2 milhão de toneladas de lixo eletroeletrônico por ano no Brasil. Parece muito, mas é pouco, no total de resíduos sólidos gerados no país, perto de 80 milhões de toneladas. Mas o crescimento desse lixo de luxo tem sido grande. Segundo dados do Banco Mundial, o volume dele aumenta três vezes mais rápido do que o do lixo comum. Destaque para economias emergentes, como as dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul), onde a ampliação das populações de classe média tem gerado uma procura explosiva por esses bens de consumo (JORNAL NACIONAL, GLOBO, 2015, p.1).

De conformidade com o último levantamento do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Jornal Nacional, Globo, 2015), apenas 724 das mais de 5.500 cidades brasileiras têm algum tipo de coleta de lixo eletrônico. E não é por falta de lei: lançada há

mais de cinco anos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos prevê a implantação da logística reversa, em que importadores, fabricantes, distribuidores, comerciantes e consumidores devem promover a coleta e a destinação correta de uma série de produtos.

2.3 IMPACTOS AMBIENTAL E SOCIAL DOS REEE

Segundo Alexandre Dias (2006), os resíduos sólidos urbanos têm sido historicamente uma parte da gestão ambiental urbana negligenciada. A abordagem convencional dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos sempre buscou focalizar simplesmente os seus aspectos técnico-operacionais, concentrando-se nos componentes afeitos à varrição, coleta, transporte e disposição final.

O avanço cada vez mais acelerado da tecnologia está fazendo com que todos os anos milhares de computadores tornem-se obsoletos e, conseqüentemente, sejam descartados, gerando cada vez mais resíduos sólidos que contêm metais e substâncias altamente nocivas para o meio ambiente e para a saúde humana. Esses resíduos são denominados de resíduos eletroeletrônicos (REE) e são conhecidos também como resíduos tecnológicos, resíduos de equipamentos eletroeletrônicos ou e-lixo. A necessidade de uma destinação adequada para os resíduos eletroeletrônicos e sua reutilização como matéria prima para novos produtos estão associadas à conscientização dos consumidores frente à sustentabilidade e a logística reversa, determinada na lei Nº 12.305, de 2.08.2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Com base na Resolução CONAMA Nº 001/86, art. 1º, o termo impacto ambiental é definido como toda alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam a saúde, o bem estar da população e a qualidade do meio ambiente, podendo proporcionar danos ou benefícios socioambientais (BRASIL, 1986). Além disso:

Em países desenvolvidos onde a disposição dos resíduos sólidos se dá em aterros sanitários, os riscos à saúde do trabalhador são bastante minimizados. No entanto, em países de baixa e média renda, catadores (e mesmo trabalhadores formais) estão expostos a doenças ocupacionais e enfrentam riscos de acidentes relacionados com o conteúdo do material que manuseiam e às emissões de poluentes emanadas destes materiais, já que a prática da disposição do lixo a céu

aberto é a mais comum. A ausência de equipamentos de proteção individual também aumenta os riscos a que os catadores estão sujeitos. A sobrevivência dos catadores está condicionada à coleta, separação e reaproveitamento de materiais secundários. Assim, eles incorrem em altos riscos de saúde ocupacional, incluindo entre estes: riscos derivados do contato com matéria fecal; papel saturado com substâncias tóxicas; vidros com substâncias químicas; contêineres de metal com resíduos de pesticidas e solventes; agulhas e bandagens (com organismos patogênicos) provenientes de hospitais e baterias contendo metais pesados (COINTREAU, 2006, p.18).

De acordo com Macohin (2007), um dos grandes desafios do poder público é resolver o problema da disposição inadequada dos resíduos eletroeletrônicos de toda e qualquer natureza. Mesmo com a maioria dos componentes destes equipamentos constituindo-se de metal e plástico, existem componentes considerados do tipo Classe I, como os metais pesados (mercúrio, cádmio, chumbo), cujo descontrole quanto à disposição final na natureza podem provocar efeitos danosos ao solo, nos corpos hídricos, na atmosfera, bem como ao ser humano, conforme já assinalado.

No âmbito internacional e de acordo com o relatório trimestral do Instituto Gartner, emitido no princípio de 2011, o mercado mundial de informática movimentou, anualmente, um montante superior a US\$ 1,5 trilhões a partir do ano de 2012, compartilhados entre equipamentos (27%), programas (17%) e serviços (56%), conforme detalhados no quadro abaixo:

Quadro 1: Projeções dos gastos do mercado mundial de Informática.

US\$ x 10 ⁹	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Hardware	382	335	364	391	418	439	462
Software	228	222	236	254	271	289	307
Serviços	804	763	782	818	855	895	939
Total	1.414	1.320	1.382	1.463	1.544	1.623	1.708

Fonte: Instituto Gartner, 2011.

Segundo uma pesquisa da ONU, o Brasil detém a liderança dos países em desenvolvimento na produção *per capita* de lixo eletrônico. Seriam 96,8 mil toneladas métricas de computadores pessoais abandonados no país a cada ano. Isso equivale a meio quilo de lixo eletrônico produzido, em média, por cada brasileiro (UNEP, 2011).

A cadeia reversa REEE caracteriza-se por uma heterogeneidade e complexidade de

materiais para os quais é necessária apropriada segregação e posterior tratamento adequado de componentes que possuam substâncias perigosas. A caracterização qualitativa e quantitativa dos equipamentos é necessária para a desmontagem e a devida separação dos componentes com substâncias perigosas. Com isso, evita-se também o envio desses componentes para rota tecnológica não indicada, incineração de componentes que contenham mercúrio ou que formem dioxinas e furanos, substância de grande impacto ambiental (CUI & FORSSBERG, 2003).

Bandyopaghyay (2010) afirma que existem seis categorias de materiais presentes nos REEE: metais ferrosos, metais não-ferrosos, vidro, plástico, poluentes e outros. Quando a categoria poluente é disposta indiscriminadamente, o nível de poluição emitido é significativamente mais elevado. Apesar dos componentes tóxicos, os REEE contêm uma quantidade considerável de metais valiosos, sendo, portanto, importantes para a indústria da reciclagem e significativos do ponto de vista comercial.

Muitos REEE já foram substituídos com o avanço tecnológico, como os discos flexíveis pelos “pen drives”, inclusive nos mercados dos países em desenvolvimento. A velocidade de mudança no setor de eletroeletrônicos atrasa o estudo dos seus resíduos. A migração dos monitores de tubo de raios catódicos para os monitores de cristal líquido gerou na Europa novas pesquisas e investimentos, dificultando a gestão de uma nova estrutura para reciclar os resíduos desses novos componentes.

A constante exposição dos resíduos eletroeletrônicos faz com que as suas substâncias tóxicas acumulem e gerem efeitos nocivos a saúde humana. No Quadro 2 e seguinte foram selecionadas algumas substâncias perigosas contidas nos REEE e seus potenciais impactos à saúde humana e ao ecossistema:

Quadro 2: Principais danos causados à saúde humana por metais pesados existentes nos REEE.

Elementos	Principais danos causados à saúde humana
Alumínio	Alguns autores sugerem existir relação da contaminação crônica do alumínio como um dos fatores ambientais da ocorrência do mal de Alzheimer.
Bário	Provoca efeitos no coração, constrição dos vasos sanguíneos, elevação da pressão arterial e efeitos no sistema nervoso central.
Cádmio	Acumula-se nos rins, fígado, pulmões, pâncreas, testículos e coração; possui meia-vida de 30 anos nos rins; em intoxicação crônica pode gerar descalcificação óssea, lesão renal, enfisema pulmonar, além de efeitos teratogênicos (deformação fetal) e carcinogênicos (câncer).
Chumbo	É o mais tóxico dos elementos; acumula-se nos ossos, cabelos, unhas, cérebro, fígado e rins; em baixas concentrações causa dores de cabeça e anemia. Exerce ação tóxica na biossíntese do sangue, no sistema nervoso, no sistema renal e no fígado; constitui-se veneno cumulativo de intoxicações crônicas que provocam alterações gastrintestinais, neuromusculares e hematológicas, podendo levar à morte.
Cobre	Intoxicações como lesões no fígado.
Cromo	Armazena-se nos pulmões, pele, músculos e tecido adiposo, pode provocar anemia, alterações hepáticas e renais, além de câncer do pulmão.
Mercúrio	Atravessa facilmente as membranas celulares, sendo prontamente absorvido pelos pulmões. Possui propriedades de precipitação de proteínas (modifica as configurações das proteínas), sendo suficientemente grave para causar um colapso circulatório no paciente, levando à morte. É altamente tóxico ao homem, sendo que doses maiores que 3g são fatais, apresentando efeito acumulativo e provocando lesões cerebrais, além de efeitos de envenenamento no sistema nervoso central e teratogênicos.
Níquel	Carcinogênico (atua diretamente na mutação genética).
Prata	10g na forma de Nitrato de Prata são letais ao homem.

FONTE: Leite (2012, p.18).

Maiores detalhes concerne:

1) Mercúrio: há estimativas de que 22% do consumo de mercúrio no mundo é referente aos equipamentos eletroeletrônicos, incluindo as lâmpadas fluorescentes. Na Europa o uso do mercúrio tem diminuído desde 2006 diante das restrições da Diretiva RoHS (*Restriction on use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment* - EC nº 2002/95). Em computadores, sua concentração atinge 0,002% (AEA, 2006). As rotas de exposição usuais ao mercúrio são por inalação do vapor ou por contato dérmico, podendo causar falência dos rins, complicações gastrointestinais, irritação e corrosão da pele, e efeitos severos no sistema nervoso central. A ingestão de um grama de cloreto de mercúrio (HgCl_2) é fatal para um adulto (FLANAGAN et al. 1995).

2) Chumbo: utilizado em monitores de tubo de raios catódicos, agora em desuso, e nas soldas de placas de circuito impresso, representando 2% a 3% da massa total da placa. O chumbo é uma substância cujos efeitos na saúde humana foram bastante pesquisados (AEA, 2006). A ingestão aguda de chumbo pode causar cólica, constipação e diarreia. A contaminação crônica por chumbo pode gerar anemia e fraqueza. Em crianças pode causar encefalopatia e coma (FLANAGAN et al., 1995).

3) Berílio: por sua excelente resistência mecânica e condutibilidade térmica e elétrica, ligas de cobre e berílio são utilizadas em conectores eletrônicos, quando não é desejado que a soldagem seja permanente. Também, é utilizado em transistores e outros componentes, por sua capacidade de condução térmica. Não há muitos dados sobre o potencial tóxico do berílio. O berílio é classificado como carcinogênico, podendo causar câncer de pulmão e também uma doença denominada Berilicose. Ambas são causadas pela inalação de poeiras ou fumaças contendo o berílio (AEA, 2006 ; FIVE WINDS INTERNATIONAL, 2001).

4) Retardantes de chama brominados (BFR): comumente utilizados em termoplásticos e nas placas de circuito impresso, dependendo do equipamento. Ocorrem duas famílias com diversos produtos: PBDE (eter bifenil polibromados) e TBBA (tetrabromo-bisfenol A). Como a diretiva WEEE determina a substituição dos PBB (bifenóis polibromados) e PBDE até o ano de 2008, a indústria tem migrado a aplicação desses produtos nos equipamentos eletroeletrônicos para aqueles que apresentam um menor potencial de geração de dioxina (EEA, 2003; AEA, 2006). Os BFR são precursores de dioxinas e furanos (PBDD/F), altamente tóxicos (WATSON et al, 2010).

5) LEGLER e BROUWER (2003) analisam os efeitos teratogênicos, carcinogênicos e neurotóxicos dos BFR, ressaltando evidências substanciais de que os eles tenham um

comportamento hormônio interveniente (endocrine disruptor).

6) Cádmio: por sua excelente resistência a corrosão, tem diversas aplicações em produtos eletroeletrônicos. A aplicação mais comum é a bateria Ni-Cd; mas também é frequentemente utilizado como aditivo estabilizador em plásticos, em *tonners*, fiações de isolamento e outros (EEA, 2003; TOWNSEND, 2011). O cádmio pode causar sérios danos aos rins, assim como enfisema pulmonar, câncer nos pulmões e osteoporose. Sua principal via de contato é através dos pulmões, mas pode ocorrer através da alimentação (FLANAGAN *et al.*, 1995).

A Lei nº 12.305/10 obriga a implantação de sistemas de logística reversa dos seguintes tipos de resíduos perigosos: agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos. No entanto, o Panorama dos Resíduos Sólidos da ABRELPE (2014) só registrou os setores de embalagens de agrotóxicos, embalagens de óleos lubrificantes e pneus inservíveis. Estes contam com ações estruturadas para retorno dos materiais descartados, e têm se destacado no incentivo à logística reversa, mostrando, dessa forma, que ainda existe uma omissão na responsabilidade com os resíduos eletroeletrônicos.

2.4 REGULAMENTAÇÃO MUNDIAL E NACIONAL DOS REEE

A legislação sobre REEE difere bastante no mundo, sendo a União Europeia, até o momento, a líder na estruturação e implementação de políticas para a gestão de REEE, embora com resultados distintos entre seus países membros. Dentro da EU, os países de língua alemã e os países nórdicos se destacam na gestão de resíduos e, particularmente, em REEE (KHETRIWAL e WIDMER, 2007; HUISMAN, 2003; WEEE FORUM, 2008).

No final dos anos 80, a adoção de políticas mais rigorosas de resíduos perigosos, nos países mais desenvolvidos como na Europa, gerou custos mais elevados, levando os geradores à exportação dos resíduos para países com legislações menos restritas, como os do leste Europeu e, posteriormente, da Ásia, África e América Latina. Esse fato levou os legisladores à elaboração da Convenção de Basiléia de 1989, mecanismo multilateral assinado e ratificado pela maior parte dos países do planeta, que entrou em vigor a partir de 1992, cujo objetivo é controlar ou evitar o comércio de resíduos perigosos (Secretariado da Convenção da Basiléia, 2012).

Nas estratégias temáticas nota-se claramente que a gestão de resíduos na Europa tende para a criação de uma sociedade da reciclagem, tendo-se em vista a escassez de recursos

naturais. A partir de então, a regulação europeia de resíduos passa a ser fortemente baseada na Filosofia do Ciclo de Vida (LCT – Life Cycle Thinking). Algumas das legislações para gestão de resíduos suportada por essa filosofia são:

2002 – Eletroeletrônicos (WEEE Dir.2002/96/EC & Dir. RoHS 2002/95/EC);

2003 – Fim de Vida de Veículos (ELV) – Dir. 2000/53/EC;

2004 – Diretiva de Embalagens - Dir. 94/62/EC;

2006 – Pilhas e Baterias – Dir. 91/157/EEC.

No ano de 2003, a União Europeia elaborou a Lei para Lixo Elétrico e Equipamentos Eletrônicos (Waste Electrical and Eletronic Equipment Directive – WEEE) a qual determinou metas de coleta e reciclagem dos produtos aos fabricantes destes equipamentos. Em 2006, a diretriz Restriction on the use of Hazardous Substances – RoHS foi implementada para minimizar o volume de produtos tóxicos e metais pesados que ingressam na União Européia (ENVIRONMENT AGENCY, 2009).

Em 2007, iniciou-se uma iniciativa denominada StEP (*Solving the e-waste problem*) que une várias organizações internacionais que congregam membros da indústria, dos governos, de ONGs e do setor de Ciência & Tecnologia com o objetivo principal de resolver o problema do lixo eletrônico.

Nesta mesma linha de raciocínio, vários países como o Japão, a China e países da América Latina buscaram elaborar legislações específicas com a finalidade de minimizar ou regularizar a geração e a entrada de resíduos eletroeletrônicos de outros países.

Nos Estados Unidos, cada Estado tem autonomia para legislar sobre os seus resíduos. A Califórnia foi o primeiro estado a criar uma legislação para REEE - em 2003, onde os monitores de tubo de raios catódicos e de plasma não poderiam ser enviados para disposição em aterros. Uma taxa passou a ser cobrada pelos varejistas aos consumidores para a correta destinação do produto no final do seu ciclo de vida. Essa taxa, no valor de US\$ 0,28 por libra para reciclagem e US\$ 0,20 por libra para coleta, era cobrada de acordo com o tamanho e o tipo de equipamento, e depois a receita encaminhada para órgãos que a gerenciava e distribuía para as recicladoras.

Em 2004, o Estado do Maine adotou sua lei de REEE, que vigorou a partir de 2006, ano em que ficou proibido o envio de monitores e outros REEE considerados perigosos para aterros. Tanto no Maine quanto na Califórnia não houve imposição de metas, tendo-se

atingido a média de 2,5 a 3,0 libras per capita para o ano de 2006, para os equipamentos especificados na lei (INFORM INC., 2007).

A regulação sobre resíduos no Brasil tardou a ser estabelecida no nível federal. Inicia-se com uma portaria do antigo Ministério do Interior que tornou obrigatória a aprovação de projetos de unidades de tratamento e disposição de resíduos sólidos por órgãos estaduais (MINTER 053, de 01/01/1979). Já a Resolução CONAMA 1-A, de janeiro de 1986, dispõe sobre o transporte de produtos perigosos em território nacional, adaptando localmente a Convenção Internacional de Basileia.

Posteriormente, a legislação federal regulou a importação e uso de resíduos perigosos pela Resolução CONAMA 023, de 12/12/1996, promulgada e internalizada por meio do Decreto nº 875/1993 e do Decreto nº 4.581/2003, após a assinatura, pelo Brasil, da Convenção de Basileia. O Anexo 10 desta Convenção deu suporte à alteração da Resolução CONAMA 235 de 7/01/1998, com uma nova lista de resíduos com importação proibida, entre eles cinzas e resíduos contendo chumbo, desperdícios e resíduos de chumbo, cádmio, berílio e mercúrio (todos classificados como resíduos perigosos – classe I), dentre os metais que ocorrem com frequência nos REEE.

Recentemente, a Resolução Conama nº 452/2012 revoga as resoluções CONAMA 08/91, 23/96, 235/98 e 244/98 e apresenta os procedimentos de controle para a importação de resíduos.

Conforme Ballam (2010), o Japão possui legislação específica para a reciclagem dos equipamentos eletroeletrônicos desde 2001. O processo de reciclagem funciona, resumidamente, nos seguintes passos: o usuário pede pelo telefone o recolhimento do equipamento usado, embala e coloca a nota fiscal, leva ou solicita a coleta a domicílio pelos 20.000 postos de correio administrados pelo governo e estes transportam o equipamento até uma planta de reciclagem de propriedade do seu produtor, conforme a marca. Aqueles equipamentos que possuem a marca “PC RECICLADO” não pagam taxa.

Zhou e Xu (2012) relatam que a China, após 10 anos de esforços, possui um sistema legislativo desenvolvido, sistemas formais de reciclagem e avançadas técnicas neste tópico. Entretanto, a reciclagem dos resíduos eletroeletrônicos está em escalas menores do que o potencial industrial do país, por duas razões: limitações do sistema legislativo e aplicação das tecnologias para a reciclagem.

Para Araújo (2013), a legislação chinesa sobre REEE iniciou-se em 1995, ainda de forma muito genérica, tendo sido revisada em 2004, mesmo ano que foi adotada uma lei específica para equipamentos eletrônicos e de informação cujo objetivo era padronizar os

detalhamentos, assim como definir de que maneira seria financiada a estrutura de reciclagem formal e para o mercado secundário.

Neste contexto, Ongondo, Williams e Cherrett (2011) relatam que as quantidades de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos gerados no mundo são maiores que os valores estimados e estão em constante crescimento. É na estimativa mundial de geração de resíduos eletroeletrônicos que a quantidade de resíduos pode estar grosseiramente subestimada, uma vez que isso pode estar relacionado à inexistência de padronização para os métodos de levantamentos quantitativos da geração de resíduos nos diferentes países.

Terazono *et al.* (2006) analisam o estado da arte das legislações sobre REEE nos países asiáticos - ressaltando as legislações específicas de REEE adotadas na Coreia em 2003, Taiwan (1998), Filipinas (2000), além das já citadas leis do Japão e China. Kojima, Yoshida e Sasaki (2009) ressaltam a dificuldade dos governos da China e Tailândia em coletar fundos dos produtores e importadores diante do fato de que uma grande parte do mercado é abastecida por pequenos produtores, contrabando e imitadores; assim como a tendência de divulgação de quantidades coletadas de REEE superestimadas quando do estudo de viabilidade de processos de tratamento de REEE.

Em 2009, a Lei da Promoção da Economia Circular da República da China foi adotada com o objetivo de promover atividades para a prevenção, reuso e reciclagem de resíduos, baseado em um sistema de responsabilidade do produtor. Segundo Wang *et al.* (2009), nota-se o progresso no arcabouço legal para a gestão de REEE na China, mas que ainda precisa de obtenção de subsídios financeiros do governo voltados aos recicladores.

Nos países da América Latina somente Colômbia e Costa Rica possuem leis específicas para REEE¹. A resolução da Colômbia é inspirada no princípio da responsabilidade estendida do produtor os quais, a partir de 2012, tem de garantir uma taxa de coleta de 5% dos equipamentos, taxa esta crescente em 5% todos os anos, até atingir-se 50% de taxa de coleta. Os consumidores têm a obrigação de levar os equipamentos até os postos de coleta, ficando as autoridades municipais e ambientais responsáveis pela educação ambiental e pelo fomento do reuso dos computadores, entre outras obrigações acessórias. A lei da Costa Rica amplia o escopo dos equipamentos eletrônicos, incluindo telefones celulares, fotocopiadoras e outros similares. Também amplia os atores envolvidos na gestão dos REEE, incluindo, além dos produtos, importadores, consumidores e até doadores de equipamentos,

¹ Costa Rica - Lei de Gestão Integral de Resíduos Eletrônicos, de 5 de maio de 2010; e Colômbia - Resolução no. 1.512, de 5 de agosto de 2010, do Ministério de Meio Ambiente, que estabelece os Sistemas de Coleta Seletiva e Gestão Ambiental de Resíduos de Computadores e seus Periféricos.

que também são responsáveis pela destinação dos equipamentos doados após seu efetivo fim de vida (MINISTERIO DAS COMUNICAÇÕES, 2012).

A regulação federal sobre resíduos no Brasil tardou a ser estabelecida. Inicia-se com uma portaria do antigo Ministério do Interior que tornou obrigatória a aprovação de projetos de unidades de tratamento e disposição de resíduos sólidos por órgãos estaduais (MINTER 053, de 01/01/1979). Já a Resolução CONAMA 1-A, de janeiro de 1986, dispõe sobre o transporte de produtos perigosos em território nacional, adaptando localmente a Convenção Internacional de Basiléia.

Posteriormente a legislação federal regulou a importação e uso de resíduos perigosos pela Resolução CONAMA 023, de 12/12/1996, promulgada e internalizada por meio do Decreto nº 875/1993 e do Decreto nº 4.581/2003, após a assinatura pelo Brasil da Convenção de Basiléia.

Como se pode ver, o Brasil demorou compreender a importância do gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos em relação ao resto do mundo. A Europa já incentivava a manipulação correta desses resíduos por meio de normas ambientais não obrigatória desde a década de 80. No Japão, na década de 90, foram adotadas leis de utilização eficiente de recursos e leis de reciclagem de aparelhos domésticos, baseadas no conceito da responsabilidade compartilhada. Nos Estados Unidos já existiam leis que focam na reciclagem de aparelhos de televisão e computadores pessoais, enquanto a China conta com legislação específica adequada para produção mais limpa e controle dos resíduos eletrônicos.

No contexto da legislação nacional, os resíduos eletroeletrônicos começaram a ser reconhecidos com a norma ABNT NBR 10.004, de 2004, que classifica os resíduos entre “perigosos” e “não perigosos”, sendo estes subdivididos em “inertes” e “não inertes”; são considerados especificamente como resíduos perigosos e tóxicos as cinzas provenientes da incineração de placas de circuito impresso (F043), assim como lodos, lamas e poeiras dos processos de fundição de cobre, chumbo e outros metais encontrados nos resíduos eletroeletrônicos.

No decorrer dos anos, foram sendo elaboradas Resoluções do CONAMA que tangenciam o regramento desses resíduos mas vem sendo utilizadas para a elaboração de legislações estaduais e municipais.

A importância social e econômica dos REEE mudou em 2010 com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que foi promulgada a partir da Lei 12.305 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404, em 23 de agosto de 2010, regularizando o gerenciamento adequado dos resíduos urbanos pelo Governo Federal isoladamente ou em cooperação com os estados,

municípios ou iniciativa privada.

Antes da PNRS, a legislação federal só havia criado diretrizes de gerenciamento de alguns resíduos específicos como os de construção civil (CONAMA 307, de 5/07/2002), pneus (CONAMA 416, de 30/09/2009), óleos lubrificantes (CONAMA 362, de 23/06/2005), embalagens de agrotóxicos (CONAMA 334/2003 e Leis nº 7.802/89 e 9.974/2000) bem como pilhas e baterias (CONAMA 257/99).

Após a vigência da PNRS, vários congressos e grupos de trabalho se voltaram para o desenvolvimento sustentável, como a Agenda 21 e as Resoluções do CONAMA².

O Decreto de nº 7.404, que regulamenta a PNRS, introduz como inovação o Sistema de Logística Reversa visando a destinação correta e o reaproveitamento dos resíduos e sendo o Poder Público, o setor privado e o terceiro setor responsáveis pela execução e manutenção desse sistema. Com a aprovação da PNRS podemos perceber as seguintes mudanças (ver Figura 4).

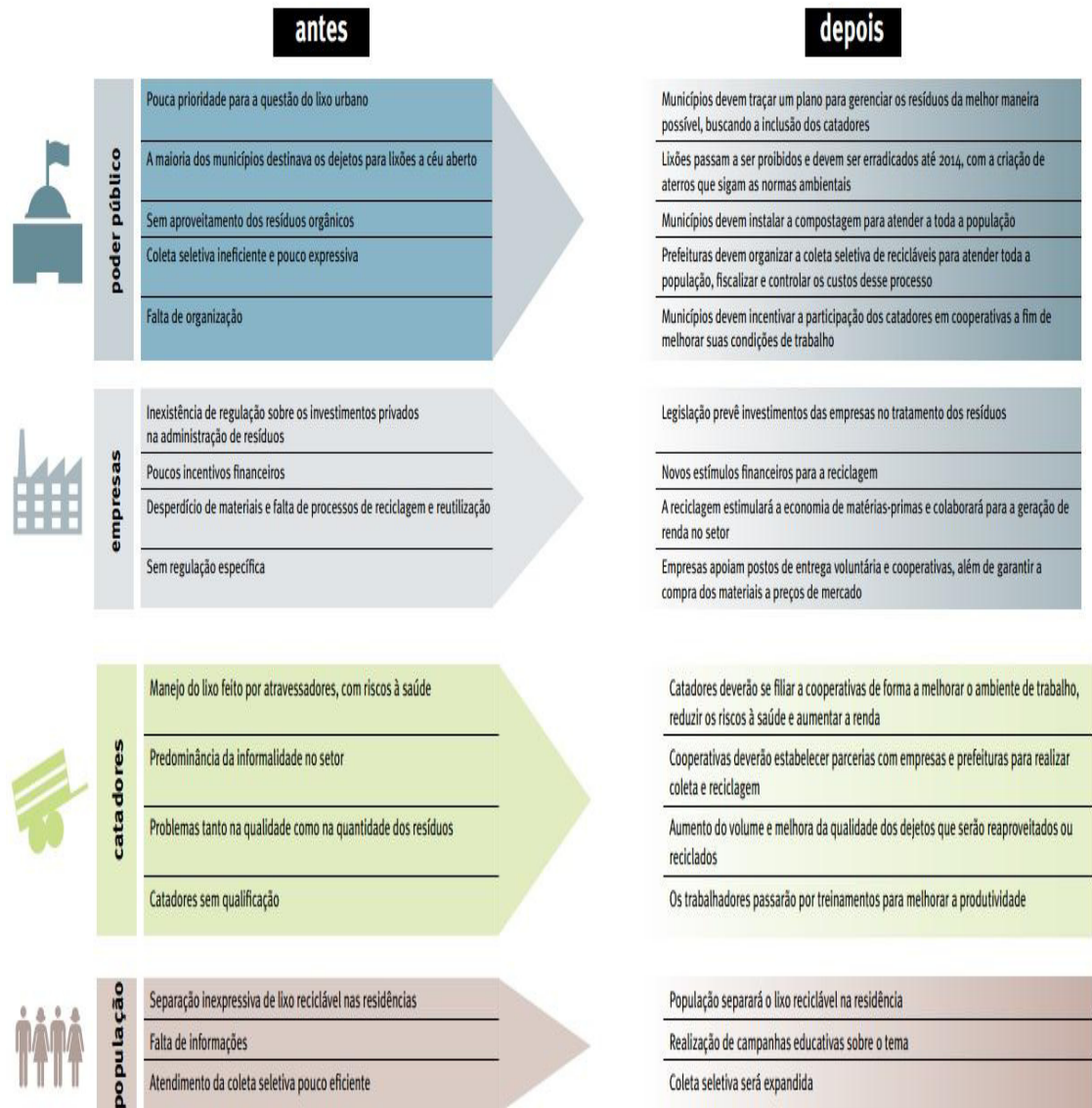
Foi instituído, também, por meio do Decreto de nº 7.404, dois Comitês de acordo com a Figura 5: o Comitê Interministerial, com a finalidade de apoiar a implementação da PNRS; e o Comitê Orientador, que implementará o sistema. O Comitê Orientador é presidido pelo Ministério do Meio-Ambiente e possui apoio de um grupo técnico de assessoramento, composto por grupos de trabalhos temáticos que analisam e estudam as propostas relacionadas aos resíduos sólidos.

No Brasil, mesmo após a promulgação da PNRS, os resíduos sólidos são tratados pela maioria dos municípios de uma forma bem semelhante: apenas atividades de coleta, transporte e descarga em aterros sanitários; em algumas localidades acontecem uma coleta mais seletiva, alguns processos de compostagem e tratamento térmico, mas a maioria são processos mal planejados, ocasionando falhas irreversíveis ao meio ambiente.

A PNRS estabeleceu um prazo para o fechamento de todos os lixões até o dia 02 de agosto de 2014; no entanto, este prazo não foi atendido e o descaso com a sociedade, principalmente com a saúde pública, continua explícito no País.

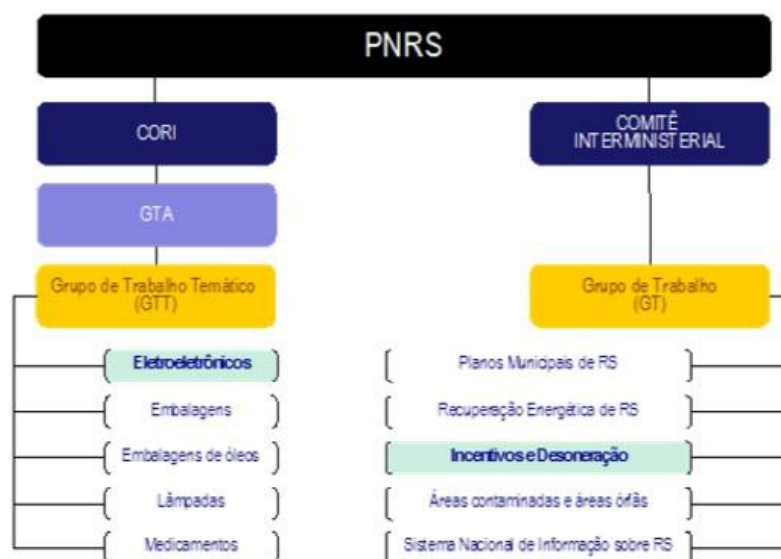
² Principalmente: CONAMA 307/2002 - que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil; e CONAMA 452/2012 - que estabelece procedimentos de controle da importação de resíduos em sintonia com a Convenção da Basileia e apresenta a lista dos resíduos perigosos com suas definições, características e elementos contaminantes. Nessa lista, estão inclusos os elementos como: cádmio, mercúrio, chumbo.

Figura 4 - Mudanças com a aplicação da PNRS.



Fonte: CEMPRE (2013)

Figura 5- Grupos de trabalho estabelecidos a partir da PNRS



Fonte: http://www.abdi.com.br/Estudo/Logistica%20reversa%20de%20residuos_.pdf

2.5 FLUXOS INTERNACIONAIS DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

De acordo com Reis (2013), em 1989, na Convenção de Basileia, surgiu um tratado internacional entre 166 países com o objetivo principal de minimizar a geração de resíduos perigosos, monitorando os impactos ambientais das operações de depósito, recuperação e reciclagem. Em 1994, foi proibida a movimentação entre fronteiras de resíduos perigosos de países membros para países não membros. Os EUA e o Canadá assinaram a convenção, porém se isentaram das responsabilidades previstas nesta Convenção.

A Convenção se apoia em dois pilares principais: primeiro, prevê a aplicação do princípio do consentimento prévio informado, no qual embarques feitos sem o consentimento do importador constitui tráfico ilegal; segundo, obriga as partes a assegurarem que os resíduos perigosos serão geridos e eliminados de forma ambientalmente sustentável (SECRETARIADO DA CONVENÇÃO DA BASILÉIA, 2012).

Posteriormente, os acordos internacionais sobre gestão e controle de substâncias perigosas tiveram continuação com a Convenção de Rotterdam, de 1998, com o objetivo de regular o comércio de substâncias perigosas e pesticidas. Já a Convenção de Stockholm, de 2001, focou em poluentes orgânicos persistentes (ARAÚJO, 2013, p.49).

Nota-se que ocorreu, a partir da virada do milênio, uma grande mudança no cenário internacional do setor eletroeletrônico, com uma concentração do mercado de fabricantes de

atuação multinacional e a migração da produção de aparelhos - particularmente os eletrônicos mais simples - para países em desenvolvimento como a China (MELO, RIOS E GUTIERREZ 2001).

O crescimento vertiginoso da indústria de equipamentos eletrônicos, aliado à rápida obsolescência dos produtos, culmina em um crescimento exponencial da quantidade de resíduos. O montante de e-resíduos despejado em todo o mundo ganha proporções desastrosas (PUCKETT, 2002, p. 7).

O fluxo internacional de REEE tem sido analisado por diversos autores na literatura, que denotam que parte dos REEE dos países desenvolvidos - como EUA, da EU e Japão - acabam na China, Índia, Malásia, Nigéria e outros países em desenvolvimento (ZOETEMAN, KRIKKE e VENSELAAR, 2010; ROBINSON, 2009). Geralmente, a atividade de reciclagem de REEE nestes países é realizada informalmente e com técnicas não apropriadas de baixo custo, ocasionando impactos sociais e ambientais (BAN 2002; YANG, LU e XU 2008).

Uma das áreas mais afetadas pela reciclagem inadequada de REEE é o sudeste da China. Yang, Lu e Xu (2008) reportam que a maior parte da exportação de REEE para a China é proibida pela lei local, mas que novas políticas estavam sendo delineadas com base na responsabilidade estendida do produtor.

Os países em desenvolvimento permitem a entrada dos REEE em busca de benefícios financeiros e por terem uma legislação ambiental flexível. Muitas vezes, esses países, não fornecem boas condições de trabalho, nem um eficiente sistema de saúde capaz de suportar os possíveis impactos à saúde humana e ao meio ambiente. Assim, os benefícios não justificam os danos ambientais e à saúde.

No Brasil, constantemente ocorrem denúncias envolvendo remessas de lixo fora dos padrões estabelecidos pela Convenção da Basileia como as reportadas a seguir:

- Em julho de 2009, o Brasil recebeu 89 contêineres provenientes de duas empresas inglesas, totalizando 290 toneladas de resíduos. Entre o material encontrado estavam pilhas, seringas, além de preservativos e fraldas usadas (IBAMA, 2010);

- Em agosto de 2010, 22 toneladas de lixo proveniente da Alemanha foram interceptadas no Porto do Rio Grande/RS;

- Em 2011, o Brasil devolveu 46 toneladas de resíduos enviadas dos Estados Unidos;

- Em 2011, a Espanha exportou para o Brasil 60 toneladas de resíduos;

- Em 2012, foi a vez do Canadá: 40 toneladas de lixo exportadas ilegalmente foram devolvidas para a origem (IBAMA, 2010).

Oliveira (2012) ressalta que, diante deste cenário preocupante, alguns países, notadamente os desenvolvidos, cuidaram de ajustar suas legislações internas no sentido de impor alguns padrões aos produtores e consumidores de produtos eletrônicos como, por exemplo, responsabilização de danos pelos produtores, determinados requisitos na fabricação de produtos e implementação da logística reversa. Esta maior rigidez nas leis nacionais gerou um aumento no custo da gestão de resíduos eletroeletrônicos.

Algumas empresas de manufatura de produtos eletroeletrônicos proativamente criaram programas de coleta dos REEE, adiantando-se à lei da PNRS. A VIVO, operadora de telefonia móvel do país, iniciou um programa de coleta denominado “Recicle seu Celular”, em 2006. De acordo com LIMONTA (2010), 588.842 aparelhos celulares foram coletados, de 2007 a 2009, em 3.400 pontos por este programa. Um pequeno percentual dos equipamentos foi reutilizado. O programa da VIVO, entretanto, contabilizou somente 0,2% do total de aparelhos celulares vendidos no país desde o início das operações de telefonia móvel no Brasil.

Oliveira (2012, p.29) adianta que a quantidade real de e-resíduo gerada a cada ano é desconhecida, mesmo em regiões que apresentam regulações cada vez mais rígidas sobre a matéria, como a UE.

Informações que constam em dois trabalhos do Greenpeace³ ilustram a grandeza dos fluxos de resíduos eletrônicos. Apesar de não ser uma fonte de dados oficialmente reconhecida pelas autoridades internacionais, acredita-se que seja uma boa representação do cenário de resíduos eletrônicos, notadamente pelo fato de o Greenpeace ter desempenhado papel fundamental nas negociações da Convenção da Basiléia.

Em *Exporting Harm*, o Greenpeace estimou que, em 1998, 20 milhões de computadores se tornaram obsoletos nos EUA e que a quantidade de lixo eletrônico foi entre 5 e 7 milhões de toneladas naquele ano (PUCKETT, 2002). Ainda, este autor afirma que estudos europeus estimam que o volume de e-resíduo aumenta a uma taxa de 3% a 5% ao ano, o que chega a ser três vezes mais rápido do que o crescimento o lixo municipal (PUCKETT, 2002).

Uma estimativa da quantidade de produtos elétricos e eletrônicos colocados no mercado nos 27 países da União Europeia é de 9,3 milhões de toneladas por ano (UNIÃO

³ Toxic Tech: Not in Our Backyard (2008) e *Exporting Harm* (2002).

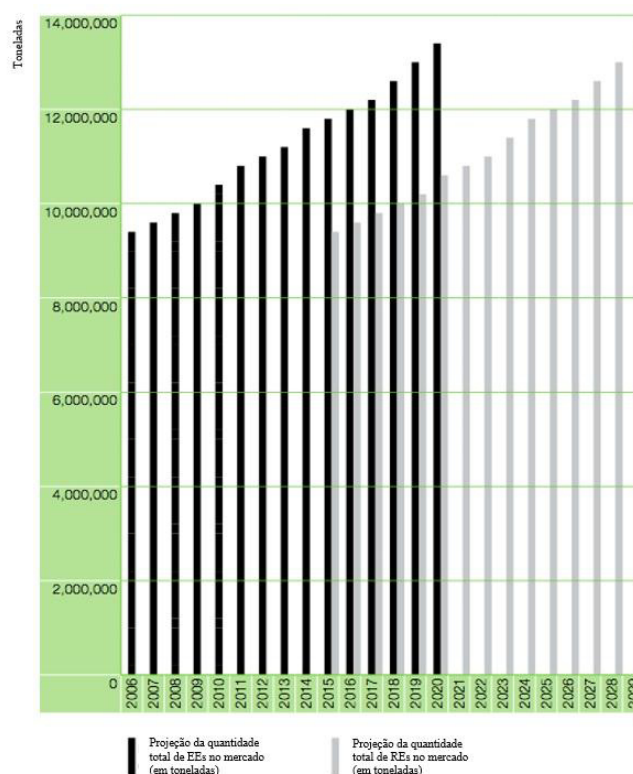
EUROPEIA, 2003). As vendas de computadores pessoais cresceram uma média de 12% ao ano entre 2004 e 2008 nesses países. Estima-se que a quantidade de usuários de telefones celulares em 2008 era de 2 bilhões de pessoas e que 45,5 milhões de aparelhos de televisão foram vendidos entre 2005 e 2006 no mundo, com um crescimento de 3% ao ano.

Ainda sobre o estudo realizado para a UE, como parte da revisão da Diretiva REEE (UNIÃO EUROPEIA, 2003) calculou a possível quantidade de resíduos eletroeletrônicos até 2020. Portanto, como a quantidade estimada de lixo eletrônico colocada no mercado, em 2006, foi de 9,3 milhões de toneladas, a projeção é que 9,5 milhões de toneladas de e-resíduos sejam geradas na EU em 2016.(OLIVEIRA, 2012).

Oliveira (2012) também reporta que as Nações Unidas estimam que entre 20 e 50 milhões de toneladas de e-resíduos são geradas ao redor do mundo por ano, quantidade com expectativa de grande crescimento nas próximas décadas. Não há uma informação global sobre o que acontece com essa montanha de resíduos.No entanto, um cenário pôde ser desenhado focando-se individualmente alguns países e regiões onde informações mais detalhadas são disponíveis.

O movimento dos REEE entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento acontece predominante sob a ótica econômica, uma vez que os custos de disposição final dos resíduos nos países em desenvolvimento - envolvendo salários, níveis de preços e custos de implementação da legislação ambiental - são bem menores. No entanto, os países importadores aceitam riscos ambientais e sociais irreversíveis em troca dos benefícios financeiros advindos da venda do serviço de tratamento e disposição final de resíduos.

Gráfico 2: Quantidade estimada de produtos eletrônicos postos no mercado e futuro crescimento do lixo eletrônico na União Europeia.



Fonte: Sander *et al.* (2007)

2.6 MODELOS DE LOGÍSTICA REVERSA E EXPERIÊNCIAS BEM SUCEDIDAS COM OS REEE.

A maioria das empresas brasileiras encontram-se despreparadas em termos de infraestrutura e informação, no que diz respeito ao manejo dos resíduos eletroeletrônicos, e muitas desconhecem até o conceito da Logística Reversa. Outro destaque é a falta de informação quanto à PNRS, pois a maioria dos empresários ainda desconhece a lei e seus impactos nos diversos setores do comércio e da indústria, bem como ignoram a exigência, pela lei, da Logística Reversa dos REEE.

Para Barros, Nascimento e Oliveira (2013), a logística é de grande importância para a empresa, pois engloba toda a cadeia de suprimentos desde a compra da matéria prima até a entrega do produto ao cliente. Constitui um campo essencial na satisfação e conquista de clientes, pois, quando a expectativa destes é superada, o respeito pela empresa está garantido.

Para Ferraz Neto (2016), atualmente, a logística é integradora e harmonizadora de diversos interesses, dentro e fora da organização. Portanto, ao tomar decisões, os profissionais desta área devem buscar melhorar o desempenho global do sistema. Isto os forçam a se preocupar com a utilização racional dos recursos disponíveis e faz com que suas escolhas se traduzam no aumento dos índices de liquidez, atividade e lucratividade, bem como num menor grau de endividamento da empresa.

Logística, portanto, é o processo de gerenciar estrategicamente na empresa a aquisição, movimentação e armazenagem de matéria-prima, peças, produtos acabados e demais materiais, além dos fluxos financeiros e de informação recíprocos, através da organização de seus canais de marketing, tornando possível a maximização das lucratividades presentes e futuras através do atendimento dos pedidos dos clientes a custos reduzidos (GUARNIERI, 2011, p. 32).

Dentro do conceito de Logística surge a Logística Reversa, que é o processo inverso da cadeia de produção, preocupando-se com o retorno de embalagens e produtos obsoletos para recolocá-los novamente no processo de produção, reduzindo custos com matéria-prima e mitigando o problema de tratamento de resíduos.

Segundo Leite (2012), na própria legislação, a logística reversa é 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. É através desse sistema, por exemplo, que materiais recicláveis de um produto eletrônico em fim de vida útil descartado pelo consumidor poderão retornar ao setor produtivo na forma de matéria-prima.

A logística reversa traz no seu conteúdo modificações no perfil da responsabilidade ambiental empresarial em relação aos resíduos sólidos produzidos no Brasil (BRASIL, 2010). De acordo com a PNRS, os produtores ou fabricantes terão responsabilidade pelo produto eletroeletrônico, mesmo após o fim da sua vida útil, obrigando-se a promover a logística reversa (art.33), além de promover uma correta rotulagem ambiental para possibilitar a efetivação dessa logística (art. 7º, inciso XV). Também, devem preocupar-se com a transformação do produto em resíduo (art.31, inciso I) e tem obrigações financeiras para com a entidade gestora dos resíduos (conforme art. 33, § 7º, caso em que os produtores contratam uma terceira entidade para gerir os REEE). Em relação aos comerciantes e distribuidores, a responsabilidade se traduz no dever de informar os clientes e consumidores no que tange à logística reversa e sobre os locais onde poderão ser depositados os REEE e de que forma

esses resíduos serão valorizados (art.3, inciso II). Os importadores de equipamentos eletroeletrônicos também são responsabilizados legalmente pelos REEE.

De acordo com Leite (2012), a logística reversa caracteriza-se a partir de dois fluxos: o pós-venda e o pós-consumo. A logística reversa de pós-venda deve planejar, operar e controlar o fluxo de retorno dos produtos por motivos agrupados em “garantia/qualidade”, “comerciais” e “substituição de componentes”. No pós-consumo o mesmo deve ocorrer, nos produtos ou nos seus materiais constituintes, classificados em função do seu estado de vida e origem em “condições de uso”, “fim de vida útil” e “resíduos industriais”.

A PNRS aponta a logística reversa como obrigação dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- a) agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso;
- b) pilhas e baterias;
- c) pneus;
- d) óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- e) lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- f) produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Aos fabricantes, importadores e distribuidores cabem o papel de investir no desenvolvimento, fabricação e colocação no mercado de produtos aptos à reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação ambientalmente adequada e cuja fabricação e uso gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível; também, devem divulgar informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos, bem como assumir o compromisso de, quando firmados acordos ou termos de compromisso com os municípios, participar das ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, no caso de produtos ainda não inclusos no sistema de logística reversa.

Já os consumidores e os utilizadores finais dos equipamentos eletroeletrônicos assumem a obrigação de colaborar com a gestão dos REEE, dispondo seletivamente o lixo eletrônico nos locais identificados pelos comerciantes e distribuidores (art.33, §4º PNRS).

No Brasil, os REEE ocupavam, até recentemente, uma espécie de vazio regulatório. Diferentes estados e municípios possuíam legislação específica e, por vezes, até regulamentação a respeito de resíduos sólidos. Uma parte deles já dedicava atenção especial

aos REEE, atribuindo responsabilidade aos fabricantes, importadores e comércio pela coleta e tratamento desses materiais. Ainda assim, não havia legislação e regulamentação nacionais que oferecessem o respaldo jurídico necessário para o desenvolvimento de uma infraestrutura abrangente responsável pelo tratamento desse tipo de resíduo (LEITE, 2012, p.19).

Leite (2012) ainda acrescenta que cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa podendo, entre outras medidas:

- Implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados;
- Disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;
- Atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

Leite (2012) também defende que o grande desafio da logística reversa reside no custo associado à operacionalização do sistema em um país de extensão continental e com suas peculiares complexidades logísticas. Um olhar mais atento e consciente a esta questão indica que o aparente aumento de custo não configura de fato um aumento, mas sim a antecipação de custos que incorreriam no futuro para remediar o impacto negativo ao meio-ambiente causado pelo descarte inadequado de resíduos.

Neste contexto, destacam-se quatro exemplos de práticas que são soluções para os problemas da poluição e para a grande quantidade de lixo produzido no país:

i) O programa de logística reversa da Natura realiza estudos e monitoramento do ciclo de vida das embalagens recicláveis de seus produtos. O objetivo é recolher as embalagens usadas a fim de evitar os impactos causados pelo seu descarte no meio ambiente. Esse projeto existe desde 2007 e todo o material recolhido é encaminhado para reciclagem. Funcionando nos estados de São Paulo, Bahia, Pernambuco, Rio de Janeiro e Espírito Santo, a iniciativa já deu o destino adequado a cerca de 500 mil toneladas de resíduos;

ii) A fabricante de pneus Bridgestone no Brasil aplica o conceito de logística reversa ao receber os produtos em final de vida útil. Os pneus usados passam pelo processo de trituração e picotagem, resultando em fragmentos que são reutilizados. Com esses fragmentos de pneu é possível obter matéria-prima na confecção de pisos, blocos e guias em substituição à brita, confecção de solados de sapatos e borracha para vedação, e peças de reposição para a indústria automobilística;

iii) Para colaborar com a redução do lixo eletrônico, a Philips estabeleceu no Brasil um programa já existente em mais de 30 países. Os consumidores que possuem aparelhos Philips inutilizados poderão depositá-los nos postos de coleta credenciados pela marca, que ficará responsável por dar um destino adequado a eles. Além de aparelhos da Philips, pilhas, lâmpadas e baterias de qualquer outra marca são recolhidas e encaminhadas para uma empresa de tratamento, que faz a desmontagem e avaliação das peças, as quais podem ser reaproveitadas ou descartadas de forma correta; e

iv) A construção civil é a indústria que mais gera resíduos sólidos e a WTorre, uma das maiores empresas do segmento no país, realiza um trabalho de reutilização dos materiais que sobram em suas obras. Com este projeto, a construtora já utilizou o entulho das obras que realizou no WTorre Shopping Iguatemi e também dos escombros recolhidos na demolição da Cracolândia – conhecida como o reduto dos usuários de crack na cidade de São Paulo – para a recuperação do Parque do Povo, uma área pública de lazer também localizada em São Paulo.

De acordo com a *National Geographic*, desde 1999, com a criação do Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis da ANIP, mais de 364,3 milhões de pneus de carros de passeio foram recolhidos (período de 1999 até 2013). Do total recolhido, 36% é transformado em matéria-prima para outros produtos (tapetes de carros ou borracha regenerada, por exemplo); 35% é transformado em asfalto ecológico, piso antiderrapante ou combustível para cimenteiras; e 29% vai para cimenteiras.

Rogers e Tibben-Lembke (1998, p.186), afirmam que empresários bem sucedidos entendem os benefícios da logística reversa para suas organizações e aqueles que antes não haviam realizado investimentos no retorno dos produtos já obsoletos estão agora tentando realizar grandes melhorias em seus sistemas, demonstrando que, hoje, a logística reversa é vista com a sua devida importância.

Segundo a Revista Exame (2008), aproximadamente 3 bilhões de pessoas possuíam aparelho celular no Mundo em 2008 e a média de troca de aparelho é de aproximadamente dois anos. Conforme pesquisa da empresa americana Recellular, uma das maiores recicladoras mundiais, esse problema consiste em 100 milhões de aparelhos descartados anualmente, em meio a eliminação de placas, circuitos, plásticos, baterias de lítio, chumbo e outras substâncias tóxicas.

A disciplina de Laboratório de Gestão Simulada da Universidade Federal Fluminense oferece aos alunos a oportunidade da gestão simulada de indústrias produtoras de aparelhos celulares. A partir da consciência da possibilidade de inserção de projetos ambientais no jogo,

as discentes diretoras da empresa Geralda's Shangai decidiram aderir a esta prática para observar os ganhos financeiros e socioambientais por ela ocasionados.

A Nokia é uma empresa finlandesa, líder em sustentabilidade no setor usando materiais recicláveis e, de acordo com entrevista ao CEO Stephen Elop, os 26 primeiros aparelhos na lista de celulares baseados na saúde, meio ambiente e atributos sociais da *GoodGuide* são desta organização. O programa *We Recycle* consiste na aplicação de logística reversa para seus produtos, disponibilizando pontos de coleta para receber qualquer tipo de aparelho celular (não necessariamente fabricados pela própria empresa) e dar destinação adequada a estes produtos (GUANIERI, 2011).

De acordo com o site da Nokia, a empresa possui mais de 5000 pontos de coleta, mas apenas 2% das pessoas reciclam seus antigos celulares, sendo que 100% de qualquer aparelho pode ser reciclado e transformado em diversos outros produtos (como saxofones, bancos de parques etc.). Eles apontam que, se todos reciclassem apenas um de seus antigos aparelhos, isto corresponderia a 240.000 toneladas de matéria.

Conforme o site “dinâmica ambiental (2013), a demanda por produtos ecologicamente corretos aumentou conforme a conscientização de pessoas e empresas sobre as consequências dos nossos hábitos de consumo. As empresas são responsáveis pela maior parte da poluição e do lixo, gerados em larga escala, que poluem o meio ambiente e podem causar doenças graves à população.

Ao apresentar as características da logística reversa, pode-se perceber a sua importância para a sustentabilidade, uma vez que é um processo com custos, mas que propicia benefícios para a organização, para a sociedade e para o meio ambiente. Existem muitos desafios para a realização da logística reversa, pois os diversos processos de produção industrial geram diferentes tipos de resíduos. Para cumprir as leis da PNRS as empresas devem investir em estratégias de logística, reciclagem e disposição final de seus resíduos.

Essas e outras medidas preventivas e educativas contribuem para a redução dos impactos sofridos pelo meio ambiente, além de garantirem uma boa imagem para as empresas que se destacam em seus projetos. Além disso, muitas delas acreditam que este será um diferencial para suas marcas no futuro.

2.7 A INDÚSTRIA DA RECICLAGEM DOS REEE

Os processos de reciclagem de resíduos sólidos eletrônicos visam recuperar matéria prima secundária para a fabricação de novos produtos. A definição para os resíduos

eletroeletrônicos são aqueles pertencentes à categoria 3 da classificação europeia de equipamentos eletroeletrônicos, ou seja: equipamentos de informática e telecomunicações: equipamentos para o processamento centralizado de dados (macrocomputadores-mainframes, minicomputadores, unidades de impressão); equipamentos informáticos pessoais, computadores pessoais (CPU, mouse, ecrã e teclado incluídos), computadores portáteis laptop (CPU, mouse, ecrã e teclado incluídos), computadores portáteis “notebook”, computadores portáteis “notepad”, impressoras, copiadoras, máquinas de escrever elétricas e eletrônicas, calculadoras de bolso e de secretária. Outros produtos e equipamentos para recolher, armazenar, tratar, apresentar ou comunicar informações por via eletrônica, sistemas e terminais de utilizador, tele-copiadoras, telex, telefones, postos, telefônicos públicos, telefones sem fios, telefones celulares (MACHADO, 2013).

Neste contexto, se pensa-se em equipamentos eletrônicos como sendo os que possuem algum modo de automação controlada por placas de circuito impresso, encontram-se representantes em várias outras categorias da classificação europeia.

Para Machado (2013), a tecnologia padrão para a reciclagem de resíduos sólidos da categoria 3 é o tratamento mecânico que compreende as fases de desmontagem, trituração e separação dos resíduos. Paralelo a este processo também pode ocorrer processos térmicos com o objetivo de separação dos materiais como o Derretimento, Pirólise ou tecnologias específicas de Dissolução. Muitas vezes ocorre também a combinação das tecnologias citadas.

Para o referido autor, as tecnologias atuais, utilizadas em países como a Alemanha, podem ser divididas, por exemplo, de acordo com as seguintes funções:

- Separação automática dos resíduos de acordo com suas características físicas;
- Separação e extração de gases e líquidos;
- Desmontagem com o objetivo de extração de matérias recicláveis ou reutilizáveis;
- Trituração e classificação;
- Seleção dos resíduos em função de propriedades físicas como densidade, magnetismo, tamanho das frações, peso etc.
- Tecnologia de reciclagem (tratamento térmico ou mecânico) dos metais, plásticos e vidros, entre outras.

Conforme Leite (2012), os REEE estão frequentemente dispostos em camadas e

subcomponentes afixados por solda ou cola. Alguns equipamentos ainda recebem jatos de substâncias químicas específicas para finalidades diversas, como proteção contra corrosão ou retardamento de chamas. A concentração de cada material pode ser microscópica ou de grande escala. A extração de cada um deles exige um procedimento diferenciado. Deste modo, sua separação para processamento e eventual reciclagem tem uma complexidade, um custo e um impacto muito maiores do que aqueles exemplos mais conhecidos de recolhimento e tratamento de resíduos, como é o caso das latas de alumínio, garrafas de vidro e outros.

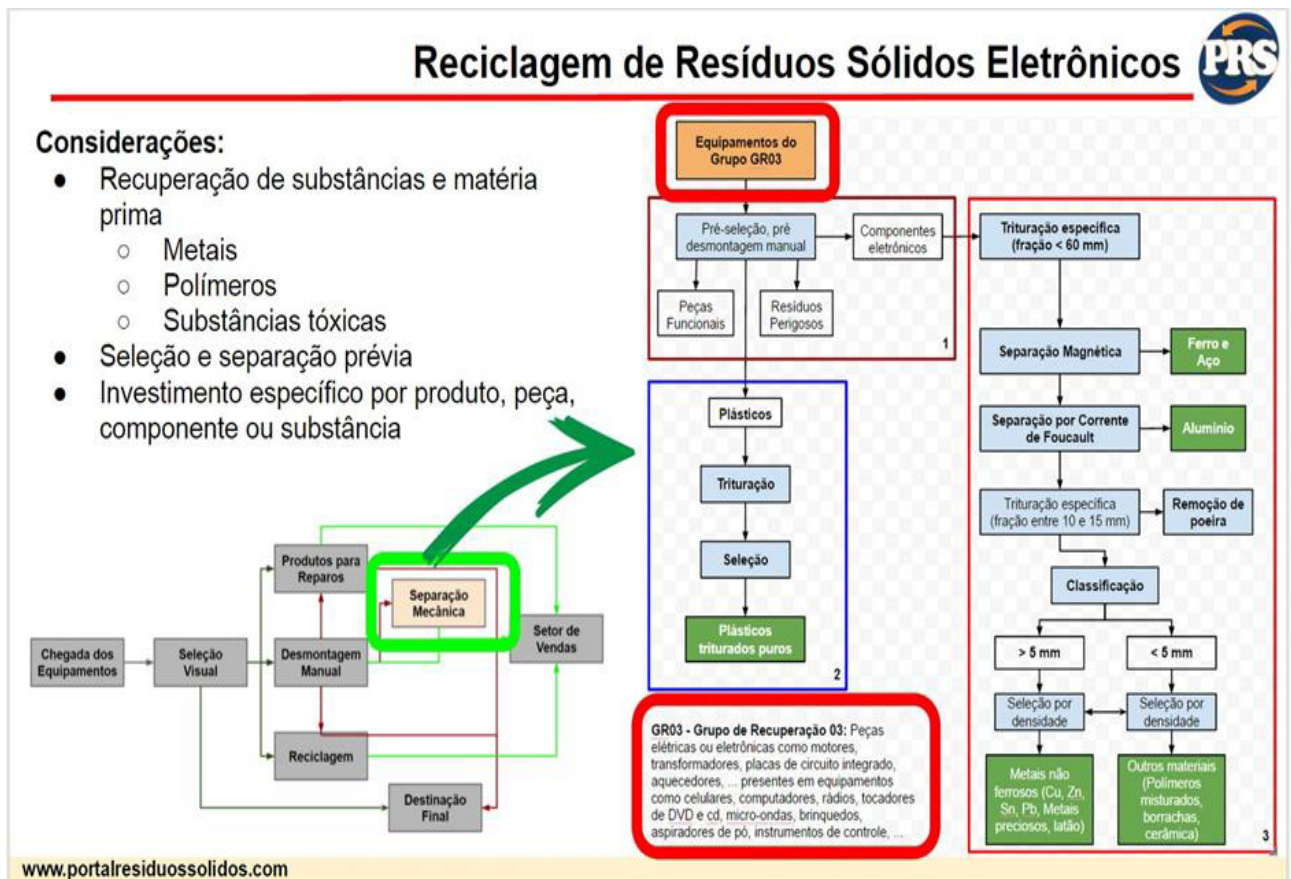
A Figura 6 apresenta o processo comum, realizado na Alemanha, de reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.

Machado (2013) ainda considera que uma grande contribuição ao setor de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos poderia ser dada com a implantação de identificações eletrônicas dos equipamentos fabricados através do uso de tecnologias como Identificação por Frequência de Radio (*Radio Frequency Identification – RFID*). Pequenos RFID - *Transponder* poderiam ser instalados nos equipamentos contendo uma lista exata de todos os materiais utilizados na fabricação daquele equipamento ou peça e indicações sobre os métodos indicados de processamento dos mesmos.

No referido caso, esse sistema traria vantagens também para os fabricantes, que poderiam identificar com maior precisão a rota traçada pelos equipamentos que fabricam, oferecendo aos consumidores opções de reciclagem, reparos, cuidados especiais através da internet, assim como poder-se-ia facilitar imensamente a implantação de um sistema de coleta seletiva e logística reversa no país. Por outro lado, o fabricante poderia informar sobre eventuais cuidados especiais com determinados elementos perigosos contidos em seus produtos e como os mesmos deveriam ser tratados.

Em 2005, dois sócios brasileiros abriram a Ativa Reciclagem, uma recicladora de lâmpadas em Guarulhos (SP); mas, com pouco tempo perceberam que havia uma forte demanda na reciclagem de eletrônicos. Segundo os sócios, foi preciso readaptar a empresa com novos processos, visto que os resíduos eletroeletrônicos precisam de tratamento especial por conter metais pesados. Em 2010 a empresa já reciclava cerca de 30 mil toneladas de lâmpadas e monitores por ano, com faturamento entre R\$ 30 mil e R\$ 50 mil mensais.

Figura 6- Reciclagem de resíduos sólidos eletroeletrônicos na Alemanha



Fonte: Machado (2013).

Na figura 7 mostra-se as etapas de corte, desmontagem, coleta e garimpo. No corte (1) é feita a separação entre o vidro externo e interno dos tubos de televisores e monitores. Na desmontagem (2) são separados o metal, plástico, vidro, placas de circuitos e outros. Na coleta (3) uma equipe especializada vai até a empresa recolher o material que não é reciclado pela Ativa. Na etapa de Garimpo (4) o vidro triturado é separado em duas categorias: o vidro puro, usado na parte externa dos monitores, será vendido para a indústria de cerâmica; o vidro da parte interna do monitor, que contém chumbo, será usado na fabricação de vidro fumê; e, por último, na etapa de Trituração (5), os vidro das lâmpadas e dos monitores são triturados para futuro reaproveitamento. Durante o processo, o material também é descontaminado, com o uso de filtros que eliminam resíduos de mercúrio e pó fosfórico.

Figura 7- Galpão da Ativa Reciclagem com as suas etapas de processamento do resíduo eletroeletrônico.



Fonte: Ativa Reciclagem (2010)

Finalmente, segundo a Eldan Recycling (2016), o conteúdo de REEE permite aos recicladores várias possibilidades de materiais comercializáveis por conter substâncias como o chumbo, mercúrio ou retardadores de chama, bem como metais preciosos como ouro e prata.

2.8 O PAPEL DOS CATADORES NO MUNDO DOS REEE

Scheinberg e Bruijne (2005) apresentam uma contribuição importante ao estudo do fenômeno da catação ao reconstituir os processos de modernização das práticas e das instituições da área de resíduos sólidos na América do Norte, que ocorreu entre 1970 a 1996. Antes de 1970, a reciclagem era caracterizada por duas formas institucionais: pela presença da indústria da sucata e do papel (com sua origem histórica remontando aos trabalhadores informais – rag pickers do século XIX) e da chamada community recycling (cujas origens estão nas atividades voluntárias de recuperação de metais durante a Segunda Guerra Mundial).

Parra (2007), no trabalho “Reciclaje popular y políticas públicas sobre manejo de resíduos em Bogotá”, apresenta uma visão geral do contexto das políticas públicas de resíduos sólidos em Bogotá e seu impacto sobre os recicladores, bem como algumas alternativas que poderiam contribuir para a luta contra a exclusão destes trabalhadores num contexto de crescente privatização dos serviços realizados.

O trabalho de Rodriguez (2005), “à procura de alternativas econômicas em tempos de globalização: o caso das cooperativas de recicláveis de lixo na Colômbia”, tem como principal foco analisar em que condições empreendimentos sociais podem ser criados e consolidados no contexto de uma economia globalizada, tendo como estudo de caso os recicladores de Bogotá.

O citado autor afirma que as cooperativas locais não conseguiram estabelecer interlocuções sólidas com entidades do Estado nem com empresas privadas convencionais, algo necessário para que estes empreendimentos sociais possam gradualmente ocupar o mercado nacional e global. A relação do Estado com as cooperativas é analisada pelo autor como intermitente e instável e, de uma maneira geral, inexistem políticas públicas de suporte às cooperativas.

Fernández (2007), no trabalho intitulado “*De hurgadores a clasificadores organizados. Análisis político institucional del trabajo con la basura en Montevideo*”, apresenta uma visão geral do processo de organização política dos catadores uruguaios, ressaltando alguns pontos: a relevância, sob o ponto de vista organizativo e de reconhecimento, da mudança da denominação *hurgadores* (de conotação pejorativa) para *clasificadores*; a invisibilidade da ocupação nas estatísticas oficiais; o pequeno percentual de *clasificadores* organizados (estimativa de somente 10%); e ausência de pesquisa sobre as características sócio-econômicas dos afiliados ao sindicato de *clasificadores* “*Unión de Clasificadores de Resíduos Urbanos Sólidos – ECRUS*”. Esta autora ainda ressalta o conservadorismo da classe política uruguaia sendo que, mesmo entre militantes de esquerda, não há o reconhecimento da importância do trabalho dos catadores.

Enquanto Schamber e Suárez (2007) oferecem uma perspectiva histórica da situação e processo de organização dos *cartoneiros* da Região Metropolitana de Buenos Aires (RMBA), Malicia (2007, p.111) discorre sobre a auto-percepção dos *cartoneros* tucumanos sobre o seu próprio trabalho e como o ingresso na atividade da catação - a princípio enquanto atividade temporária de subsistência - colocou a necessidade de forjar novas identidades sociais determinadas por suas “... condições de desocupação, marginalidade, pobreza e exclusão”.

Paiva (2007) descreve as características de cinco cooperativas da RMBA que retratam a heterogeneidade dos grupos existentes e os diferentes objetivos perseguidos; também, como a formação de cooperativas de *cartoneros*, criadas para atender objetivos sociais ao invés de ambientais, coloca alguns desafios em termos de sua efetiva inclusão como provedores de serviços na gestão de resíduos sólidos.

No Brasil, até recentemente, estudos sobre catadores eram feitos predominantemente por sociólogos, geógrafos e outros profissionais na área das Ciências Sociais e/ou por ativistas sociais (JACOBI e TEIXEIRA, 1997; OLIVEIRA, 1998; DIAS, 2002).

A literatura inicial sobre catadores caracteriza-se pelo foco na reconstituição do percurso que associou a gestão do lixo aos processos de luta por cidadania (OLIVEIRA, 1998; DIAS, 2002; JACOBI, 1997) e sobre as dificuldades de organização de indivíduos que, sem tradição de cooperação um com o outro, foram encorajados e receberam assessoria sócio-pedagógica de vários grupos ligados a igrejas (Pastoral de Rua, OAF e Caritas), ONGs e universidades (DIAS, 2002; BURSZTYN, 2000; MARTINS, 2003). As categorias analíticas prevalentes da maioria destes estudos são: identidade social, cidadania e capital social.

O surgimento de cooperativas e associações no Brasil trouxe complexidades quanto à natureza do trabalho do catador bem como sobre sua inserção na economia, em geral, e nos sistemas formais de gestão de resíduos sólidos, em particular.

O modelo brasileiro de reciclagem com inclusão social dos catadores vem se difundindo pela América Latina. Esse modelo tem como foco a formação e o fornecimento de equipamentos para melhorar a qualidade da gestão e da operação de cooperativas de reciclagem, bem como a inserção de segmentos sociais que vivem de atividades informais relacionadas à coleta de resíduos, ampliando a eficiência econômica e ambiental da reciclagem e da reutilização de materiais. A partir desta visão surgiu a Red Latinoamericana de Recicladores (Red Lacre), a qual congrega 16 países. Sua história começou com as primeiras associações formais de catadores existentes na Colômbia, há mais de 35 anos, e segue conforme o sistema brasileiro, considerado pela Red Lacre como o país que “consolidou mais rapidamente uma política de reconhecimento e organização que deve ser um exemplo para o mundo”.

Como conclusão do capítulo, pode-se reportar que não é por falta de exemplos de legislação que não se elaboram medidas e leis municipais de proteção do meio-ambiente e otimização do setor.

3. METODOLOGIA DE ABORDAGEM DA PROBLEMÁTICA DA CADEIA REVERSA DOS RESÍDUOS ELETRO-ELETRÔNICOS.

Neste capítulo são abordados os conceitos subjacentes à Análise Sistêmica e à Logística Reversa no setor de REEE, com ênfase na associação de catadores e rede industrial

de reciclagem, bem como são apresentados os passos da pesquisa em forma esquemática, com descrição detalhada de cada passo.

3.1 RELEVÂNCIA DO CONCEITO DA ANÁLISE SISTÊMICA PARA O PRESENTE TRABALHO

O Brasil ora passa por uma crise política e vem sendo fortemente afetado por uma crise econômica devido, principalmente, ao cenário econômico internacional recessivo. A mudança do modo de pensar, compreender e agir nos contextos de crise deveria ser o primeiro passo que a sociedade poderia dar em contribuição ao seu desenvolvimento. Para Ackoff (1981), em última instância, a mudança do modo de entender o mundo e, mais profundamente, o modo de conceber a natureza podem salvar uma sociedade.

O pensamento sistêmico surgiu de três mudanças fundamentais associadas à sociedade industrial: a emergência de uma nova percepção e compreensão da natureza em razão dos desdobramentos na ciência; os desenvolvimentos tecnológicos impulsionados pela Segunda Guerra Mundial e a necessidade de administrar estruturas organizacionais cada vez mais complexas, especialmente a partir do pós-guerra. A utilização da análise sistêmica para a resolução de problemas e questões gerenciais remonta à década de cinquenta.

Formulações de concepções teóricas, fenômenos e situações não explicadas pelo pensamento analítico convencional são, porém, bem entendidas utilizando-se o pensamento sistêmico. São fatores ou variáveis que produzem características e propriedades de entidades globais a partir de padrões organizados de interações. Esse conteúdo foi denominado complexidade organizada nos primeiros anos do movimento sistêmico (Weaver 1948; Raport & Hovarth, 1959).

Segundo Kim (1997), o pensamento sistêmico releva a importância do gerenciamento das interconexões, permitindo romper as barreiras funcionais e visões compartimentadas. Cada decisão em um negócio afeta uma empresa como um todo (Drucker, 1990).

Para Checkland (1981, p.5), o sistema como conteúdo de investigação não deve ser colocado no mesmo plano das outras disciplinas.

Checkland & Scholes (1990) caracterizam um sistema como:

Um conjunto de elementos mutuamente relacionados de modo que o conjunto constitui um todo tendo propriedades como uma entidade. Secundariamente, vem a ideia crucial de que o todo pode ser capaz de sobreviver em um ambiente de mudanças ao tomar ações de controle em resposta aos choques do ambiente. (Checkland & Scholes, 1990, p.4)

Para Senge (1990), o pensamento sistêmico é definido como:

uma estrutura conceitual, um conjunto de conhecimentos e instrumentos desenvolvidos nos últimos cinquenta anos que tem por objetivo tornar mais claro o conjunto e nos mostrar as modificações a serem feitas para melhorá-lo. (Senge, 1990, p.16)

Para contextualizar, Capra (1997) aponta cinco critérios que caracterizam o pensamento sistêmico:

1) **Mudanças das partes para o todo:** um sistema surge das relações de organização da configuração de relações ordenadas. (*op cit* p. 46);

2) **Capacidade de deslocar a atenção entre níveis sistêmicos:** é possível encontrar sistemas aninhados dentro de outros sistemas (subsistemas) e aplicar os mesmos conceitos a diferentes níveis;

3) **Inversão da relação entre as partes e o todo:** para todo pensamento sistêmico, as propriedades das partes somente podem ser entendidas dentro de um contexto maior, o que envolve explicá-las considerando o seu ambiente;

4) **Pensar em termos de redes de relações:** com o pensamento sistêmico, a metáfora do conhecimento como um *edifício* está sendo substituída pela metáfora da *rede*. Quando percebemos a realidade como uma rede de relações, nossas descrições também formam uma rede interconectada de concepções e modelos. (*op. cit.*, p. 48);

5) **Mudança epistemológica:** a realidade concebida como uma rede de relações implica uma mudança epistemológica profunda em relação à concepção tradicional de objetividade científica. No paradigma sistêmico, a epistemologia – a compreensão do processo de conhecimento – precisa ser explicitamente incluída na descrição dos fenômenos naturais. (*op.cit.*, p. 48).

As características descritas acima são todas interdependentes. Capra (1997) sintetizou-as da seguinte forma:

A natureza é vista como uma teia interconexa de relações, na qual há a identificação de padrões específicos como sendo objetos do observador humano e do processo de conhecimento. Essa teia de relações é descrita por intermédio de uma rede correspondente de conceitos e de modelos, todos igualmente importantes. (Capra 1997, p.49)

De acordo com as características acima descritas, o pensamento sistêmico recebe contribuições de inúmeras fontes: disciplinas tradicionais - como biologia, física, matemática,

sociologia, teoria das organizações, economia, ciência política, ecologia - e até das ciências cognitivas e da cibernética.

As invenções humanas são combinações de ações e elementos já conhecidos, mas que vão se conectando e dando origem ao novo. Portanto, quanto maior o número de permutações e combinações, aumenta-se o número de inovações caracterizando o Princípio da Hierarquia dentro do pensamento sistêmico. Dessa forma, no presente trabalho será feito o uso deste princípio ao mostrar a combinação do conhecimento de uma das ferramentas da etapa de planejamento do gerenciamento da qualidade com as melhores práticas do universo da Logística Reversa dentro do sistema que constitui a cadeia dos REEE.

O estudo de sistemas, em particular dos sistemas sociais complexos, rompe com as barreiras entre as disciplinas, pois as interações entre fatores são, muitas vezes, mais importantes que o conteúdo interno de um fator, em relação à sua disciplina (Forrester, 1969, p.109).

Em toda a pesquisa envolvida com o presente trabalho buscou-se caracterizar o sistema que constitui a cadeia dos REEE, visando diagnosticá-lo e estabelecer proposições que tornem este sistema mais eficiente, fazendo o uso do Princípio da Teleonomia, o qual orienta um objeto ou sistema em direção a metas que devem ser alcançadas. Sistemas abertos, como o que constitui os REEE em uma região, estão sempre interagindo com seu meio ambiente e podem ter suas metas alteradas ao longo da história do sistema, dependendo do tipo e intensidade de sua interação com o meio.

Dentro deste contexto, percebemos que a problemática dos REEE precisa ser analisada de forma interconexa com todos os segmentos do sociedade, visto que o seu impacto pode trazer grandes consequências construtivas ou destrutivas para o desenvolvimento de uma região ou país.

3.2 A LOGÍSTICA REVERSA NO SETOR DOS REEE

O presente trabalho faz uso de conceitos da Logística Reversa como um processo de planejamento essencial para a correta destinação dos REEE; sem o seu entendimento as proposições neste trabalho não teriam plenamente esclarecidas sua importância.

Conforme definição apresentada na própria Lei 12.305, a Logística Reversa é conceituada da seguinte forma:

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. Lei nº 12305, 2010, art. 3).

A Logística Reversa tem sido um importante avanço para a política, a economia e o meio ambiente. É através da cadeia que materiais recicláveis que um produto eletrônico, em fim de vida útil ou descartado pelo consumidor, pode retornar ao setor produtivo na forma de matéria-prima, diminuindo os grandes impactos ambientais da sua incorreta destinação e gerando vantagens econômicas.

O grande desafio da logística reversa, no caso do Município de Fortaleza, reside no fato de haver vários atores envolvidos no setor em foco, com interesses distintos, o que torna a sua cadeia reversa desordenada, confusa e sem controle. Qualquer sistema que seja estabelecido incorrerá em maiores custos, que podem ser vistos como custos excessivamente dispendiosos ou como um investimento necessário para uma cidade mais sustentável. Uma visão mais sistêmica e consciente desta questão indica que o aumento de custos no trato do setor hoje representa, sim, a antecipação da mitigação de custos futuros que serão necessários para reparar os impactos negativos ao meio ambiente causado pelo descarte inadequado de resíduos.

3.3 BENCHMARKING

O uso do Benchmarking fez-se importante pela identificação das melhores técnicas adotadas de Sistemas de Logística Reversa dos REEE. Nesta perspectiva, qualquer processo realizado nos sistemas mapeados servirão de parâmetro para possíveis melhorias na modelagem proposta. O Benchmarking, quer seja utilizado pontualmente, quer seja utilizado de forma sistêmica, deve buscar soluções para a problemática de uma organização. Para Amaral Júnior (1993, p. 9) é: “descobrir como se tornar o melhor em um determinado processo. O Benchmarking, por si só, não melhora o desempenho. É preciso que as informações coletadas sejam analisadas e transformadas em ações estratégicas para se obter

um vantagem competitiva.”

3.4 A MATRIZ GUT

A pesquisa é aplicada, pois “objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos e envolve verdades e interesses locais” (SILVA & MENEZES, 2001). Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, a pesquisa é qualitativa na elaboração da Matriz GUT, do ponto de vista de seus objetivos a pesquisa é considerada exploratória, pois há análise de exemplos que estimulam a sua compreensão (SILVA & MENEZES, 2001).

A Matriz GUT É uma ferramenta do Gerenciamento da Qualidade, na etapa de planejamento, que auxilia na priorização de ações. São utilizados parâmetros para se estabelecer as prioridades na eliminação de problemas, especialmente se forem vários e relacionados entre si. Segundo Grimaldi e Mancuso (1994), a técnica de GUT foi desenvolvida com o objetivo de orientar decisões mais complexas, isto é, decisões que envolvem muitas questões.

A técnica de GUT “constitui-se de uma ferramenta de grande utilidade para a fixação de prioridades na eliminação de problemas, especialmente se forem vários e relacionados entre si” (BRAGAGNOLO *et al.*, 2004). Já segundo Grimaldi e Mancuso (1994), a “técnica de GUT foi desenvolvida com o objetivo de orientar decisões mais complexas, isto é, decisões que envolvem muitas questões”. Ainda, LEAL *et al.* (2011) reportam:

“A Matriz GUT é uma das ferramentas de mais simples aplicação, pois consiste em separar e priorizar os problemas para fins de análise e posterior solução, onde G (= Gravidade) consiste em avaliar as consequências negativas que o problema pode trazer; U (= Urgência) consiste em avaliar o tempo necessário ou disponível para corrigir o problema; e T (= Tendência) avalia o comportamento evolutivo da situação atual” (LEAL *et al.*, 2011).

Na técnica GUT, atribui-se valores entre 1 e 5 a cada uma das dimensões, correspondendo 5 à maior intensidade e 1 à menor, de acordo com o quadro 3. Tristão (2011)

menciona que multiplicando os valores obtidos para o G, U e T obtém-se um valor para cada problema ou fator de risco estudado.

Quadro 3: Ponderações na Matriz GUT

Valor	Gravidade	Urgência	Tendência	GxTxU
5	Os prejuízos e as dificuldades são extremamente graves	É necessária uma ação imediata	Se nada for feito a situação irá piorar rapidamente	125
4	Muito grave	Com alguma urgência	Vai piorar em pouco tempo	64
3	Grave	O mais cedo possível	Vai piorar em médio prazo	27
2	Pouco Grave	Pode esperar um pouco	Vai piorar em longo prazo	8
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar e pode até melhorar	1

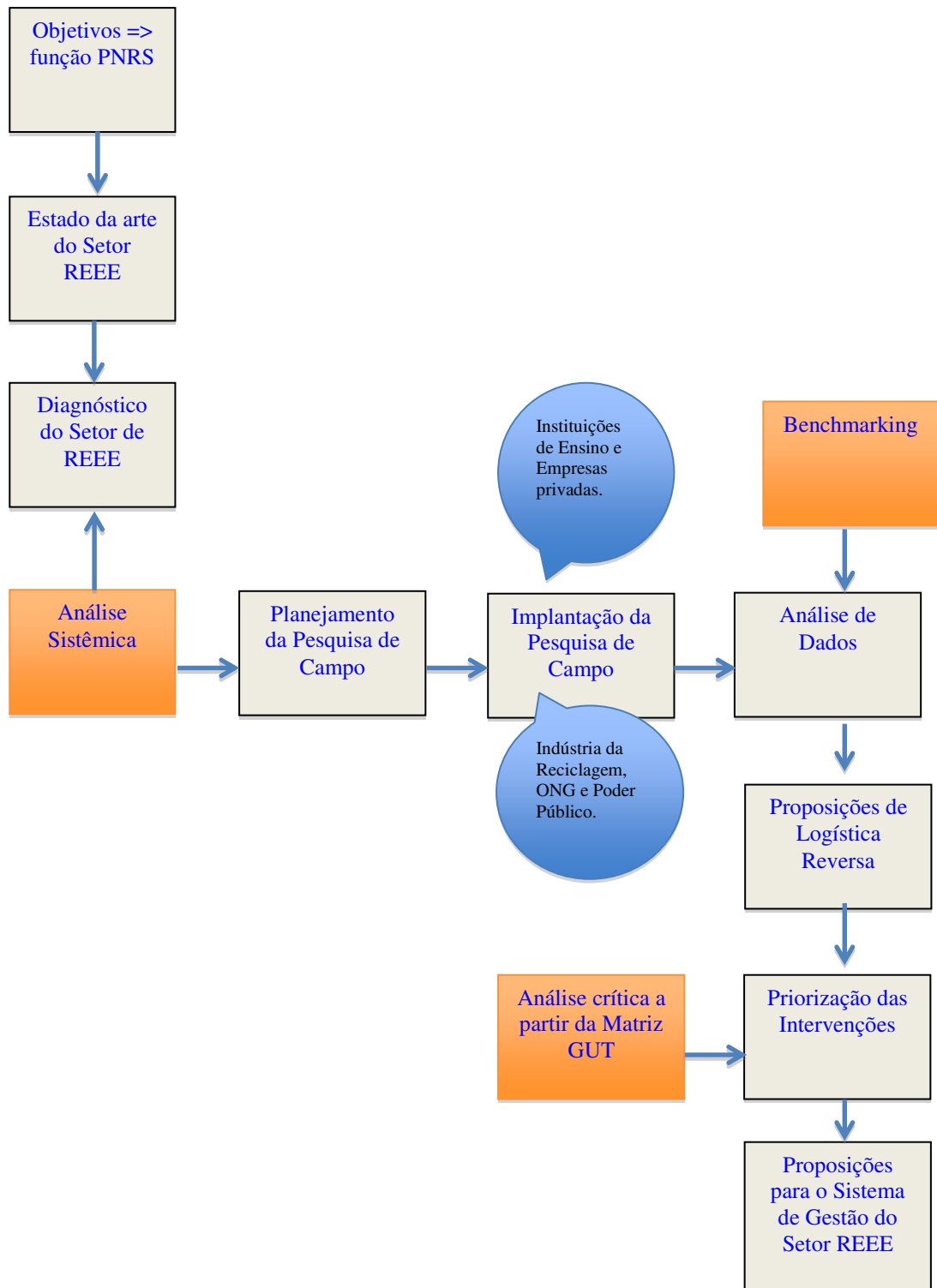
Fonte: Adaptado de Grimaldi, R. & Mancuso, J.H. (1994)

3.5 DESCRIÇÃO E JUSTIFICATIVA DA METODOLOGIA ADOTADA

Este trabalho utiliza abordagens quantitativa e qualitativa, visto que essas abordagens não se excluem e, em certos momentos, até se complementam. Segundo Terence e Edmundo (2006), o pesquisador pode usufruir dos métodos quantitativos e qualitativos, tendo, de um lado, a vantagem de poder explicar em detalhes os passos de sua pesquisa e, de outro, a oportunidade de prevenir e minimizar a sua subjetividade frente aos dados encontrados.

A metodologia aplicada neste estudo fundamentou-se na investigação das características relacionados com a geração quantitativa dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Município de Fortaleza - CE. A partir dos dados encontrados nesta investigação, foram buscados subsídios para a elaboração de uma nova abordagem metodológica para suporte da gestão do subsetor dos REEE - alinhada às diretrizes definidas pela Lei nº 12.305 - de modelagem de gestão para o subsetor de REEE urbanos, utilizando os conceitos da Análise Sistêmica e da Logística Reversa com ênfase na responsabilidade compartilhada dos atores envolvidos com o setor – catadores, indústria de reciclagem, importadores e poder público.

Figura 8- Diagrama com as etapas da metodologia e os instrumentais teóricos empregados no estudo:



Fonte: Elaborado pela autora (2015)

De acordo com o esquema da Figura 8, o estudo do Estado da Arte do setor dos REEE e a Análise Sistêmica sobre este setor permitem o planejamento de toda a pesquisa em campo, no Município de Fortaleza. Esta pesquisa envolveu uma empresa licenciada ambientalmente para destinar corretamente este tipo de resíduo, empresas de pequeno porte, a prefeitura, associações de catadores e instituições de ensino. Após esta pesquisa, foi feita a análise de dados, à luz das melhores práticas existentes neste setor e a partir de uma análise de planejamento usando a ferramenta Matriz GUT do Gerenciamento da Qualidade. Considerando o que há de mais atual no campo da Logística Reversa, intervenções foram propostas dentro de uma nova abordagem metodológica de Gestão dos REEE.

Dessa forma, o presente estudo é significativo em termos de importância econômica, social e ambiental, uma vez que tanto beneficia a economia, pelo valor econômico dos recicláveis - gerando renda e inclusão social - quanto pode mitigar o problema de saúde pública dele decorrente, valorizando e respeitando, sobretudo, o ser vivo.

3.6 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E PESQUISA DOCUMENTAL

Buscou-se na literatura internacional e nacional referências para contribuir com os dados possíveis para a elaboração de um Modelo de Gestão dos REEE no Município de Fortaleza. O embasamento em artigos técnicos, leis, normas e referências internacionais fez-se necessário para a elaboração do Estado da Arte dos REEE. Além disso, foi necessário identificar e caracterizar o resíduo eletroeletrônico dentre os demais resíduos sólidos gerados no município. Neste sentido, o seu enquadramento como resíduo classe I – perigosos, segundo a NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação, da ABNT, se faz importante.

No intuito de identificar e analisar o papel dos agentes envolvidos na cadeia dos REEE, no Município de Fortaleza, foram visitadas: a única empresa do Estado do Ceará que possui licença ambiental e tem como principal missão a destinação correta dos REEE; duas empresas comerciais de grande porte no município de Fortaleza; a Prefeitura; uma instituição de ensino; e associações não governamentais. As pesquisas em campo foram importantes para identificar o grau de comprometimento dos agentes envolvidos quanto ao correto destino desses resíduos, além de possibilitar a estimação da magnitude de geração dos mesmos. O registro fotográfico da visita técnica efetuada na empresa ECOLETAS foi importante para identificação do ciclo de vida dos resíduos, visualização da reciclagem, das possibilidades de reaproveitamento e dos possíveis danos ambientais. Foram aplicados questionários (ver

anexo) que ajudaram a avaliar o grau de conhecimento do Município quanto à correta destinação dos resíduos eletroeletrônicos em Fortaleza. Outros pontos importantes para contribuir para a elaboração de um Modelo de Gestão dos REEE foi o levantamento do volume dos REEE gerados em Fortaleza, bem como o entendimento do papel dos catadores e da indústria da reciclagem na cadeia dos REEE.

Nesse sentido, buscou-se artigos técnicos, pesquisa em campo, legislações estaduais e municipais que pudessem retratar esta realidade e fortalecer a atuação dos catadores e da indústria da reciclagem no sistema abordado.

4. ESTUDO DE CASO DA CADEIA REVERSA DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA.

Neste capítulo são abordados a caracterização da área de estudo, levantamento da pesquisa em campo, diagnóstico da cadeia reversa dos REEE na área de estudo, possíveis intervenções nesta cadeia e proposições para melhoria no sistema em estudo.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

Elevado à categoria de vila com a denominação de Fortaleza, por ordem Régia de 1699 e batizada de Loira Desposada do Sol pelos versos do poeta Paula Ney, o município de Fortaleza tem sua área atual constituída por 314,930 km² e população de 2.591.188 habitantes (IBGE, 2015). Localizada no litoral Atlântico, a uma altitude média de dezesseis metros e com 34 km de praias, possui temperatura média anual de 26 °C, vegetação de mangue e restinga predominante, destacando-se por ter um dos maiores parques ecológicos urbanos da América Latina: o Parque Ecológico do Cocó.

De acordo com o IBGE (2010), o município de Fortaleza possui densidade demográfica de 7.786 habitantes por km², sendo a maior cidade em população do Ceará e a quinta do Brasil. Possui posição geográfica privilegiada por ser a capital estadual brasileira mais próxima do continente europeu, com distância de 5.608 km de Lisboa.

Figura 9- Localização de Fortaleza no mapa do Brasil



Fonte: <http://viagemhappy.blogspot.com.br/>

A partir do final da década de 1980, Fortaleza começou a se destacar como destino turístico, o que ajudou a desenvolver a economia local. Teve por muitos anos uma economia irrelevante, mas em 2012, segundo dados do IBGE, atingiu o décimo maior Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, alcançando o valor de 43,4 bilhões de reais e sendo considerada o município mais rico da região Nordeste.

A principal fonte econômica do município está centrada no setor terciário, com seus diversificados segmentos de comércio e prestação de serviços. Em seguida, destaca-se o setor secundário, com os complexos industriais e, segundo o Ministério do Turismo, a capital cearense é o segundo destino mais desejado do Brasil e o quarto que recebe mais visitantes.

No Brasil, a gestão dos resíduos sólidos (recolhimento, transporte, tratamento e deposição final) é atribuição do Poder Público Local. Fortaleza, assim como a maioria dos municípios brasileiros, ainda não é capaz de dar um tratamento conveniente aos seus resíduos eletroeletrônicos, sobretudo com relação a sua deposição final, via de regra realizada no aterro sanitário ASMOC. Em tese, o Poder Público Local deveria ser responsável pela gestão dos seus resíduos, mas a Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos (SCSP) somente supervisiona o serviço de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos que são de competência direta de empresas contratadas.

O ASMOC e o Lixão do Jangurussu recebiam todos os resíduos sólidos oriundos dos serviços de coleta de lixo dos municípios de Fortaleza e Caucaia até o mês de outubro de 1997. Apenas em março de 1998, a Prefeitura de Fortaleza e a Prefeitura de Caucaia assinaram o convênio 003/98, que desativou o lixão do Jangurussu, oficializando a disposição final dos resíduos urbanos de Fortaleza e Caucaia no ASMOC localizado no município de Caucaia (ACFOR, 2010).

Ainda sobre ACFOR (2010), o solo de cobertura do aterro, determinado a partir de

sondagens geotécnicas, é composto por uma camada inicial de 30 a 80 cm de areia fina e média, siltosa, com matéria orgânica e pedregulho cinza escuro. Em seguida, encontra-se uma camada longa de areia argilosa de baixa permeabilidade (apresentando uma condutividade hidráulica média em torno de 10⁻⁶ cm/s). Esse solo areno-argiloso é, também, utilizado como material de cobertura dos resíduos – o solo escavado das trincheiras é reaproveitado com esse fim. No entanto, apesar de o ASMOC ser um aterro sanitário controlado, existem impactos ambientais decorrentes do ASMOC, como a contaminação do lençol freático e outros aquíferos pelo chorume acumulado, além da contribuição para o efeito estufa pelas emissões dos gases CH₄ e CO₂, originados da decomposição do componente orgânico dos resíduos urbanos depositados no aterro.

Em 2016, completou-se o 18º ano de operação do ASMOC; o aterro já tinha, em 2010, 70% de sua capacidade ocupada. Estimou-se que o aterro teria condições de operar com segurança até o ano limite de 2015 (ACFOR, 2010), mas utilizaram o espaço entre as trincheiras já desativadas como solução de uma sobrevida de 60 meses, garantindo sua operação até o ano de 2020. Segundo Plano Municipal de Gestão-Integrada de Resíduos Sólido de Fortaleza (2012), o ASMOC recebe mais de 5 mil toneladas de resíduos sólidos. A PNRS determina que somente rejeitos deveriam ser encaminhados para o aterro sanitário, no entanto, Fortaleza possui um alto custo com o manejo dos seus resíduos sólidos e não possui tratamento adequado de coleta seletiva.

De acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), elaborado em 2015, Fortaleza foi o município cearense que mais gerou resíduos sólidos em 2013: cerca de 5.876 toneladas/dia. A despesa anual por habitante com limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos era, naquele ano, de R\$ 103,41. Considerando a população urbana de Fortaleza de 2.551.806 habitantes, temos um gasto anual de cerca de R\$ 264 milhões.

Segundo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Fortaleza de 2012, o município possui 5.367 catadores e em torno de 500 sucateiros que são os donos de pequenos depósitos de materiais de resíduos recicláveis. Entre os catadores, em torno de 400 trabalham nas 16 associações (explicitadas em anexo) com média salarial de R\$ 724,00.

Algumas dessas associações possuem galpões de triagem, onde a maioria dos materiais processados são o plástico, alumínio, ferro, papel e papelão. Os preços médios praticados (2014) para a venda destes materiais são: PET - R\$ 733,63/t; Filme - R\$ 776,32/t; Alumínio - R\$ 2.022,22/t; Metais ferrosos - R\$ 255,40/t; Papel/papelão - R\$ 248,33/t.

Um estudo realizado pela Consultora Gaia Engenharia Ambiental no município de Fortaleza estimou a geração de resíduos sólidos de acordo com o Quadro 3.

Quadro 4: Estimativa dos volumes anuais de RSU gerados em Fortaleza

Município	Dados estimados para geração de RSU (t/ano)					
	2013	2018	2022	2026	2030	2034
Fortaleza	5.876,69	5.912,82	6.237,32	6.798,94	7.172,08	7.565,68

Fonte: Adaptado do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Ceará (2015)

Os diferentes tipos de resíduos sólidos, definidos na Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, deveriam ter tratamentos diferenciados. No entanto, isso não ocorre em Fortaleza: somente os resíduos de serviço de saúde são incinerados e parte dos resíduos da construção civil são reaproveitados. Os resíduos eletroeletrônicos, que se enquadram, segundo a Lei supracitada, em resíduos de logística reversa obrigatória, não são citados no próprio Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, restando esquecidos pelo Poder Público Municipal.

4.2 PESQUISA DE CAMPO E QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO

No intuito de identificar barreiras funcionais e visões compartimentadas, Kim (1997) foram analisados os seguintes agentes envolvidos na cadeia dos resíduos eletroeletrônicos no município de Fortaleza : uma empresa recicladora de resíduos eletroeletrônicos, duas grandes empresas comerciais, três organizações não governamentais voltadas para o setor de reciclagem e uma instituição pública de ensino. De acordo com Raport & Hovarth (1959), padrões organizados de interações conseguem explicar situações não definidas no pensamento analítico convencional. Entender como os agentes envolvidos na cadeia de resíduos eletroeletrônicos interagiram evidenciou inúmeros problemas de uma cadeia formada sem um pensamento sistêmico.

Todas as informações foram colhidas através de pesquisas nos sites das empresas, entrevistas e aplicação de dois questionários estruturados, direcionados um para a Empresa Ecoletas (ver Apêndice A) e outro para a Organização Não Governamental Emaús (ver Apêndice B).

Também foram consideradas informações obtidas junto ao *Projeto Ecoponto*, uma parceria entre a prefeitura municipal e empresas contratadas. Dessa forma, objetivou-se conhecer as estratégias utilizadas para a adequação à logística reversa dos REEE, conforme reza a PNRS.

4.3 ANÁLISE DOS DADOS E DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ATUAL DE COLETA DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA.

Este item reporta as atividades dos principais atores envolvidos com o subsetor de REEE no Município de Fortaleza. Inicialmente, apresenta-se o processo de Logística Reversa da Empresa Ecoletas; em seguida, faz-se a análise dos processos reversos das empresas comerciais pesquisadas (Metalúrgica Gerdau S.A. e Grupo M. Dias Branco); analisa-se, ainda, as Organizações Não Governamentais Emaús, o Projeto Ecoponto, e por fim, compara as ações do município de acordo com as diretrizes da PNRS.

4.3.1 A Empresa Ecoletas:

a) **Apresentação**

De acordo com as informações colhidas na empresa Ecoletas Ambiental⁴, esta surgiu em 07.10.2009, sendo a primeira empresa no Estado do Ceará com licenciamento ambiental e, hoje em dia, ainda a única que possui licenciamento para o descarte do resíduo eletroeletrônico. A Empresa coleta resíduos eletroeletrônicos em todo o Estado, inclusive em capitais próximas. Como incentivo das leis municipais para seu correto funcionamento, recebe somente uma diminuição do valor do ICMS; a razão disto se deve à empresa não construir produtos, somente destruí-los, o que reflete a omissão da política fiscal estadual quanto às ações de sustentabilidade ambiental.

A empresa estava localizada no Bairro Castelão, onde foi feita toda a pesquisa destinada ao presente trabalho; atualmente está em processo de mudança para a Av. Washington Soares, 7600, Messejana, no município de Fortaleza, Ceará. Sua razão social tem nome *E-Descarte Importação e Exportação de Metais Ltda.* O principal negócio da empresa é o serviço de logística reversa, com procedimento de manufatura reversa e destinação final para reciclagem, gerando assim novos recursos e matérias-primas que voltam ao ciclo produtivo. Os materiais que a empresa coleta são resíduos eletroeletrônicos e lâmpadas fluorescentes. São recolhidos celulares, *notebooks*, computadores, refrigeradores, televisores, ar condicionados, HDs, placas eletrônicas, estabilizadores, *no-breaks*, módulos, telefones,

⁴ Informações repassadas por David Vieira Rocha e Wilson Rocha, respectivamente palestrante oficial e diretor da referida Empresa.

impressoras, entre outros. Seu público alvo são as empresas e instituições que buscam soluções legais e ambientalmente corretas.

Figura 10: Licença Ambiental para o descarte do lixo eletroeletrônico

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA – PMF
SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO E MEIO AMBIENTE - SEUMA
COORDENADORIA DE LICENCIAMENTO - COL
CÉLULA DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL - CELAM

SEUMA

LICENÇA DE OPERAÇÃO

Nº: 001/2014 VALIDADE: 12/12/2016

EMPREENDEDOR: E-DESCARTE IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE METAIS LTDA - ME
ATIVIDADE PRINCIPAL: COMÉRCIO ATACADISTA DE RESÍDUOS E SUCATAS METÁLICAS

ENDEREÇO: AV. DEPUTADO PAULINO ROCHA, Nº 1881 BAIRRO: CASTELÃO

CPF/CNPJ: 11.205.582/0001-69

MUNICÍPIO: FORTALEZA ESTADO: CEARÁ

PROCESSO: 20207/2013 - SEUMA
EMPREENDIMENTO: MICROEMPRESA QUE REALIZA LOGÍSTICA REVERSA PARA ELETROELETRÔNICOS, OPERANDO NO RECEBIMENTO, ARMAZENAMENTO, SEREGAÇÃO, DESMONTA, RECICLAGEM, REUSO E DESTINAÇÃO FINAL DE LIXO ELETRÔNICO, LÂMPADAS FLUORESCENTES, PILHAS, BATERIAS, SUCATAS METÁLICAS E NÃO METÁLICAS PROVENIENTES DOS SETORES RESIDENCIAIS, COMERCIAIS E INDUSTRIAIS, COM ÁREA EDIFICADA DE 502,76M² E ÁREA DO TERRENO DE 561,30M².

CONDICIONANTES:

ESTA LICENÇA NÃO EXIME O ESTABELECIMENTO DE POSSUIR ALVARÁ DE FUNCIONAMENTO.

1. Submeter à prévia análise da SEUMA qualquer alteração que se faça necessária no empreendimento;
2. Cumprir rigorosamente o que determina a Legislação Ambiental vigente nos âmbitos Federal, Estadual e Municipal;
3. Adotar todas as medidas preventivas para evitar qualquer tipo de poluição ao meio ambiente;
4. Afixar placa indicativa do Licenciamento Ambiental em local visível;
5. Esta licença foi emitida com base nas condições operacionais da empresa em 23/09/2013, podendo a mesma ser cancelada caso haja violação ou inadequação dos condicionantes ou normas legais, omissão ou falsa descrição de informações que subsidiaram a expedição desta Licença, conforme Resolução CONAMA Nº 237/97, Art. 19º;
6. Esta licença foi emitida com base no Termo de Compromisso nº 1068/2013, firmado pelo proprietário e a SEUMA, desta Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente, e terá validade de 30 (trinta) meses, prorrogável por mais 30 (trinta) meses, restando ao final deste prazo SEM VALIDADE a Licença;
7. O prazo da Licença de Operação com antecedência mínima de 30 (trinta) dias a contar da data de validade desta Licença conforme a Lei Nº 8.738 de 10 de julho de 2003, Art. 7º;
8. Adicionalmente, o campo "empreendimento" desta licença, no CNPJ da Empresa no prazo de validade desta licença, deverá ser atualizado;
9. O empreendimento ficará passível de fiscalização pela SEUMA.

O uso desta licença fica autorizada se estiver acompanhada da declaração do certificado.

FORTALEZA, 06 DE JANEIRO DE 2014.

Secretária da SEUMA
Coordenadora da COL
Técnico do CELAM

SEUMA
Forteza - A 10457-1
LICENÇA AMBIENTAL Nº 001/2014

Fonte: Empresa Ecoletas (2015)

A Missão da Ecoletas Ambiental é destinar, de forma ambientalmente correta e economicamente sustentável, os resíduos eletroeletrônicos para beneficiar a sociedade e o meio ambiente. A Visão da Ecoletas Ambiental é ser referência em gestão no gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos, prezando pelo desenvolvimento sustentável da empresa e pela melhoria da qualidade de atendimento ao cliente. Os valores da empresa são integridade, ética, responsabilidade, inovação, qualidade, compromisso e sustentabilidade.

Figura 11: Fachada da Empresa Ecoletas



Fonte: Empresa Ecoletas (2015)

A Ecoletas Ambiental também faz parte do Sindicato das Empresas de Reciclagem de Resíduos Sólidos Domésticos e Indústrias no Estado do Ceará – SINDIVERDE. O quadro funcional da Ecoletas Ambiental é composto por 7 funcionários que realizam trabalhos internos dentro da empresa da seguinte forma; 3 colaboradores no setor administrativo, 4 colaboradores no setor de área de transformação da logística reversa (produção). Conta, ainda, com três contratados que realizam serviços externos; um contratado que realiza visitas a empresas fazendo a parte comercial, um engenheiro que cuida da responsabilidade técnica e um contratado para realizar visitas em feiras e eventos de nível internacional, buscando sempre novas tecnologias.

b) Processo de Logística Reversa da Ecoletas:

O Processo de logística reversa da Ecoletas Ambiental ocorre a partir do momento que o consumidor, seja ele empresa ou pessoa física, deseja se desfazer dos seus produtos eletroeletrônicos. Esse serviço que a empresa fornece é particular e, para todo produto coletado, é realizado um termo de coleta, documento com características sobre o produto a ser recolhido. A Empresa possui pontos de coleta em todos os Ecopontos, projeto este que será abordado mais a frente. Todos os veículos que realizam o transporte são equipados adequadamente, conforme as particularidades do material recolhido. A empresa possui veículos próprios: carros pequenos, caminhões de pequeno porte e caminhão Munck. Ao chegar à Ecoletas Ambiental esses produtos são descarregados e passam pelos seguintes processos:

1. Pesagem;

2. Triagem, onde os produtos são avaliados e desmontados;
3. Segregação, onde são separados por tipo, para que se possa agregar valor;
4. Armazenamento em forma de lotes;
5. Destinação, onde cada produto será encaminhado para o destino correto, podendo ir para as empresas transformadoras fora do Brasil.

Figura 12: Processo de Pesagem e Triagem



Fonte: Empresa Ecoletas (2015)

Figura 13: Processo de Armazenamento



Fonte: Empresa Ecoletas (2015)

A quantidade de resíduos que a empresa processa por mês gira em torno de 30 toneladas, sendo cerca de 400 quilos provenientes somente de Fortaleza. Esse material é composto por ferro e metal, circuitos eletrônicos, entre outros. Após a destinação dos

produtos, ocorre a emissão do certificado de descarte para a empresa solicitante (Figura 14), dentro do prazo de até 90 dias. A Ecoletas Ambiental envia para empresas transformadoras do Japão, Estados Unidos e Europa placas-mãe e placas de vídeo (em torno de 4 a 5 toneladas por mês).

Figura 14: Processo de Armazenamento



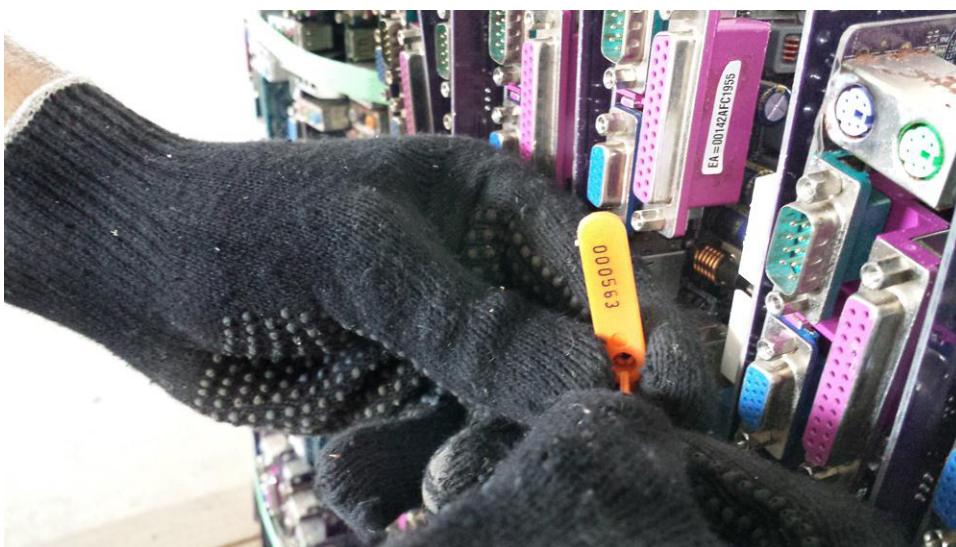
Fonte: Empresa Ecoletas (2015)

A empresa tem acordo com empresas transformadoras que possuem documentação ambiental e legal para reciclar ou refinar metais preciosos extraídos dos resíduos enviados pela Ecoletas. Os materiais nobres como as placas de circuitos são recebidos pela Ecoletas Ambiental e enviados para aquelas empresas que recuperam os metais preciosos (exemplo: prata, ouro, platina, paládio). Em torno de 60 dias é realizado todo o período de coleta e destinação dentro do processo de logística reversa da empresa, onde todo o material por ela recebido passa por todas as etapas do processo dentro da empresa; depois, esse material é enviado para o destino e quando recebido é notificado e certificado pelo órgão receptor; finalmente, a Ecoletas Ambiental certifica a empresa/cliente que contratou o serviço.

A Ecoletas Ambiental também realiza um processo de rastreio através da

documentação emitida (notas fiscais, manifestos de transportes e termos) e, em alguns processos, utiliza lacres e códigos para produtos que vão retornar para indústria. Dessa forma, acompanha o processo até o destino final.

Figura 15:Lacre de rastreio



Fonte: Empresa Ecoletas (2015)

A Ecoletas informou que enfrenta grandes barreiras, pois faltam políticas corretas para esse tipo de operação. Há, também, elevados custos de transporte para realização das operações; muitas vezes, o valor agregado dos produtos não justifica a operação. Recentemente, a Rede Globo fez uma reportagem dos diferentes metais preciosos contidos nos resíduos eletroeletrônicos, o que estimulou o fenômeno da usinagem ilegal, onde vários catadores roubam ilegalmente resíduos dos pontos de coleta, bem como realizam um mercado informal para a compra destes resíduos no intuito de realizar usinagens caseiras.

4.3.2 Análise das Empresas Comerciais (Metalúrgica Gerdau S.A e Grupo M. Dias Branco)

De acordo com o comprador⁵ de sucata da Gerdau no Ceará, a Usina Gerdau é um dos maiores produtores de aço do mundo atendendo os cinco continentes e faz uso da Logística

⁵ O comprador de sucata da Gerdau não quis se identificar.

Reversa para a produção do seu aço sem nenhum incentivo governamental. O grupo Gerdau é um dos principais recicladores de ferro e aço do país. Líder em reciclagem na América Latina, a Gerdau utiliza como principal insumo sua sucata em cerca de 50% da sua produção e gera em média 800 gramas de aço com um quilo de sucata.

A Gerdau compra ferro de várias indústrias que geram sucatas, de Recicladoras em todo o Brasil, do Programa que a Coelce mantém nos Ecopontos e que propõe a troca de material recicláveis por descontos na fatura de energia, bem como dos sucateiros cadastrados na empresa. A Empresa Ecoletas é uma das empresas que faz parceria com a Gerdau, onde esta compra a sucata de ferro descartado das carcaças dos resíduos de computadores, derrete e faz seu principal produto que são os vergalhões de aço.

Figura 16: Vergalhão de aço.



Fonte: Site Gerdau

No que tange ao Grupo M. Dias Branco, segundo o Relatório Anual 2015, a gestão dos resíduos sólidos deste Grupo é realizada pelas Gerências de Meio Ambiente, seguindo os preceitos da política de meio ambiente e do sistema de gestão ambiental ISO 14001. Funciona nas 12 unidades industriais do Grupo. Todas as unidades armazenam resíduos gerados, para posterior tratamento e destinação final. Em 2015, o Grupo faturou R\$ 2,2 milhões com a venda de resíduos. No que se refere à destinação adequada de resíduos, foram recicladas 23,9 mil toneladas, representando um índice de cerca de 60% das 39,9 mil toneladas de resíduos sólidos gerados. Adicionalmente, a quantidade de resíduos enviada para aterros diminuiu de 14,6% para apenas 7,5% na comparação entre 2014 e 2015. O volume de REEE foi de 2.914 kg, em 2015, com recebimento de certificado de descarte pelo responsável, conforme a Lei 12.305/2010, colocando o Grupo em direção às melhores práticas de mercado.

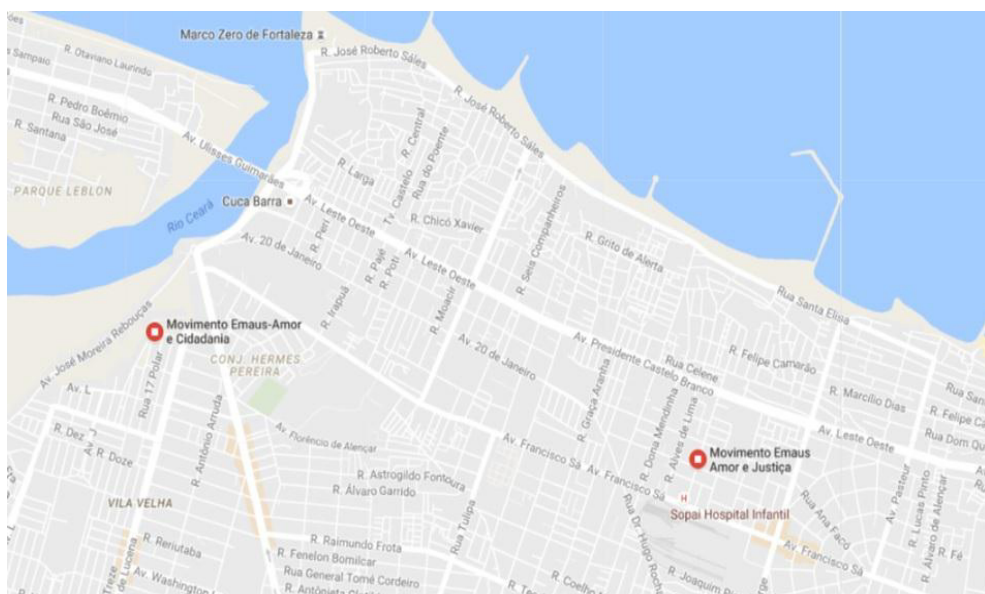
Em contato com o setor de sustentabilidade do Grupo, na filial Fortaleza, foi

informado que aquele setor segue políticas de doações de bens e resíduos, sem nenhum incentivo governamental, bem como só mantém parceria com empresas que possuam documentação regular Inclusive, faz parceria com a Empresa Ecoletas, pois a mesma emite certificado de descarte, informando os quilos doados, o que valoriza o trabalho com os resíduos pelo Grupo M. Dias Branco.

4.3.3 Análise das Organizações Não Governamentais Emaús:

Foi feito uma visita técnica, com aplicação de um questionário, às Organizações Não Governamentais chamada Emaús. Em Fortaleza existem duas organizações Emaús: uma no Bairro Pirambu, chamado *Emaús Amor e Justiça*; e outro, na Comunidade Vila Velha, denominado *Emáús Amor e Cidadania*. A pesquisa está sendo centralizada nos dados desta última, pois ela possui um trabalho maior com os resíduos eletroeletrônicos e todos os Emaús seguem a mesma prática: se mantém por meio de doações de eletrônicos, calçados, roupas e brinquedos que são recuperados em oficinas profissionalizantes. Após a recuperação, os objetos são vendidos à comunidade no Bazar Emaús por preços populares. O dinheiro tem três destinos: manter a estrutura do Emaús; dar dignidade aos participantes/associados; trabalhos sociais com os mais pobres; e apoiar a criação de outros Emaús.

Figura 17: Localização dos Emaús de Fortaleza



Fonte: GOOGLE MAPS

Dois responsáveis pela Organização foram entrevistados⁶. Os entrevistados informaram que o Emaús recebe todo tipo de eletrônico que a sociedade -principal geradora de resíduos eletroeletrônicos - deseje doar, principalmente em datas festivas. Qualquer pessoa que more no Município de Fortaleza pode entrar em contato pelo telefone com o Emaús, que realiza a busca do equipamento doado de acordo com a sua rota (Anexo A), com exceção de algumas localidades, por motivo de segurança. O doador na entrega do equipamento preenche um termo de doação mostrado na Figura 19.

O Emaús recebe qualquer resíduo eletrônico, seja ele em estado útil ou danificado. Somente consegue recuperar e revender 50% do que é doado. Os eletrônicos passíveis de reparo são recuperados em oficinas profissionalizantes e os que não o são passam por uma triagem, onde são separados em materiais recicláveis como ferro, plástico, pvc, alumínio, cobre e bronze, gerando uma receita de R\$ 3.000,00 mensais para o Emaús (ver preço de materiais recicláveis no Quadro 4) . Estes materiais são vendidos para uma única empresa chamada Reciclagem *O Renato*.

Figura 18: Termo de Doação Emaús Vila Velha

emaús
VILA VELHA Amor e Cidadania

Teledoações: 3282.1382 / 3282.1267
Rua 23, nº 96 - Conj. Polar - Barra do Ceará - CEP 60.347-690
Fortaleza - CE - Brasil
site: www.emausvive.org - e-mail: emausvila@yahoo.com.br

SENHOR(A):
COLETAMOS EM SUA CASA SEM CUSTO AÍTIUM: ROUPAS, CALÇADOS, MÓVEIS, LIVROS, JARROS, FERRO DE PASSAR, UTENSÍLIOS DE COZINHA, BRINQUEDOS, MÁQUINA DE COSTURA E DE LAVAR, GELADERA, FOGÃO, BICICLETA, COMPUTADOR, FIFELHO DE SÓLA, AR CONDICIONADO, BIBLES, TÁTERIAL, ELÉTRICO E ELETRÔNICO, E DE CONSTRUÇÃO E REICLÁVEIS: (METAL, VIDRO, PAPEL, PLÁSTICO E OUTROS)

DATA DA LIBERAÇÃO: / / DATA DA COLETA: / /

NOME: _____
TELEFONES: _____
ENDEREÇO: _____
BAIRRO: _____
PONTO DE REFERÊNCIA: _____
DOAÇÃO: _____

DATA DE REAGENDAMENTO: _____
1ª / / 20__
2ª / / 20__
3ª / / 20__

C. VERMELHO: () () ()
C. BRANCO: () () ()
EXTRA: () () ()
ARQUIVO: / /

Fonte: Emaús Vila Velha (2016)

⁶ Francisca Marcia Costa da Silva, responsável pela administração do Emaús de Vila Velha, e João Edson Gonçalves Rocha, técnico em eletrônicos daquela Organização.

Quadro 5: Preço dos materiais recicláveis vendidos pelo Emaús

Materiais e Valores	
Material	Preço por Kg
Alumínio Perfil	R\$ 3,00
Alumínio Duro	R\$ 1,50
Alumínio Condensado	R\$ 6,00
Cobre	R\$ 12,00
Bronze	R\$ 5,00
Ferro	R\$ 0,12
Plástico	R\$ 0,60
PVC	R\$ 1,00

Fonte: Elaborado pela Autora (2016)

Foi tentado contato com a Recicladora *O Renato*, mas ninguém atende ao telefone e não funciona nenhum estabelecimento no endereço encontrado no buscador da internet. Ao se perguntar porque o Emaús só trabalha com a mencionada recicladora, foi informado que apenas eles se disponibilizaram a comprar e buscar esse material no próprio Emaús. O Emaús informou que não sabe qual destino a Reciclagem *O Renato* dá ao seu material, bem como não tem conhecimento da Empresa Ecoletas, a única licenciada ambientalmente para operar com resíduos eletroeletrônicos em Fortaleza.

Figura 19: Estoque de eletrônicos doados para recuperação (a)



Fonte: Foto da Autora (2015)

Figura 20: Estoque de eletrônicos doados para recuperação (b)



Fonte: Foto da Autora (2015)

O Emaús informou que não possui nenhum incentivo governamental, como também não possui nenhuma parceria, sendo portanto autossustentável. Somente o terreno em que opera, em torno de 1.100 metros quadrados, foi cedido pela Prefeitura de Fortaleza por apenas 10 anos. O Emaús detém conhecimento do impacto ambiental dos resíduos eletroeletrônicos, bem como possui consciência do valor econômico destes, mas não registra o quantitativo volumétrico que recebe deste tipo de resíduo.

Foi visto que, mesmo fazendo um belo trabalho com a sociedade, o Emaús descarta incorretamente alguns eletrônicos, vendendo no seu próprio bazar (ver Figura 21). Sabe-se que o processo de segregação dos componentes eletrônicos em material reciclável deve ser feito por técnicos qualificados para este tipo de trabalho. No entanto, o Emaús não possui gente deste nível, bem como não tem apoio da prefeitura para o descarte correto deste tipo de resíduo.

Figura 21: Estoque de eletrônicos doados para recuperação (b)



Fonte: Foto da Autora (2015)

4.3.4 Instituição de Ensino (UFC)⁷

Na Universidade Federal do Ceará, o processo de recolhimento de bens inservíveis, sem utilidade, se inicia pela identificação de bens inservíveis nas Unidades da UFC. Uma vez identificado, a unidade registra uma solicitação para o recolhimento do bem, com aprovação do gestor; após a aprovação, ocorre a movimentação física do bem para o Depósito de Inservíveis (ver Figura 22).

Figura 22: Depósito de Inservíveis da UFC.



Fonte: Foto da Autora (2015)

Os bens no Depósito de Inservíveis ficam disponíveis para as unidades da UFC que porventura possam ter interesse em utilizá-los. Neste caso, a unidade deve solicitar a transferência do bem. Os demais bens que permaneçam no Depósito de Inservíveis poderão ser doados ou leiloados.

⁷ As informações foram repassadas pelo chefe do setor de Controle de Bens da Universidade Federal do Ceará (UFC), Antônio Rodrigues Fernandes Neto.

O processo de doações só pode ser feito para entidades da Administração Pública, empresas públicas, sociedades de economia mista e instituições filantrópicas, reconhecidas de utilidade pública pelo Governo Federal. Já os leilões de bens derivam de uma avaliação periódica da lotação do Depósito de Inservíveis. No momento em que o depósito estiver lotado, é realizada uma análise da condição dos bens, separando aqueles que podem ser leiloados.

No caso dos bens de informática, deve ser seguido o Art. 21, do Decreto 99.658, de 30.10.1990, que estabelece que deve ser enviado uma lista dos eletrônicos inservíveis para a Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI), do Ministério do Planejamento, para ser feita a triagem e disponibilização do bem para outros órgãos federais. O SLTI deve se pronunciar em um prazo de 30 dias. Caso o SLTI não se manifeste, o bem poderá ser leiloado ou doado.

Figura 23: Containeres de bens de informática na UFC



Fonte: Foto da Autora (2016)

O setor de Controle de Bens da UFC informou que o Depósito de Inservíveis está

sempre acima da sua capacidade de lotação, com alguns ficando em torno de sete meses no depósito, pois a própria legislação interna exige um processo muito demorado, bem como limita as doações e leilões para órgãos ou entidades de utilidade pública.

4.3.5 Projeto Ecoponto

O *Projeto Ecoponto* envolve pontos de entrega voluntária e gratuita de materiais inservíveis; ou seja, que não possuem nenhuma utilidade - como entulhos, restos de poda, móveis e estofados velhos, além de pneus, óleo de cozinha, papelão, plásticos, vidros, metais, celulares e aparelhos eletroeletrônicos (ver figuras 24 e 25).

Figura 24: Ecoponto do Bairro de Fátima, em Fortaleza/CE



Fonte: Foto da Autora (2016)

Em Fortaleza, estão disponíveis 14 ecopontos, distribuídos nos bairros: Barra do Ceará, Vila Velha, São João do Tauape, Varjota, Cidade 2000, Bairro de Fátima, Vila Peri, Serrinha, Conjunto Esperança, Conjunto Ceará, José Walter, Edson Queiroz, Cidade dos Funcionários e Jangurussu. O Ecoponto é um projeto da Prefeitura de Fortaleza, com a

empresa privada ECOFOR e a concessionária de energia COELCE. A Prefeitura quer implantar mais 11 ecopontos até o final de 2016. Todos os ecopontos possuem uma estrutura de descarte seletivo, ampliando, assim, as possibilidades de reciclagem na cidade.

O primeiro ecoponto foi inaugurado em 2011 no Bairro Varjota, mas o ecoponto do Bairro de Fátima tornou-se referência, pois desde o seu primeiro dia de funcionamento já foram recebidas cerca de 668 toneladas de materiais; destes, 589 toneladas foram de entulhos de obras domiciliares, enquanto que os materiais recicláveis, ou seja, plástico, vidro, metal, papel e papelão foram responsáveis por cerca de 79,3 toneladas. (Jornal Diário do Nordeste, 2016).

O ecoponto do Bairro de Fátima foi escolhido para o estudo de campo do presente trabalho quando verificou-se que este ecoponto recebe resíduo eletroeletrônico mas não possui um local de armazenamento correto⁸. Após o recebimento, todos os resíduos eletroeletrônicos de todos os ecopontos são repassados para a Empresa Ecoletas.

Figura 25: Resíduo eletroeletrônico exposto no Ecoponto do Bairro de Fátima, Fortaleza/CE



Fonte: Foto da Autora (2016)

Também, foi verificado que não existe nenhum incentivo para a população entregar os

⁸ Reportado por Jaime Ferreira dos Santos, responsável pela gestão de resíduos sólidos urbanos da Prefeitura de Fortaleza.

REEE no Ecoponto. Já os resíduos de vidro, metal, papel, plástico, óleo de cozinha e *tetrapack* fazem parte do Projeto *Recicla Fortaleza* pelo qual a população pode ter descontos na conta de energia pela troca desses resíduos nos Ecopontos.

Segundo o Jornal Diário do Nordeste, o programa foi lançado em 30 de abril de 2016 e, em dois meses de funcionamento, ultrapassou os 1.249 cadastrados no primeiro mês. Isso resultou na ampliação da bonificação gerada pelo *Recicla Fortaleza*, que, no primeiro mês, gerou R\$ 6.945,26 em desconto na conta de energia. A Figura 26 mostra a tabela de ganho em custo de energia no âmbito do referido Projeto.

Figura 26: Valor de cada resíduo no programa *Recicla Fortaleza*.

VIDRO		METAL	
CERVEJA (PACOTE)	R\$ 0,04	AÇO INOX 304 (SÓ MANTENÇÃO)	R\$ 1,50
COQUINHO	R\$ 0,05	AÇO INOX 430	R\$ 0,30
LITRO BRANCO	R\$ 0,05	ALUMÍNIO (PACOTE)	R\$ 2,20
CACO BRANCO	R\$ 0,05	ALUMÍNIO FUNDIDO	R\$ 1,30
POTE	R\$ 0,05	ANTIMÔNIO	R\$ 0,75
REFRIGERANTE LITRO	R\$ 0,05	BATERIAS	R\$ 1,00
GARRAFÃO DE VINHO	R\$ 0,04	CHUMBO	R\$ 0,70
LITRO PRETO	R\$ 0,04	BRONZE	R\$ 4,00
LONG NECK	R\$ 0,04	LATA DE ALUMÍNIO	R\$ 1,50
		LATA DE AÇO	R\$ 0,20
		LATÃO	R\$ 1,50
		FERRO FUNDIDO	R\$ 0,20
		FERRO BATIDO	R\$ 0,10
PAPEL		PLÁSTICO	
PAPELÃO	R\$ 0,03	FILME	R\$ 0,50
PAPEL BRANCO	R\$ 0,11	FORRO PVC	R\$ 0,40
PAPEL MISTO	R\$ 0,05	GARRAFA PET (BRANCA DE VIDRO)	R\$ 0,40
JORNAL	R\$ 0,03	MANGUEIRA	R\$ 0,40
		PVC	R\$ 0,40
OUTROS			
TETRA PAK	R\$ 0,07		
ÓLEO DE COZINHA	R\$ 0,30		

Fonte: Foto da Autora (2016)

4.3.6 O Município de Fortaleza e a PNRS.

A PNRS, torna-se responsabilidade obrigatória dos municípios e do Distrito Federal a

gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos. Além de estabelecer medidas como a erradicação dos lixões a céu aberto, a fiscalização de aterros sanitários, incentivos à reciclagem de resíduos e valoração econômica da atividade dos catadores. A PNRS reconhece os REEE com potencial toxicidade e estabelece a responsabilidade compartilhada entre indústria, comércio, usuários e poder público para a execução da logística reversa para esse tipo de resíduo. Fortaleza, apesar de ter um Plano Municipal de Resíduos Sólidos, não segue as determinações da PNRS em relação aos REEE, bem como não cita em todo o seu plano nenhum tipo de tratamento diferenciado para os REEE, apesar de reconhecer no plano esse tipo de resíduo como uma ameaça ao Município.

Em dezembro de 2010, a PNRS foi regulamentada pelo decreto nº 7.404 que tratou diversos pontos relacionais aos REEE, mas que até hoje não foram aplicados no Município de Fortaleza de acordo com o quadro 6:

Quadro 6: Comparativo dos pontos relacionados aos REEE na PNRS em relação a atuação dos mesmo no Município de Fortaleza.

Mesmo com a aprovação e iminente implementação da PNRS, os REEE ainda carecem de definições mais claras, na legislação, por parte da União. Os pontos elencados abaixo tornam a coleta, logística, reciclagem e disposição final dos REEE com um maior um custo, uma complexidade e uma viabilidade diferenciada em decorrência do entendimento jurídico e de decisões tomadas nesse contexto.

Pontos relacionais aos REEE regulamentada pelo decreto nº 7.404	Atuação do Município de Fortaleza
A gestão dos resíduos sólidos deve buscar, nesta ordem, a não-geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada (art. 35).	O Município não possui nenhum acordo setorial com os produtores e fornecedores de eletrônicos a fim de diminuir esse tipo de REEE ou reutilizá-lo, bem como não existe no município coleta seletiva, tratamento adequado e disposição final para os REEE.

<p>Responsabilidade compartilhada, implementada de forma individualizada e encadeada, entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares de serviços públicos (Cap. 1, art. 5).</p>	<p>Algumas empresas como foi visto no Estudo de caso destinam corretamente seus REEE por iniciativa própria, no entanto, não existe no Município um Sistema de Logística Reversa para os REEE que fiscalize e exija que a responsabilidade com esse tipo de resíduo, por todos da cadeia, seja implementada.</p>
<p>O sistema de logística reversa de REEE deverá ser estruturado e mantido pelos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes (seção 2, art. 18º). Deve também estabelecer metas progressivas, intermediárias e finais para a realização da logística reversa na proporção dos produtos colocados no mercado interno (§ 2º, art. 18).</p>	<p>Não existe no Município de Fortaleza um Sistema de Logística Reversa.</p>
<p>Promoção de estudos para viabilizar a desoneração tributária de produtos recicláveis e reutilizáveis (art.4).</p>	<p>Não há no município desoneração tributária para produtos reutilizáveis ou recicláveis, bem como não existe nenhum programa de educação ambiental ou incentivo monetário para a correta destinação desses resíduos.</p>
<p>Obrigação dos consumidores em disponibilizar adequadamente seus resíduos sólidos para coleta e devolução, sempre que houver sistema de coleta seletiva municipal ou sistema de logística reversa (art. 6).</p>	<p>O município não possui um sistema de coleta seletiva, bem como desconhece os REEE na sua coleta e a importância da logística reversa para esse tipo de resíduo.</p>

Fonte: elaborado pela autora (2016)

- Os REEE podem ser classificados de diferentes maneiras, na forma de produtos, resíduos ou rejeitos, como também podem ser considerados perigosos ou inertes, ocasionando diferentes obrigações de segurança ambiental e laboral.
- Exigência de licenciamento dos pontos de recebimento, fiscalização sobre seu transporte e a eventual remuneração por insalubridade.
- Regime de tributação sobre a circulação e o tratamento dos REEE, além de refletir o interesse do poder público em incentivar ou coibir determinadas práticas, também varia conforme a classificação dos materiais.
- Para garantir amparo jurídico da logística reversa é necessário o preenchimento de um termo ou declaração de doação.

4.4 GERAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA.

Levando-se em consideração que o município de Fortaleza possui cerca de 2,6 milhões de habitantes (IBGE, 2015) e tomando por base o parâmetro de geração anual de REEE por habitante (0,5 quilos/hab-ano) - definido por Gerber, Zapparoli e Portugal (2010), tem-se um total de cerca de 1.300 toneladas/hab-ano; ou uma média de 108 toneladas por mês. Neste sentido, a Ecoletas informou que recebe em média 400kg de resíduos eletroeletrônicos por mês somente de Fortaleza, o que não chega a ser 1% dos REEE gerados no município, por esta estimativa.

4.5 PROPOSTA DE UMA NOVA ABORDAGEM PARA A GESTÃO DA CADEIA DOS REEE NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA.

De acordo com o anteriormente exposto, elaborou-se uma lista (ver Quadro 7) contendo todos os problemas verificados na cadeia atual dos REEE no Município de Fortaleza. A partir desta lista foi aplicada a técnica Matriz Gut explanada no Capítulo 3, onde foi possível identificar os principais problemas e priorizar intervenções propostas no sistema atual de gestão dos REEE.

Quadro 7: Problemas da atual cadeia dos REEE em Fortaleza/CE

Item	Problemas verificados na cadeia atual dos REEE em Fortaleza
1	Inexistência de infraestrutura para disposição final dos REEE pelo Poder Público.
2	Inexistência de Planos Municipais de Gerenciamento dos REEE.
3	Inexistência de planos e programas de coleta seletiva para os REEE pela empresa privada que realiza coleta no município.
4	Inexistência de planos e programas públicos de coleta seletiva de materiais recicláveis, com inclusão dos catadores.
5	Inexistência de multas de geradores de REEE que dispõem o resíduo incorretamente.
6	Objetivos diferentes entre os participantes da cadeia dos REEE.
7	Inexistência de pontos de coleta dos REEE em toda a cidade
8	Ausência de gestão que considere as denúncias relativas aos serviços prestados de coleta, visando melhoria do mesmo.
9	REEE expostos em locais indevidos na cidade
10	Inexistência de indicadores de gestão por parte da prestadora de serviços de coleta em relação aos REEE
11	Ausência de fiscalização dos serviços de Limpeza Urbana
12	Resistência do Poder Público de atender a PNRS
13	Inexistência de acondicionamento adequado para os REEE nos Ecopontos
14	Falta de uma Programa de Logística Reversa dos REEE
15	Aumento contínuo da geração de resíduos e deficiência na cultura dos descartáveis
16	Inexistência de operadores qualificados para a coleta dos REEE
17	Não existe transporte adequado para este tipo de resíduo pela empresa privada que realiza a Coleta
18	Cadeias paralelas e informais manipulam os REEE incorretamente, proporcionando futuros impactos na saúde. Ex: Catadores e Organizações Não Governamentais

19	Somente a Empresa Ecoletas realiza a triagem e a desmontagem dos REEE em Fortaleza de forma irregular, o que seria menos de 1% dos REEE gerados em Fortaleza.
----	---

Fonte: Elaborado pela Autora (2016)

Quadro 8: Matriz GUT dos problemas delineados

Item	Problemas verificados na cadeia atual dos REEE em Fortaleza	G	U	T	GXUX T
1	Inexistência de infraestrutura para disposição final dos REEE pelo Poder Público.	5	5	5	125
2	Inexistência de Planos Municipais de Gerenciamento dos REEE.	4	4	4	64
3	Inexistência de planos e programas de coleta seletiva para os REEE pela empresa privada que realiza coleta no município.	4	3	4	48
4	Inexistência de planos e programas públicos de coleta seletiva de materiais recicláveis, com inclusão de catadores	4	3	4	48
5	Inexistência de multas de geradores de REEE que dispõem o resíduo incorretamente	3	3	4	48
6	Objetivos diferentes entre os participantes da cadeia dos REEE	3	3	3	27
7	Inexistência de pontos de coleta dos REEE em toda a cidade	5	5	5	125
8	Ausência de gestão que considere as denúncias relativas aos serviços prestados de coleta, visando melhoria dos mesmo	3	3	3	27
9	REEE expostos em locais indevidos na cidade	5	5	5	125
10	Inexistência de indicadores de gestão por parte da prestadora de serviço de coleta em relação aos REEE	3	3	3	27

11	Ausência de fiscalização dos serviços de Limpeza Urbana	4	4	4	64
12	Resistência do Poder Público de atender a PNRS	5	5	5	125
13	Falta de acondicionamento adequado para os REEE nos Ecopontos	5	5	5	125
14	Falta de uma Programa de Logística Reversa dos REEE	4	4	4	64
15	Aumento contínuo da geração de resíduos e da cultura dos descartáveis	4	4	4	64
16	Inexistência de operadores qualificados para a coleta dos REEE	5	5	5	125
17	Não existe transporte adequado para esse tipo de resíduo pela empresa privada que realiza a Coleta	4	4	4	64
18	Cadeias paralelas e informais manipulam os REEE incorretamente, proporcionando futuros impactos na saúde. Ex: Catadores e Organizações Não Governamentais	5	5	5	125
19	Somente a Empresa Ecoletas realiza a triagem e a desmontagem dos REEE em Fortaleza de forma irregular, o que seria menos de 1% dos REEE gerados em Fortaleza	5	5	5	125

Fonte: Elaborado pela Autora (2016)

Com o resultado obtido na Matriz GUT, foram considerados os oito problemas priorizados (em vermelho). Verificou-se que o Poder Público é a maior barreira para o correto manejo dos Resíduos Eletroeletrônicos. Isto leva a que se proponha à Prefeitura Municipal de Fortaleza novas intervenções de suporte da gestão do subsetor de resíduos REEE, a saber:

1. Elaborar, aprovar e fazer cumprir uma legislação municipal que atenda a gestão dos resíduos eletroeletrônicos no município;
2. Identificar, mapear e promover a correção de problemas ambientais decorrentes da deposição indiscriminada de resíduos eletroeletrônicos em locais inadequados;
3. Identificar, cadastrar e exigir o licenciamento ambiental de estabelecimentos que comercializem equipamentos eletroeletrônicos;

4. Disponibilizar locais públicos, programas de incentivo e parcerias com empresas privadas para a entrega voluntária dos REEE com o seu correto acondicionamento;
5. Estabelecer penalidades àquelas empresas e geradores de resíduos que descumprirem o que estiver disposto na legislação municipal.

4.5.1 Modelagem proposta

No intuito de alcançar a modelagem proposta, foram compilados aprendizados em relação a sistemas de logística reversa de REEE e seguindo o pensamento de Amaral Junior (1993,p.9), citado no capítulo 3, foi feito um benchmarking de experiências internacionais . Também fizeram parte da pesquisa experiências brasileiras de logística reversa para outros tipos de resíduos como pneus e embalagem de agrotóxicos, visto que não existe no Brasil um Sistema de Logística Reversa aplicado aos REEE de acordo com os requisitos solicitados pela PNRS. De forma a permitir um melhor entendimento dos modelos já existentes e identificar dificuldades sobrepostas, elaborou-se o quadro 9 com as experiências mapeadas:

Quadro 9: Representação Comparativa dos modelos analisados

Modelos já existentes /caraterísticas	REEE FRANÇA	REEE CALIFÓRNIA	REEE CANADÁ	REEE UNIÃO ERUPÉIA	REEE ESPANHA	REEE PORTUGAL	REEE JAPÃO	REEE ÁUSTRIA	PNEUS BRASIL	AGROTÓXICOS BRASIL
Fontes de recurso para a viabilização do modelo.	Taxa	Impostos	Fabricante/ Importador	Fabricante/ Importador	Fabricante/ Importador	Fabricante/ Importador	Custo Compartilhado	Custo Compartilhado	Fabricante/ Importador	Custo Compartilhado
Responsabilidade pelos produtos que tem fabricantes e importadores desconhecidos.	Fabricante/ Importador	Governo	Governo/ Consumidor	Fabricante/ Importador	Fabricante/ Importador	Fabricante/ Importador	Governo/ Fabricante	Fabricante/ Importador	Fabricante/ Importador	Fabricante/ Importador
Responsabilidade pelo Modelo de Logística Reversa.	Fabricante	Governo	Fabricante	Fabricante	Fabricante	Fabricante	Compartilhada	Compartilhada	Fabricante	Compartilhada
Tratamento a ser dado ao reuso dentro do sistema de logística reversa.	Viabilizado pelo sistema	Estimulado por campanhas	Viabilizado pelo sistema	Estimulado por campanhas	Não estimulado	Viabilizado pelo sistema	Estimulado por campanhas	Não estimulado	Viabilizado pelo sistema	Não estimulado
Grau de competição que caracteriza o modelo.	Vários atores atuando de forma competitiva	Uma única organização no controle	Uma única organização no controle	Vários atores atuando de forma competitiva	Vários atores atuando de forma competitiva	Vários atores atuando de forma competitiva	Vários atores atuando de forma competitiva	Vários atores atuando de forma competitiva	Uma única organização no controle	Uma única organização no controle

Fonte: Adaptado de ABDI, 2012.

A modelagem proposta é de responsabilidade compartilhada de acordo com as diretrizes da PNRS e as priorizações mostradas a partir da Matriz GUT, estimulando assim a cooperação entre os atores do subsetor. Bem como foi utilizado como base o Modelo do Japão

em verde no quadro 9 e já explanado no capítulo 2. Abaixo será descrito apenas o fluxo físico dos REEE (figura 27), com a responsabilidade atribuída a cada um dos atores, uma vez que a ausência de dados impossibilitou a viabilidade econômica da implantação do modelo:

Figura 27: Fluxo físico do modelo proposto

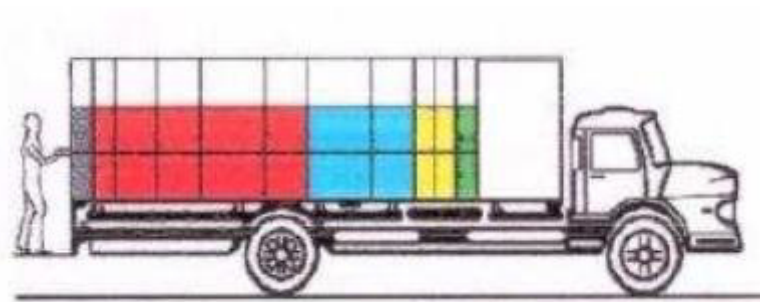


Fonte: elaborado pela autora (2016)

1) Coleta e transporte até o de descarte/recebimento

- Coleta seletiva com caminhões compartimentados (figura 28), executadas periodicamente e fiscalizadas pelo Poder Público. A Coleta deverá ocorrer nos pontos domiciliares, nos Ecopontos, nas associações de catadores e nas organizações não governamentais cadastradas. Partindo da premissa, que para a coleta ser eficiente e eficaz será necessário o cadastramento e a participação de todas as associações de catadores, organizações não governamentais e que os fabricantes e importadores de eletrônicos destinem seus REEE nos Ecopontos já existentes distribuídos na cidade.

Figura 28: Caminhões compartimentados



Fonte: PMGIRS de Fortaleza (2015)

- O consumidor também poderá entregar seu REEE nos Ecopontos.
- O modelo considera que os fabricantes e importadores através da oferta de vouchers de desconto estimulem a devolução dos REEE, alcançando assim o crescimento e valorização do mercado de recicláveis e sendo parceiro do Poder Público e das Recicladoras.

2) Recebimento e armazenagem

- Os Ecopontos deverá disponibilizar pontos fixos de descarte com acondicionamento adequado em contêiner para os REEE (figura 29).
- As associações de catadores, organizações não governamentais e os fabricantes e importadores também deverão ter um espaço com contêiner para o acondicionamento dos seus REEE.

Figura 29: Contêiner de armazenamento



Fonte: PMGIRS de Fortaleza (2015)

3) Transporte até o centro de triagem

- O Poder Público realiza o transporte do REEE dos Ecopontos, das associações de catadores e das organizações não governamentais até o centro de triagem mais próximo.
- Os centros de triagem aprovisionarão a inclusão social dos catadores, os qualificando para o correto manejo dos REEE e execução da triagem.

4) Triagem do resíduo

- A Organização gestora estrutura, coordena, capacita os catadores e gerencia os centros de triagem em parceria com o Poder Público, promovendo a triagem, armazenamento e despacho do REEE.
- No centro de triagem é feita a separação do REEE por tipo de equipamento e contagem para fins de documentação do processo.

5) Transporte até o reciclador

- O reciclador recolhe o REEE nos centros de triagem e transporta até o seu estabelecimento.
- Possibilidade da Organização Gestora ser remunerada pelo reciclador em função do valor do REEE entregue e a mesma fazer a divisão entre os agentes participantes da cadeia.

6) Reciclagem do resíduo

- O reciclador realiza a descaracterização de marcas e dados (quando possível), faz a rastreabilidade, recicla o REEE e realiza o balanço de massa, conforme contrato de serviço estabelecido com a Organização Gestora.
- O reciclador repõe o material reciclado no mercado ou dá a devida destinação final ao resíduo cumprindo licenciamento ambiental e normas técnicas.

4.5.1.1 Responsabilidades atribuídas a cada um dos atores:

Consumidor:

- Levar seu resíduo eletroeletrônico, de pequeno porte, aos ecopontos;
- Solicitar a retirada do seu resíduo eletroeletrônico, de grande porte, em sua residência pelo fabricante e importadores. No caso de resíduos de origem desconhecida entrar em contato com a Organização gestora.

Fabricante e Importadores:

- Providenciar espaço para o armazenamento adequado dos REEE recebidos;
- Informar a Organização gestora o quantitativo do volume de resíduos recebidos;
- Habilitar-se como tal ou associar-se a organização gestora;
- Levar os resíduos coletados nos Ecopontos;
-

Organização Gestora:

- Divulgar os pontos de recebimento, práticas de descarte, conscientização e alternativas de reuso;
- Compartilhar;
- Planejar, executar e acompanhar a triagem por tipo/porte de equipamento;
- Realizar toda a documentação dos seus processos internos e monitorar o quantitativo de todos os REEE que passam pelos Centros de Triagem;
- Gerenciar a logística dos centros de triagem até os recicladores;
- Contratar e acompanhar o serviço de reciclagem;
- Informar fluxo do processo de logística ao Poder Público;
- Prover informação e serviço de retirada de REEE de grande porte ao seu cliente;

Reciclador:

- Certificar-se junto ao Poder Público e a Organização gestora;
- Realizar a reciclagem e disposição final correta do rejeito;
- Prover informações de performance do processo;
- Vender material reciclado ao mercado;

Poder Público:

- Atribuir e fiscalizar as metas de reciclagem;
- Regular e incentivar os recicladores;
- Prover incentivos a fabricação de produtos com maior conteúdo de reciclados, recicláveis e facilidade de reciclagem ;
- Lançar editais para incentivo a pesquisa e desenvolvimento de forma a promover o desenvolvimento de conhecimento e tecnologias relacionadas à cadeia da logística reversa de REEE;
- Prover financiamentos para infraestrutura do Transporte, ecopontos, centros de Triagem e outros atores do sistema;
- Promover junto a Organização gestora conscientização sobre o tema;
- Articular uma equipe de acompanhamento para a implantação do sistema;

O modelo proposto tem como vantagem o compartilhamento dos custos, o ganho com a organização, visto que as informações serão bem consolidadas e as estatísticas documentadas, não sobrecarregando, assim, nenhum ator da cadeia. Para uma melhor eficiência do sistema, o modelo proposto tem como sugestão, a promoção de incentivos monetários ao consumidor que seguir com suas obrigações, incentivos fiscais aos estabelecimentos de fabricantes e importadores que se cadastrarem no sistema, projetos de educação ambiental voltada para os REEE nas instituições de ensino, campanhas publicitárias para a divulgação do sistema e a capacitação dos catadores que tanto poderiam atuar nos centros de triagem, como nas recicladoras, aproximando e estimulando a cooperação entre os

atores do subsetor.

4.5.1.2 Benefícios econômicos, ambientais e sociais decorrente das proposições feitas.

O estabelecimento do sistema de logística reversa no Município de Fortaleza fortalecerá o mercado da reciclagem, podendo trazer os seguintes benefícios sociais, econômicos e ambientais.

Sociais:

- Geração de empregos formais;
- Fortalecimento das associações de catadores com geração de oportunidades de prestação de serviços ao sistema;
- Promoção de uma maior conscientização da população quanto às questões ambientais relacionadas aos equipamentos eletroeletrônicos;
- Minimização de problemas de saúde causados pelo manuseio incorreto de REEE

Econômicos:

- Maior retorno de matérias-primas advindas da reciclagem de REEE.
- Fortalecimento da indústria da reciclagem pelo consequente aumento da demanda.
- Desenvolvimento de conhecimento e tecnologias relacionada a reciclagem de REEE.

Ambientais:

- Diminuição de casos de descarte incorreto de REEE.
- Melhoria da qualidade dos serviços de reciclagem e consequente menor nível de rejeitos nos aterros.

5. CONCLUSÃO

Este Capítulo resume as principais conclusões do Estudo, destaca as limitações encontradas na pesquisa que o embasou, propõe estudos complementares e para seu aprofundamento, bem como tece considerações finais sobre o processo de pesquisa.

5.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES

O presente Estudo propõe uma nova abordagem metodológica de diagnóstico e gestão da cadeia dos REEE para o setor urbano de reciclagem, tendo como caso de estudo o Município de Fortaleza. A abordagem teórica de referência tem base na Análise Sistêmica, nas melhores práticas nacionais e internacionais (*Benchmarking*) do setor focado e na Matriz GUT para determinação de prioridades de ações propostas em função do diagnóstico setorial efetuado.

O município em estudo, como a maioria dos municípios brasileiros, ainda não efetua o gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos de acordo com as diretrizes determinadas pela Lei nº 12.305, que criou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). No município em estudo, constatou-se que são muitos e distintos os interesses de todos os participantes da cadeia dos resíduos eletroeletrônicos, bem como não existe cobrança, fiscalização e punição, pelo Poder Público, dos requisitos legais quanto àquela Lei.

Dentre os agentes envolvidos e pesquisados na referida cadeia, alguns não pareciam entender a importância do alinhamento da gestão, quanto à correta e destinação dos resíduos eletroeletrônicos, com o que reza a PNRS e com as melhores práticas do setor nos níveis nacional e internacional.

Ressalte-se que existe, na área de estudo, apenas uma empresa com licença ambiental para efetuar a coleta, triagem e destinação final dos resíduos eletroeletrônicos, sendo que ela apresenta algumas dificuldades na sua operacionalização, em face de fatores tais como:

- Ausência de legislação específica para o setor no âmbito municipal;

- O poder público local não incentiva a operacionalização da empresa, não cooperando com o processo de coleta nos seus ecopontos;
- Há desconhecimento, por parte da sociedade, dos impactos na saúde humana e animal e do correto destino para o resíduo eletroeletrônico;
- O custo de coleta dos resíduos é alto devido as licenças do estabelecimento e dos transportes adequados.
- Existe reciclagens clandestinas pelos catadores na busca por metais preciosos, principalmente em função de informação incorreta pela grande mídia sobre o valor agregado dos resíduos.

Foram observadas lacunas de cooperação entre os agentes envolvidos como a cadeia em foco, como é o caso das Organizações Não Governamentais que recebem uma grande quantidade de resíduos eletroeletrônicos e desconhecem a empresa licenciada que faz a destinação correta desses resíduos.

Reportou-se que o Município de Fortaleza gera uma média de 107 toneladas de REEE por mês e a única empresa licenciada do município recebe menos de 1% destes resíduos, fato que demonstra a situação de descaso com esse tipo de resíduo pelo poder público local. A quase totalidade dos REEE gerados pode estar sendo jogada no lixo comum, tendo como destino final os aterros sanitários, principalmente o ASMOC, em Caucaia.

Isto ocorre apesar de os órgãos públicos deterem uma grande parcela dos REEE, os quais são armazenados a espera de leilões, dificultados pela burocracia interna dos órgãos, como é o caso da Universidade Federal do Ceará.

Observou-se, também, a existência de mercado informal na área de estudo, onde os resíduos são vendidos para sucateiros ou enviados para reciclagens sem licença para operá-los, ocasionando que sua manipulação se dá de forma incorreta.

Como consequência da grande quantidade de REEE no município de Fortaleza que não tem o seu destino registrado, deve-se alertar para a presença dos metais pesados que são lixiviados quando em contato com a água e quando presentes em incêndios acidentais em aterros domésticos, além dos danos a saúde nas pessoas que os manipulam de forma incorreta.

As autoridades do Município de Fortaleza devem atentar para o grau de desconhecimento quanto ao assunto pela sociedade e, principalmente, quanto ao que fazer com o seu lixo eletrônico, legislando sobre de quem deverá ser a responsabilidade de providenciar um correto destino para o mesmo. Este fato é tanto mais importante quanto se demonstrou, no Capítulo 2 desta Dissertação, que grandes quantidades de resíduos eletroeletrônicos vão continuar sendo gerados devido ao surgimento de novas tecnologias e ao acesso aos produtos eletroeletrônicos de preço acessível.

Grande parcela da desinformação sobre os impactos do setor em foco é de responsabilidade do município e demais órgãos públicos responsáveis pela fiscalização e aplicação da legislação federal. A PNRS determina, no seu âmbito geral, o estudo local da geração dos resíduos por tipo para uma melhor adequação da referida legislação. Nesse sentido, cabe ao Poder Público, Prefeitura Municipal de Fortaleza, Câmara Municipal de Vereadores e SEUMA (Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente) executarem efetivamente seu trabalho.

Percebe-se, também, que existem algumas barreiras e desafios encontrados a nível nacional na gestão dos REEE e que precisam ser superados, tais como:

- i) Existem produtos eletroeletrônicos sendo fabricados com utilização de substâncias tóxicas;
- ii) Torna-se necessária a definição de acordos setoriais e a implementação da Logística Reversa, com a participação efetiva do poder público e de todos os agentes envolvidos na cadeia dos REEE, entendendo e exercendo a sua responsabilidade compartilhada;
- iii) Não se pode deixar de levar em consideração o baixo valor agregado dos REEE, o que leva à necessidade de considerar a escala produzida localmente para a viabilidade financeira de esquemas de coleta, transporte, disposição e tratamento; e
- iv) Assim, é preciso formular e implementar incentivos fiscais para a indústria de reciclagem no país e nos seus diversos estados.

Quanto ao atendimento dos objetivos do Estudo, o presente trabalho diagnosticou e propôs soluções para equacionar a problemática do setor de REEE no Município de Fortaleza, atendendo ao objetivo geral definido no Capítulo 1. Além de atingir o primeiro objetivo

específico, do ponto de vista teórico, no Capítulo 2, cumpriu-se, no Capítulo 4, o segundo e terceiro objetivos específicos, onde foi diagnosticado a situação dos REEE em Fortaleza e aplicado a abordagem metodológica proposta para o subsetor de REEE neste município.

Por fim, a correta destinação dos resíduos eletroeletrônicos, além de solucionar os problemas ambientais e sociais por estes gerados, irá trazer uma nova fonte de receita para o município, além de propiciar educação ambiental e qualidade de vida para toda a sociedade.

5.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Alguns aspectos podem ser reportados como limitantes do desenvolvimento da pesquisa que embasa a presente Dissertação, a saber:

i) O pequeno número de estudos acadêmicos na literatura sobre o setor de resíduos eletroeletrônicos no Brasil, com foco na gestão específica destes resíduos;

ii) O pequeno número de empresas legais atuantes na logística reversa do setor de REEE no país, a grande maioria delas localizadas no sul e sudeste do Brasil; em especial, no caso de Fortaleza, só pode ser identificada uma única empresa;

iii) A inexistência de uma base de dados e de recursos humanos/financeiros necessários para a obtenção de dados sobre o setor em foco, destacando-se a inexistência de registros da quantidade de resíduos eletroeletrônicos manipulados pelo município em estudo, o que exigiu um grande esforço da autora na coleta de dados;

iv) A resistência do poder público municipal em participar da pesquisa, principalmente em relação à empresa terceirizada que responde por toda coleta de lixo no Município de Fortaleza.

5.3 SUGESTÕES PARA O APROFUNDAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa propõe alguns estudos complementares e como aprofundamento da pesquisa, a saber:

i) A estruturação de um banco de dados para o setor de REEE no município de estudo, envolvendo todos os atores setoriais – domicílios geradores, empresas, associações de agentes recicladores e poder público local;

ii) Desenvolvimento de metodologia para determinação de custos da cadeia logística reversa estruturada para os REEE no município de estudo, possibilitando estudos de viabilidade econômico financeira;

iii) Elaboração de estudos que envolvam o aspecto regulatório do setor, visando alinhá-lo com as diretrizes da PNRS; e

iv) Uso de outras técnicas de estabelecimento de prioridades de intervenções no setor, tais como o Processo Hierárquico Analítico e a Técnica Delphi.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se o esforço da empresa Ecoletas Ambiental em otimizar uma pequena cadeia de Logística Reversa dos REEE, contribuindo para a destinação adequada desses resíduos e diminuindo os impactos ambientais no município de Fortaleza. O diretor da empresa e toda a sua equipe, apresentam conhecimentos atualizados sobre o assunto e buscam, constantemente, interação com instituições de ensino (Exemplo: IFCE).

Considerando-se as iniciativas realizadas no município, este estudo se apresenta como uma contribuição acadêmica para Fortaleza que pode ser utilizada pelos tomadores de decisões como base metodológica para planejar e definir ações de melhoria no sistema de gestão dos resíduos eletroeletrônicos.

Por fim, caso decida-se pela implantação de um Sistema de Logística Reversa dos REEE no município, julga-se necessário um esforço conjunto entre várias partes interessadas do sistema de gestão. A população, a prefeitura, os catadores, as indústrias de reciclagem, ONG's, importadores e fabricantes de eletrônicos, além das instituições de ensino que deverão trabalhar juntos e alinhados no mesmo propósito.

REFERÊNCIAS

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. *Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos*. Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Brasília, 2012.

ABINEE. A Indústria Elétrica e Eletrônica Impulsionando a Economia Verde e a Sustentabilidade. Disponível em < <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>>. 2015. Acesso em Fev. 2016.

ABRELPE. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. São Paulo, 2014. Disponível em < <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf> >. Acesso em: 27 mar.2016

ACFOR – AUTARQUIA DE REGULAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO AMBIENTAL (2010). Relatório Técnico Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia – ASMOC. Fortaleza, CE.

ACKOFF, Russel L. Systems, Organization, and Interdisciplinary Research (1960). In: *Creating de Corpore Future*. John Willey & Sons,1981.

AEA TECHNOLOGY. WEEE & Hazardous Waste Part 2. Comissionado pelo Departamento de Meio Ambiente, Alimentos, e Assuntos Rurais (DEFRA) Reino Unido, Londres, 2006. Disponível em: < http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

AGUIAR, Paulo C. G.; (2004) - Aplicação da metodologia, de análise e solução de problemas na célula lateral de uma linha de produção automotiva. Universidade de Taubaté. Taubaté, São Paulo. Disponível em: . Acesso em: 03. Abr. 2016.

AMARAL JÚNIOR, Geraldo. Benchmarking: a arte de vencer com o acerto dos outros e vencer a competição. *Enfoque*, São Paulo, v.3, ano XX, p. 8-11, jul. / set., 1993.

ANATEL. *Estatística de Celulares no Brasil*. Agência Nacional de Telecomunicações. Disponível em : <<http://www.teleco.com.br/ncel.asp>>. Acesso em Nov .2015

ANSCHUTZ, J. RUDIN, V. SCHEINBERG, A. Integrated Sustainable Waste Management in La Ceiba – Lessons learnt from the UWEP Programme in Honduras. In: *UWEP City Series – UWEP Final Report Volume II*. December, 2004. Disponível em: <http://www.inclusivecities.org/wp-content/uploads/2012/07/Dias_TESE_Final_2009.pdf>. Acesso em 10 mar. 2016.

ARAÚJO, Marcelo Guimarães. Modelo de avaliação do ciclo de vida para a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil. Tese de Doutorado. Programa de Planejamento Energético, COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2013.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. – ABNT. NBR 10.004, de 2004. Resíduos sólidos – Classificação. Disponível em: < <http://www.videverde.com.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

BAKER, E. Vital Waste Graphics. United Nations Environmental Programme. Nairobi, p. 48. 2004. Disponível em: <<http://www.ceemaunb.com/dissertacoes2015/119.pdf>>. Acesso: 10 mar. 2016.

BALLAM, Mara. *Apresentação do Estudo comparativo das legislações existente no Brasil e nos EUA, Europa e Japão - Representante da Sony*. 2º GT Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/reunalt.cfm?cod_reuniao=1244>. Acesso em: 15 fev. 2016.

BAN – BASEL ACTION NETWORK; SVTC – SILICON VALLEY TOXICS COALITION. *Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia*. Seattle, WA, Fevereiro de 2002. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

BANDYOPAGHYAY, A. *Electronic Waste Management: Indian practices and guidelines*. International Journal of Energy and Environment, v. 1, n. 5, p. 793-804, 2010

BARBOSA, S.M. *Logística reversa do lixo eletroeletrônico – estudo de caso na empresa Ecoletas Ambiental*. Monografia (Graduação em Administração de Empresas) – Faculdade Cearense, Fortaleza, 2015.

BARROS; Aparecida Pereira; NASCIMENTO, Lucinéa Aparecida; OLIVEIRA, Renata de Cássia de. *A contribuição da logística reversa para redução dos custos e do impacto ambiental*. Revista Ciências Gerenciais em Foco – Nº 1 – 2013. Disponível em: <<http://facig.funedi.edu.br/revista/files/ciencias%20em%20foco/2013/n1semestre1/4.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

BHUTTA, M. K. S.; ADNAM, O.; XIAOZHE, Y. *Electronic Waste: A Growing Concern in Today's Environment*. Economics Research International, Volume 2011 (2011). Disponível em: <<http://www.ceemaunb.com/dissertacoes2015/119.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

BOLAND, P. M. *E-Waste: The New Face of Transboundary Pollution*. Environmental Law Reporter News and Analysis, USA, v. 43, n. 3, p. 10234-10246, 2004.

BRAGAGNOLO, Angelita et al., (2004) – Ferramentas da Qualidade. Bento Gonçalves. Universidade de Caxias do Sul. Disponível em:

[https://docs.google.com/a/fahor.com.br/viewer?a=v&q=cache:D58IVrjJpOwJ:ucsnews.ucs.br:8080/lavia/lavia/hana_qualidade/galeria_0204/Ferramentas%2520Qualidade%2520\(Grupo%25209\).doc+MATRIZ+GUT+ucs&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEESiEmOkE-zK-X3IGJL7b4TWnRWbfhlvBWxvAKonH3XnzXnCAxwDoHQISawekwG2v7ZUouJkcjB08DC7ued_uAV3t5LyqApi7MjKM3NQUGnb8LElBmYroXSph1GOitx0DeFzr&sig=AHIEtbRzJZeM0w0Ptu9rMudPh-HDGdW-0g](https://docs.google.com/a/fahor.com.br/viewer?a=v&q=cache:D58IVrjJpOwJ:ucsnews.ucs.br:8080/lavia/lavia/hana_qualidade/galeria_0204/Ferramentas%2520Qualidade%2520(Grupo%25209).doc+MATRIZ+GUT+ucs&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEESiEmOkE-zK-X3IGJL7b4TWnRWbfhlvBWxvAKonH3XnzXnCAxwDoHQISawekwG2v7ZUouJkcjB08DC7ued_uAV3t5LyqApi7MjKM3NQUGnb8LElBmYroXSph1GOitx0DeFzr&sig=AHIEtbRzJZeM0w0Ptu9rMudPh-HDGdW-0g)

3ª SIEF – Semana Internacional das Engenharias da FAHOR 7º Seminário Estadual de Engenharia Mecânica e Industrial . Acesso em: 20. abr.2016.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. *Resolução nº 257*, de 30 de junho de 1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=1999>>. Acesso em 15 fev. 2016.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2002>. Acesso em 28 Out 2015.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Resolução nº 362, de 23 de junho de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2002>. Acesso em 28 Out 2015.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Resolução nº 416, de 30 de setembro de 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res41609.pdf>. Acesso em 28 Out 2015.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Resolução nº 452, de 02 de julho de 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=676>. Acesso em 28 Out 2015.

BRASIL. Norma ABNT. Resolução 10.004 de 2004. Disponível em: <<http://www.abetre.org.br/biblioteca/publicacoes/publicacoes-abetre/classificacao-de-residuos>> . Acesso em 16 fev. 2016.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: . Acesso em: 15 jan. 2016.

BURSZTYN, M. Da pobreza à miséria, da miséria à exclusão: o caso das populações de rua. In: BURSZTYN, Marcel. (org.). No meio da rua – nômades, excluídos e viradores. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

CARTER, C. R.; ELLRAM, L. M. Reverse Logistics: a review of the literature and framework for future investigation. *International Journal of Business Logistics*, Tampa, v. 19, n. 1, p. 85-103, Jan 1998. In: SHIBAO, Fábio Ytoshi; MOORI, Roberto Giro; SANTOS, Mario Roberto Dos. A logística reversa e a sustentabilidade empresarial. Disponível em: <http://webresol.org/textos/a_logistica_reversa_e_a_sustentabilidade_empresarial.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

CAPRA, Fritjof. *A Teia da Vida – Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos*. São Paulo, Cultrix/ Amana-key, 1997.

CARVALHO, Pierre Pereira Morlin de. A importância da elicitação de requisitos de software no escopo das ações desenvolvidas segundo a TI Verde. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica de Engenharia, Rio de Janeiro, 2012.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. *Cempre Review*. São Paulo, 2013. Disponível em < <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigo>>. Acesso mar 2016.

CHECKLAND, P.. *Systems Thinking, Systems Practice*. New York, John Willey & Sons, 1981.

CHECKLAND P & SCHOLLES Jim, *Soft Systems Methodology in Action*. Chichester, John Willey & Sons, 1990.

CONAMA. Resolução No 001/86. Disponível em: Acesso em: outubro de 2011; DECRETO Nº 99.658, de 30 de outubro de 1990. Regulamenta, no âmbito da Administração Pública Federal, o reaproveitamento, a movimentação, a alienação e outras formas de desfazimento de material. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 31 out. 1990.

COINTREAU, S. Occupational and Environmental Health Issues of Solid Waste Management – Special Emphasis on Middle- and Lower-Income Countries. Urban Papers 2, The World Bank Group, Washington DC, July 2006.

CHRISTOPHER, Martin. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços. São Paulo: Pioneira, 1997.

CUI, J.; FORSSBERG, E. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipments: a review. *Journal of Hazardous Materials*, B99, 243-263, 2003. In: ARAÚJO, Marcelo Guimarães **Modelo de avaliação do ciclo de vida para a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

DASHKOVA, T. A Study of E-Waste Management Programs: a Comparative Analysis Of Switzerland And Ontario. Ontário. 2012. Disponível em: <<http://digital.library.ryerson.ca/islandora/object/RULA%3A1269/datastream/OBJ/view>>. Acesso em Out. 2015.

DECRETO Nº 4.507, de 11 de dezembro de 2002. Altera o art. 15 do Decreto nº 99.658, de 30 de outubro de 1990, que regulamenta, no âmbito da Administração Pública Federal, o reaproveitamento, a movimentação, a alienação e outras formas de desfazimento de material. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 12 dez. 2002.

DIAS, Alexandra Furtado da Silva. Gestão patrimonial na administração pública estadual. (novembro, 2006). Disponível em: www.sef.sc.gov.br/control-interno2/. Acesso em: 20 mar. 2016.

DIAS, Sônia Maria. Gestão de resíduos sólidos, catadores, participação e cidadania – novas articulações? *Working Paper da WIEGO (Políticas Urbanas)*, Nº 18. Julho de 2010. Disponível em: <http://wiego.org/sites/wiego.org/files/publications/files/Dias_WIEGOWP18_Portugues.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2016.

DIAS, Sônia Maria. **Trajetórias e memórias dos fóruns lixo e cidadania no Brasil: Experimentos Singulares de Justiça Social e Governança Participativa**. Tese. Doutorado em Ciência Política. Pós-graduação em Ciência Política da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <http://www.inclusivcities.org/wp-content/uploads/2012/07/Dias_TESE_Final_2009.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

DIAS, S. M. Construindo a cidadania: avanços e limites do Projeto de Coleta Seletiva em Parceria com a ASMARE. Dissertação (mestrado). Belo Horizonte: IGC/Programa de Pós-graduação em Geografia da UFMG, 2002. Disponível em: <http://wiego.org/sites/wiego.org/files/publications/files/Dias_WIEGO_WP18_Portugues.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

DINÂMICA AMBIENTAL. *Conheça alguns exemplos de logística reversa e a reutilização do lixo industrial*. Publicado em 10 de setembro de 2013. Disponível em: <<http://www.dinamicambiental.com.br/blog/sustentabilidade/conheca-exemplos-logistica-reversa-reutilizacao-lixo-industrial/>>. Acesso em fev. 2016.

DRUCKER, Peter. *The Emerging Theory of Manufacturing*. Harvard Business Review, may-june, 1990.

EEA - Environmental European Agency. Waste from Electrical and Electronic Equipments WEEE – quantities, dangerous substances and treatment methods. European Topic Centre on Waste. Copenhagen, 2003. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

ELDAN RECYCLING. Reciclagem de Resíduos Eletrônicos (REEE). Disponível em: <<HTTP://ELDAN-RECYCLING.COM/PT-PT/RECICLAGEM-DE-RES%C3%A4DDUOS-ELETR%C3%B4NICOS-REEE>>. Acesso em fev. 2016.

ENVIRONMENT AGENCY. **Waste electrical and electronic equipment (WEEE)**. Disponível em: <<http://www.environment-agency.gov.uk/business/topics/waste/32084.aspx>>. Acesso em 24 Out 2015.

FAVERA, Eduardo C.D. **Lixo Eletrônico e a Sociedade**. Trabalho apresentado à Prof. Andrea Schwertner Charão do curso de Ciência da Computação (UFSM), 2008.

FERNÁNDEZ, L. De hurgadores a clasificadores organizados. Análisis político institucional del trabajo com La basura em Montevideo. In: SCHAMBER, 329 Pablo. SUÁREZ, Francisco. VALDÉS, Eduardo (org). *Recicloscopio: miradas sobre recuperadores urbanos de residuos de América Latina*. Buenos Aires:Prometeo Libros; Los Polvirines:Univ.Nacional de General Sarmiento; Lanús: Univ. Nacional de Lanús, 2007.

FERRAZ NETO, Francisco. A relação da logística com a administração financeira e seus impactos nos índices financeiros de uma organização. Disponível em: <http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_da_fae/fae_v5_n3/a_relacao_da_logistica_como.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2016.

FERREIRA, Juliana M.B.; FERREIRA, Antônio C. A sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia* Vol. III, nº 3, 2008. Disponível em . Acesso em 10 mar. 2016.

FIVE WINDS INTERNATIONAL Toxic and Hazardous Materials in Electronics. An Environmental Scan of Toxic and Harzadous Materials in IT and Telecom 197 Products and Waste. Final Report. Comissionado por Environment Canada, National Office of Pollution Prevention and Industry Canada, Computers for Scholl Program, Outubro, 2001. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

FLANAGAN, R.J.; BRAITHWAITE, R.A.; BROWN, S.S.; WIDDOP, B.; WOLFF, F.A. Basic analytical toxicology. World Health Organization, Geneva, 1995. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

FORRESTER, Jay W.. *Urban Dynamics*. Mit Press, Cambridge, 1969.

GARTNER INSTITUTE, INC. Gartner top industry predicts: 2011. Industries rebound and surge ahead. Disponível em Acesso em: 20 jan. 2011.

GERBER, B. A.; ZAPAROLLI, M. R.; PORTUGAL, S. M. Diagnóstico da Geração de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) 2010. Centro Mineiro de Referência em Resíduos, Fundação Estadual do Meio Ambiente.

GERDAU. Vergalhões de aço. Disponível em: <<https://www.gerdau.com/br/pt/produtos/construcao-civil>>. Acesso em: 25 de abr. 2016.

GIOVANETTI EL-DEIR, Soraya (org.). Resíduos sólidos Perspectivas e desafios para a gestão integrada. UFRPE. 1ª edição. Recife, 2009. Disponível em: <http://www.mpggo.mp.br/portal/arquivos/2015/01/28/16_42_43_117_ebook_residuos_solidos_2014.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

GLOBO, Jornal Nacional. **Brasil descarta por ano 1,2 milhão de toneladas de lixo eletroeletrônico.** Edição do dia 09/11/2015. Atualizado em 11/11/2015 21h41. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/brasil-descarta-por-ano-12-milhao-de-toneladas-de-lixo-eletroeletronico.html>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

GOOGLE MAPS. Localização Emaús. Disponível em: <https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=emaus+vila+velha&rflfq=1&rlha=0&rllag=-3710980,-38560433,909&tbs=lcl&tbs=lf:1,lf_ui:2>. Acesso em: 10 jan 2016.

GONÇALVES, M. E.; MARINS, F. A. Logística reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso. **Gestão & Produção**. v.13, n.3, p.397-410, set./dez. 2006.

GUARNIERI, P. Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental. 1 ed. Recife: Clube de Autores, 2011.

GRIMALDI, R. e MANCUSO, J.H. Qualidade Total. Folha de SP e Sebrae, 6º e 7º fascículos, 1994.

GRUPO M DIAS BRANCO. Relatório Anual. 2015. Disponível em: <http://ri.mdiasbranco.com.br/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=3018> Acesso em 16 de fev 2016.

HULL, E. V. Poisoning the Poor for Profit: the Injustice of Exporting Electronic Waste to Developin Countries. Duke Environmental Law & Policy Forum, p. 1-48, 2010. Disponível em: <<http://scholarship.law.duke.edu/delpf/vol21/iss1/1>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

HUISMANN, J. The QWERTY/EE concept, quantifying Recyclability and EcoEfficiency for End-of-Life Treatment of Consumer Electronic Products. PhD thesis, Delft University of Technology, Delft – Holanda, 2003. Disponível em:

< http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf >. Acesso em: 10 jan. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Informações estatísticas. 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=230730&idtema=67&search=cearalfortalezalcenso-demografico-2010:-resultados-do-universo-caracteristicas-da-populacao-e-dos-domicilios->>>. Acesso em 23 de abril de 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2015. 2015. Disponível em:<ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/estimativa_dou_2015_20150915.xls>. Acesso em 05 de outubro de 2015.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. IBAMA. . Brasil. Lixo interceptado em Rio Grande foi devolvido à Alemanha, Brasília, 23 ago. 2010. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/publicadas/lixointerceptado-em-rio-grande-foi-devolvido-a-alemanha>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

IDEC. *Ciclo de vida dos eletrônicos*. Disponível em: <http://www.idec.org.br/uploads/testes_pesquisas/pdfs/market_analysis.pdf>. Acesso em Out.2015

INFORM INC. A Review of California and Maine's Electronic Recycling Program. Disponível em (www.informinc.org). Acesso em 3 de Janeiro de 2012. Nova York, Fevereiro 2007.

INSTITUTO EKOS BRASIL (2015). Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/Noticia.aspx?id=4133>>. Acesso em Out.2015.

INSTITUTO GARTNER (2011). Disponível em: <<http://www.gartner.com/technology/home.jsp>>. Acesso em Dez.2015.

IPT/CEMPRE. (Instituto de Pesquisas Tecnológicas / Compromisso Empresarial para a Reciclagem). Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo, 1995, revisado e ampliado em 2000 e 2010.

JACOBI, P. Gestão Compartilhada dos Resíduos Sólidos: Inovação com Inclusão Social. São Paulo: Annablume, 2006.

JACOBI, P. & TEIXEIRA, M.A. A criação do capital social: o caso da ASMARE. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 1997. Disponível em: <http://wiego.org/sites/wiego.org/files/publications/files/Dias_WIEGO_WP18_Portugues.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

JORNAL DIÁRIO DO NORDESTE. Fortaleza recebe o seu 14º ecoponto. Edição do dia 02/06/2016. Disponível em: <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/online/fortaleza-recebe-o-seu-14-ecoponto-1.1576679>> . Acesso em 10 fev 2016.

KHETRIWAL, S.D.; KRAUECHI, P.; WIDMER, R. Producer responsibility for ewaste management: Key issues for consideration – Learning from Swiss experience. *Journal of Environmental Management*, doi 10.10016/jenvman.2007.08.019, 2007. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

KOJIMA, M.; YOSHIDA, A.; SASAKI, S. Difficulties in applying extend producer responsibility policies in developing countries: case studies in e-waste recycling in China and Thailand. *J Mater. Cycles Waste Manag.* 11, 263-269, 2009.

KIM, Daniel H.. *Toward Learning Organizations: Integrating Total Quality Control and Systems Thinking*. Cambridge, Pegasus Comunicatins INC.,1997.

LEAL, Adriana Schwantz et al., (2011) - Gestão da qualidade no serviço público. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2011/anais/pdf/SA/SA_00440.pdf>. Acesso em: 10. jun.2016.

Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Res%C3%ADduo_eletr%C3%B4nico>. Acesso em: 15 fev. 2016.

LEITE, Claudionel Campos (Coord.). Logística Reversa de equipamentos eletrônicos. Análise de viabilidade técnica e econômica. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br//arquivos/dwnl_1362058667.pdf>. Brasília, novembro, 2012.

LEGLER, J; BROUWER, A. Are brominated flame retardants endocrine disruptors? *Environment International* 29, 879–885, 2003. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

LIMONTA, J. Case da VIVO. VI Seminário de Resíduos Recicle CEMPRE. Sao Paulo, 2010.

MACHADO, Gleysson B. **Portal De Resíduos Sólidos**. 2013. Disponível em: <<http://www.portalresiduos solidos.com/>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

MACOHIN, Aline. A sustentabilidade na informática – Reciclagem e eliminação dos produtos das peças de computadores. UNIFAE, Paraná, 2007, Disponível em: <http://www2.portodigital.org/portodigital/ARQUIVOS_ANEXO/ANAIS_SIREE_2013.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

MALICIA, M. Cartoneros tucumanos. Una Mirada desde sus protagonistas. In: SCHAMBER, P. SUÁREZ, F. VALDÉS, E. (org). *Recicloscopio: miradas sobre recuperadores urbanos de residuos de América Latina*. Buenos Aires: Prometeo Libros; Los Polvirines: Univ.Nacional de General Sarmiento; Lanús: Univ. Nacional de Lanús, 2007. Disponível em: <http://wiego.org/sites/wiego.org/files/publications/files/Dias_WIEGO_WP18_Portugues.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2016.

MATTOS, Karen M.C; MATTOS, Katty M.C; PERALES, Watton J. S. **Os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico e o uso da logística reversa para minimizar os efeitos causados ao meio ambiente.** XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/enegep2008/resumo_pdf/enegep/TN_STP_077_543_11709.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2016.

MEIRELLES, Fernando S. **21ª Pesquisa Anual do Uso de TI feita pela Fundação Getúlio Vargas (FGV)**, 2010. Disponível em: <<http://eaesp.fgv.br/subportais/interna/relacionad/gvciapesq2009.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

MDIC. Informativo da Secretária de Comércio e Serviço. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1428412728.pdf>. Acesso em Out.2015

MELO, P.R.S.; RIOS, E.C.D; GUTIERREZ, R.M.V Placas de Circuito Impresso: Mercado Atual e Perspectivas. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, nº. 14, Setembro, 2001. Disponível em: < http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

Minas Gerais (FEAM), Swiss Federal Laboratories for Material Testing and Research (EMPA). Belo Horizonte, Brasil, 2010.

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. Programa Computadores para Inclusão - Documento Propositivo, Secretaria de Inclusão Digital, Brasília, 2012.

MOREIRA D. Lixo eletrônico tem substâncias perigosas para a saúde humana. 2007. Disponível em: <<http://www.htmlstaff.org/ver.php?id=7220>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. Os encantos das praias da gastronomia cearense. Disponível em: <<http://www.turismo.gov.br/ultimas-noticias/6497-s%C3%A>> Acesso em 5 jul. 2016.

MOREIRA D. Lixo eletrônico tem substâncias perigosas para a saúde humana. 2007. Disponível em: <http://www.htmlstaff.org/ver.php?id=7220>. Acesso em: 03 jun. 2011.

NATIONAL GEOGRAPHIC. Logística reversa: o exemplo das embalagens de agrotóxicos. Disponível em: , acesso em: dez/ 2012.

OES. Ontario Electronic Stewardship. Disponível em: <http://ontarioelectronicstewardship.ca/> Acesso em 05 mar.2016

OLIVEIRA, Livia Farias Ferreira de. Comércio de resíduos eletrônicos e a convenção da basileia: uma análise econômica. Dissertação. Mestrado em Economia. Gestão Econômica do Meio Ambiente. Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciências da Informação e Documentação. Universidade de Brasília. Brasília (UnB). 2012. Disponível em: <<repositorio.unb.br/handle/10482/12242>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

OLIVEIRA, M. V. A população de rua e suas relações de trabalho: os catadores de papel em Belo Horizonte 1988-1989. (Monografia). Belo Horizonte: Departamento de História da Pontifícia Universidade Católica, 1998. Disponível em: <http://wiego.org/sites/wiego.org/files/publications/files/Dias_WIEGO_WP18_Portugues.pdf>. Acesso em: 10

mar. 2016.

ONGONDO, F.O., WILLIAMS, I.D., CHERRETT, T.J. **How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes**. School of Civil Engineering and the Environment, University of Southampton, United Kingdom. Waste Management 31 (2011) 714-730.

PAIVA, V. Cooperativas de recuperadores de resíduos del área metropolitana bonarense, 1999-2004. In: SCHAMBER, Pablo. SUÁREZ, Francisco. VALDÉS, Eduardo (org). Recicloscopio: miradas sobre recuperadores urbanos de residuos de América Latina. Buenos Aires: Prometeo Libros; Los Polvirines: Univ.Nacional de General Sarmiento; Lanús: Univ. Nacional de Lanús, 2007. Disponível em: <http://wiego.org/sites/wiego.org/files/publications/files/Dias_WIEGO_WP18_Portugues.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2016.

PARRA, F. Reciclaje popular y políticas públicas sobre manejo de resíduos em Bogotá (Colômbia). In: SCHAMBER, Pablo. SUÁREZ, Francisco. VALDÉS, Eduardo (org). Recicloscopio: miradas sobre recuperadores urbanos de residuos de América Latina. Buenos Aires: Prometeo Libros; Los Polvirines: Univ.Nacional de General Sarmiento; Lanús: Univ. Nacional de Lanús, 2007.

PORTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Gestão e gerenciamento de Resíduos Sólidos**. A importância e as oportunidades do setor de resíduos sólidos. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/produto/gestao-e-gerenciamento-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 18 jan. 2016.

PORTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Gestão e gerenciamento de Resíduos Sólidos**. A matéria prima que vem dos resíduos de equipamento eletroeletrônicos. Disponível em fev 2015 em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/a-materia-prima-que-vem-dos-residuos-de-equipamentos-eleto-eletronicos/>>. Acesso em: 18 jan. 2016.

PUCKETT, J. E. A. Exporting Harm: The High Tech Trashing of Asia. The Basel Action Network. Seattle, p. 54, 25 fev. 2002. Disponível em: <<http://www.ban.org/Ewaste/technotrashfinalcomp.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2015. Disponível em: <<http://www.ceemaunb.com/dissertacoes2015/119.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2016.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/agencia/pnuma/>. Acesso em 23 nov 2015.

RAPOSO, C. Contaminação ambiental provocada pelo descarte não controlado de lâmpadas de mercúrio no Brasil. Tese (Doutorado em Geologia). Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Belo Horizonte, 2001.

RAPORT, Anatol & HOVARTH William J.. *Thoughts on Organization Theory*. General Systems 4, 87-91, 1959. In: BUCKLEY, W (ed). *Modern System Research for the Behavior Scientis*. Aldine, Chicago, 1968.

REIS, Ricardo Pippi. Gestão dos resíduos eletroeletrônicos no município de Santa Maria – RS: Proposta de Política Pública. Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. Santa Maria, 27 de novembro de 2013. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Dissertacao_Ricardo_Pippi_Reis.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.

REVISTA ÉPOCA. Disponível em: <<http://revistaepoca.globo.com/Sociedade/o-caminho-do-lixo/noticia/2012/01/o-que-e-o-plano-nacional-de-residuos-solidos.html>>. Acesso em: 16 jan. 2016.

ROBINSON, B.H. E-waste: an assessment of global production and environmental impacts. *Science of the Total Environment* 408, 183–191, 2009. Disponível em: <>. Acesso em: 10 mar. 2016.

RODRIGUES, Angela C. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil**. Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Santa Bárbara do Oeste, SP, 2007. Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/bibdigi/buscar.php?aut=003746238-56&ori=862421058-53>>. Acesso em 10 fev. 2016.

RODRIGUES, Vívian Magalhães; MONZATTO, Thayná Danthes. Logística Reversa na Michelin de Itatiaia: Contribuição Ambiental e Organizacional? Simpósio de Excelência em gestão e Tecnologia. IX SEGET 2012. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/43818506.pdf>>. Acesso em 10 fev. 2016.

RODRÍGUEZ, C. À procura de alternativas econômicas em tempos de globalização: o caso das cooperativas de recicladores de lixo na Colômbia. In: SANTOS, Boaventura de Souza (org.) *Produzir para Viver. Os Caminhos da Produção não Capitalista*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005. Disponível em: <http://www.inclusivecities.org/wp-content/uploads/2012/07/Dias_TESE_Final_2009.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices**. Universidade de Nevada. Reno: Reverse Logistics Executive Council, 1998.

SANCHIS, P. Os catadores de papel no mundo do trabalho. In: MUÑOZ, J. V. (org.). *O catador de papel e o mundo do trabalho*. Rio de Janeiro: Nova, 2000.

SANDER, K.; *The Producer Responsibility Principle of the WEEE Directive. Final Report*. Lund University, 19 ago. 2007. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/pdf/final_rep_okopol.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2015.

SENGE, Peter M. *A Quinta Disciplina – Arte, Teoria e Prática da Organização de Aprendizagem*. São Paulo, Best Seller, 1990.

SILVA, E. L., MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. UFSC. 3ª. Edição. Florianópolis, 2001.

SCHAMBER, Pablo. SUÁREZ, Francisco. VALDÉS, Eduardo (org). *Recicloscopio: miradas sobre recuperadores urbanos de residuos de América Latina*. Buenos Aires:Prometeo Libros; Los Polvirines: Univ. Nacional de General Sarmiento; Lanús: Univ. Nacional de Lanús, 2007.

SCHEINBERG, A. Waste pickers – Victims or Professionals? In: *Solid waste, Health and the Millenium Development Goals*. CWG International Workshop, Kolkata, India, 1 - 5 February 2006.

SCHEINBERG, A.; BRUIJNE,G. The ISSUE Programme: Pushing the Paradigm Shift in the Urban Environment. 3rd International Conference on Ecological Sanitation, 23-26. Durban, South Africa. May, 2005.

SEADON, J.K. Integrated waste management-looking beyond the solid waste horizon. *Waste Management*: 2006: 26: 1327-1336. Disponível em: < <http://www.unoeste.br/site/enepe/2013/suplementos/area/Exactarum/Engenharia%20Ambiental/RES%C3%84DUOS%20S%C3%93LIDOS%20URBANOS%20LEGISLA%C3%87%C3%83O%20E%20NOVOS%20DESAFIOS.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

SECRETARIADO DA CONVENÇÃO DA BASILEIA. Technical guidelines on transboundary movements of electronic and electrical waste (e-waste), in particular regarding the distinction between waste and non-waste. Open-ended Working Group of the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal Eighth meeting. Geneva, 25 set. 2012. Disponível em: < <http://www.ceemaunb.com/dissertacoes2015/119.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SILVA, Bruna D; OLIVEIRA, Flávia C.; STERGIOU, Tanya. **Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil**. 2007. Disponível em <http://lixoeletronico.org/system/files/lixoeletronico_02.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2016.

TERENCE, Ana C. F.; EDMUNDO, Escrivão F. Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais. XXVI ENEGEP, Fortaleza, 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR540368_8017.pdf>. Acesso em 10 Mar 2016.

TENÓRIO, José. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no mundo. *II Congresso Interamericano de Resíduos Sólidos – Chile 2008*. Disponível em: < www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde.../CAPITULO1.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2016.

TERAZONO, A.; MURAKAMI, S.; ABE, N.; INANC, B.; MORIGUCHI, Y.; SHINICHI, S.; KOJIMA, M.; YOSHIDA, A.; LI, J.; YANG, J.; WONG, M.H.; JAIN, A, KIM, I-S.; PERALTA, G.L.; LIN, C-C.; MUNGCHAROEN, T.; WILLIAMS, E. Current status and ressearch on e-waste issues in Asia. *J. Mater Cycles Wates Manag* 8, 1-12, 2006. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar 2016.

TOWNSEND T.G. Environmental Issues and Management Strategies for Waste Electronic and Electrical Equipment. *Journal of the Air and Waste Management Association* 61, 587-610, 2011. Disponível em: < http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

TRISTÃO, Renata Guimarães Couto (2011) - A importância das ações corretivas e ações preventivas nos sistemas de gestão da qualidade - um estudo em empresas certificadas ISO 9001 no estado do Rio de Janeiro. Niterói, Rio de Janeiro. Universidade Federal Fluminense. Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão.

UMICORE. Um parceiro-chave fechando o ciclo de vida dos EEE (Equipamentos Eléctricos e Electrónicos). 2012. Disponível em: <https://www.serdc.org/Resources/Documents/Summit%20Presentations/SERDC%20Summit%20Presentation%20-%20Mark%20Caffarey.pdf>. Acesso em: 25 mar 2016.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. StEP Green Paper on e-waste Indicators, Transfer Industrial Sector Studies, Bonn – Alemanha. 2011. Disponível em: < http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2016.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas: 2003, p. 19-23. Disponível em:< <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:pt:PDF>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

V Fórum de Gestão Ambiental em Administração Pública. Impactos sócio-ambientais do lixo eletroeletrônico. Instituto de Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009. Brasília. Dezembro 2010. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/estruturas/imprensa/_arquivos/foruma3p_2010_96.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2016.

YANG, J.; LU, B.; XU, C. WEEE flow and mitigating measures in China. Waste Management 28, 1589-1597, 2008. Disponível em: < http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

WANG, Y.; RU, Y, VEENSTRA, A, WANG R., WANG, Y. Recent developments in waste electrical and electronics equipment legislation in China. Int. Jr. Adv.Manuf Technol, 2009. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

WATSON, A.; BRIGDEN, K.; SHINN, M.; COBBING, M. Toxic Transformers; - a review of the hazards of brominated & chlorinated substances in electrical and electronic equipment. Greenpeace Research Laboratories Technical Note 01/2010, January 2010. Disponível em: < http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

WEEE Forum. WEEE Forum guidance document on compliance with Directive 2002/96/EC on waste electrical and electronic equipment WEEE. Disponível em: <www.weee-forum.org> Acesso em: 10 mar. 2016, Bruxelas, Bélgica, Outubro, 2008.

WEAVER, Warren. Science and Complexity. American Scientist, (1948) 36.

ZHOU, Lei, XU, Zhenming. Response to Waste Electrical and Electronic Equipments in China: legislation, recycling system, and advanced integrated process. School of Environmental Science and Engineering, Shanghai Jiao Tong University, P.R. China, 2012. In: REIS, Ricardo Pippi. Gestão dos resíduos eletroeletrônicos no município de Santa Maria-RS: proposta de política pública. Santa Maria – RS, 2013. Dissertação Mestrado. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Dissertacao_Ricardo_Pippi_Reis.pdf>.

ZOETEMAN, B.C.J.; KRIKKE, H.R.; VENSELAAR, J. Handling WEEE waste flows: on the effectiveness of producer responsibility in a globalizing world. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 47, 415–436, 2010. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/marcelo_guimaraes.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

APÊNDICE

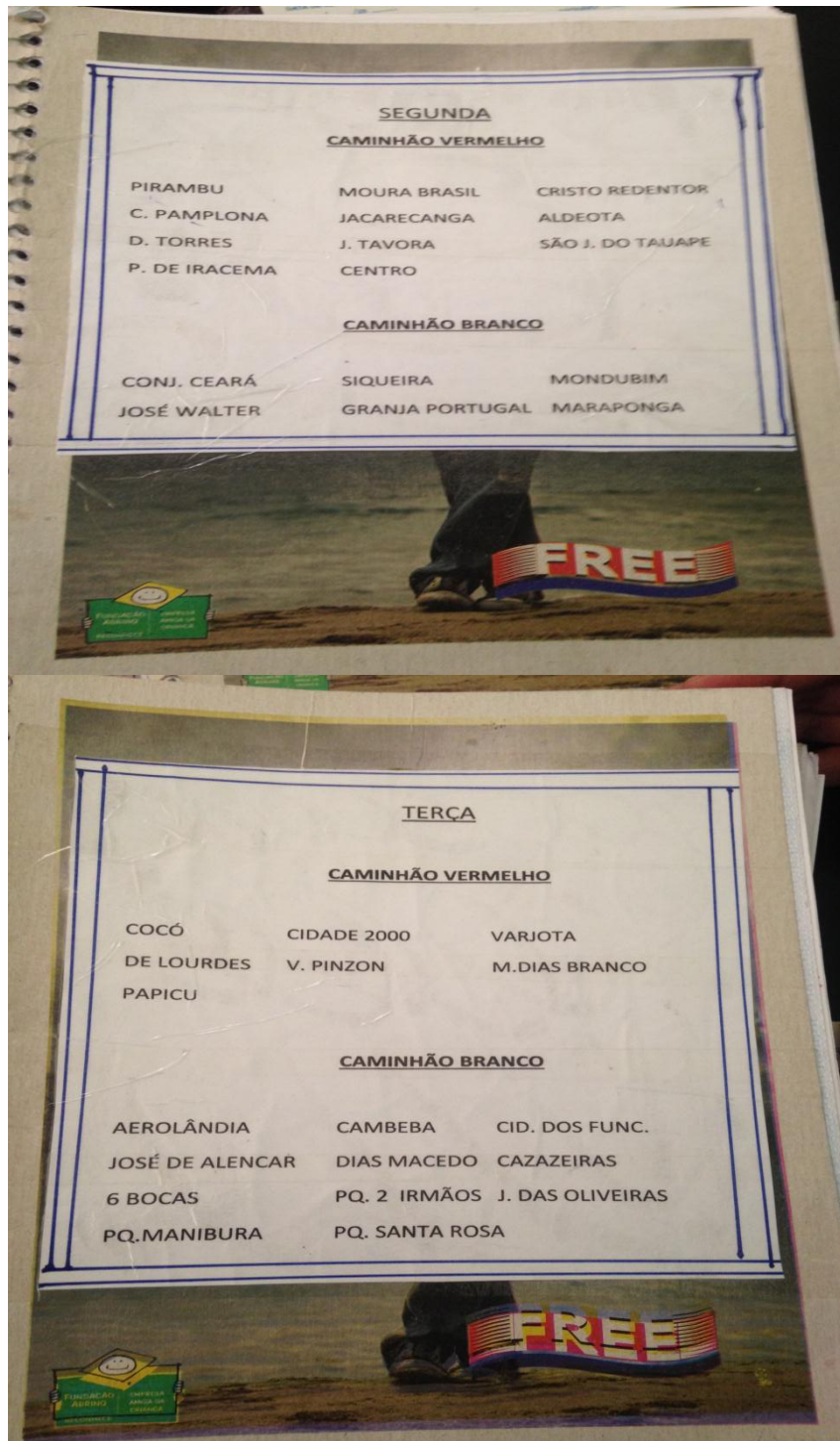
Questionário aplicado a Empresa Ecoletas Ambiental:

- 1) Vocês recebem algum incentivo das Leis Municipais?
- 2) Quais os principais geradores são as indústrias /fornecedores dos resíduos eletroeletrônicos de vocês?
- 3) Quais os tipos e volumes mais significativos dos resíduos eletroeletrônicos coletados?
- 4) Qual o volume total dos resíduos eletroeletrônicos gerados e coletados na Região Metropolitana de Fortaleza, por Município?
- 5) Onde são os pontos de coleta de vocês?
- 6) Qualquer empresa pode solicitar o serviço da Ecoletas? Possui algum custo?
- 7) Vocês estão sempre buscando novas fontes de resíduos eletroeletrônicos ?
- 8) O que vocês fazem com os metais pesados e os metais preciosos?
- 9) Há exportação, a partir de Fortaleza, de resíduos eletroeletrônicos ou de parte dos resíduos? Se sim, quais os tipos e volumes e material desses resíduos são exportados?
- 10) Existem parcerias para captação de resíduos da Ecoletas (ou outras entidades que atuam no setor de resíduos eletroeletrônicos) com a Prefeitura, ou acordos setoriais com fabricantes, importadores, cooperativas, empresas, instituições acadêmicas ou organizações sociais?
- 11) Quanto tempo leva o período de coleta e destinação de um resíduo eletroeletrônico?
- 12) Quais barreiras e entraves existem que dificultam o desenvolvimento da Logística Reversa dos resíduos eletroeletrônicos?

Questionário aplicado ao Emaús:

1. Vocês recebem algum tipo de resíduos eletroeletrônicos? Quais?
2. O que vocês fazem com esse tipo de resíduo?
3. Quais os principais geradores/fornecedores dos resíduos eletroeletrônicos de vocês?
4. Qual o volume total dos resíduos eletroeletrônicos gerados e coletados na Região Metropolitana de Fortaleza, por Município?
5. Vocês recebem algum incentivo das Leis Municipais?
6. Vocês possuem alguma parceria com a prefeitura, empresas ou instituições públicas ou conhece parceiros em potencial?
7. O Emaús tem conhecimento do impacto ambiental e do valor econômico do resíduo eletroeletrônico?
8. Qual é a receita decorrente da venda dos produtos reciclados?
9. Por mês quantos produtos são fabricados e vendidos?
10. Quantos metros quadrados possui o Emaús?

ANEXO A – ROTAS EMAÚS



<u>QUARTA</u>		
<u>CAMINHÃO VERMELHO</u>		
MEIRELES	P. DE IRACEMA	MUCURIBE
P. DO FUTURO	ALDEOTA	D. TORRES
J. TAVORA	PIO XXII	SÃO J. DO TAUAPE
PRES. KENNEDY		
<u>CAMINHÃO BRANCO</u>		
JOSÉ BONIFACIO	BENFICA	FATIMA
J. AMERICA	DAMAS	PARREÃO
BOM FUTURO	VILA UNIÃO	MONTESE
ITAOCA	FARIAS BRITO	PQ. ARAXÁ
PARQUELANDIA	AUTRAN NUNES	ANTº BEZERRA
AMADEU FURTADO	OLAVO OLIVEIRA	Q. CUNHA

Deus é Fiel

<u>QUINTA</u>		
<u>CAMINHÃO VERMELHO</u>		
ALDEOTA	D. TORRES	CENTRO
SALINAS	L.CAVALCANTE	ÁGUA FRIA
SAPIRANGA	GUARARAPES	ED. QUEIROZ
<u>CAMINHÃO BRANCO</u>		
BOM SUCESSO	BELA VISTA	DOM LUSTOSA
HENRIQUE JORGE	JOÃO XXIII	JOQUEI CLUB
RODOLFO TEOFILLO	QUINTINO CUNHA	

FREE

