

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

RODRIGO DAMIANI ANTUNES

**PROPOSIÇÃO DE PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS
DA LINHA BRANCA APLICADO AO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA - SC**

CRICIÚMA

2014

RODRIGO DAMIANI ANTUNES

**PROPOSIÇÃO DE PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS
DA LINHA BRANCA APLICADO AO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA - SC**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. M. Sc. Mário Ricardo Guadagnin

CRICIÚMA

2014

RODRIGO DAMIANI ANTUNES

**PROPOSIÇÃO DE PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS
DA LINHA BRANCA APLICADO AO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA - SC**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenheiro Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Resíduos Sólidos.

Criciúma, 30 de junho de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Mário Ricardo Guadagnin - Mestre - UNESC - Orientador

Prof. Agenor De Noni Júnior - Doutor - UNESC

Cristiane Bardini Dal Pont - Eng. Ambiental - UNESC

Dedico este trabalho a minha família, a qual me ajudou em todos os momentos que necessitei, e a todos, que de alguma forma me auxiliaram para que eu pudesse chegar a este momento tão almejado.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e proporcionado tudo isso que vivi e o que ainda enfrentarei.

A minha família, pelo apoio e por tudo que sempre fizeram por mim, o que foi fundamental na construção do meu caráter.

A minha namorada pelo apoio e por toda ajuda concedida, e que soube compreender os dias de stress.

Ao orientador e amigo Prof. M. Sc. Mário Ricardo Guadagnin, pelo apoio no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

A todos os meus amigos, em especial a Scheila Kindermann e Andréia Arcaro, que sempre que precisei me prestaram assistência.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Temos o destino que merecemos. O
nosso destino está de acordo com os
nossos méritos...”

Albert Einstein

RESUMO

Os Resíduos de Equipamentos Elétricos ou Eletrônicos (REEE) são gerados em taxas cada vez maiores devido à febre de consumo imposta e a obsolescência programada. Desta forma os níveis de lixo eletroeletrônico crescem de forma assustadora em todo mundo. No Brasil, até 2010, não havia legislação que determinasse o descarte de REEE e as responsabilidades de cada envolvido no processo de produção, venda e compra no momento do descarte destes REEE. Em 2010 criou-se a PNRS pela Lei 12.305, mas medidas devem ser tomadas para que a mesma seja posta em prática. Dentro desta perspectiva, o presente estudo visou elaborar uma minuta preliminar de proposta para um plano de gestão de REEE para a cidade de Criciúma com base nos dados obtidos através de entrevistas realizadas com consumidores de eletroeletrônicos, responsáveis por prestar serviços aos eletroeletrônicos da linha branca e empresas recicladoras. O estudo observou a falta de pontos de descarte na cidade de Criciúma e ainda a falta de comprometimento dos responsáveis por prestar serviços aos eletroeletrônicos de linha branca e empresas recicladoras em responderem os questionários e eles enviados. Em posse dos dados obtidos foi proposto um plano de gestão de REEE embasado na PNRS. Nesta proposta de plano consumidores, fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores são atores ativos na logística reversa. Considera-se de suma importância planos de gestão de resíduos sólidos, portanto o presente estudo estabelece uma proposição inicial de gestão de REEE para a cidade de Criciúma que pode, posteriormente, ser aplicado e aperfeiçoado por outros estudos.

Palavras-chave: REEE. Eletroeletrônicos. Descarte. Contaminação. Linha Branca.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Frações típicas de materiais encontrados em REEE.....	17
Figura 2 – Porcentagem de Aparelhos eletroeletrônicos obsoletos.....	17
Figura 3 - Ciclo de Logística Reversa.....	26
Figura 4 – Logística reversa de produtos eletroeletrônicos na Europa.....	28
Figura 5 – Logística reversa de produtos eletroeletrônicos no Japão.....	30
Figura 6 – Frequência de troca de eletrodomésticos pelos entrevistados.....	40
Figura 7 – Entrevistados responderam ao questionamento sobre o que é feito com os eletrodomésticos obsoletos.....	41
Figura 8 – Consciência dos entrevistados sobre a contaminação causada por eletrodomésticos descartados na natureza.	42
Figura 9 – Verificação/Leitura das informações presentes nos manuais sobre descarte.....	43
Figura 10 – Responsáveis pelo descarte de resíduos segundo a concepção dos entrevistados.....	44
Figura 11 – Conhece algum programa de coleta de equipamentos.....	45
Figura 12 – Divisão de despesas de reciclagem entre consumidor, fabricante e governo.....	45
Figura 13 – Instalações da Eco Ponto e locais de armazenagem de EEE.....	46
Figura 14 – Materiais constituintes dos condicionadores de ar. a. turbina. b. motor da turbina. c. estrutura interna. d. calha e aletas. e. tampa. f. placa. g. serpentina. h. serpentina. i. cavidade. j. compressor.....	50
Figura 15 – Materiais constituintes de máquina de lavar. a. anel hidro. b. gabinete. c. cesto. d. painel. e. agitador. f. tanque.....	51
Figura 16 – Materiais constituintes de máquina de lavar. h. motor. i. conjunto mecanismo. j. bomba de drenagem.....	52
Figura 17 – Materiais constituintes de refrigeradores. a. gabinete. b. evaporador. c. porta do congelador. d. gabinete vista interna. e. porta do refrigerador. f. compressor. g. condensador. h. gaveta. i. refrigerador vista interna. j. refrigerador.....	53
Figura 18 – Fluxograma do plano de gestão de REEE para a cidade de Criciúma...57	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias de equipamentos eletrônicos segundo a diretiva 2002/95/CE.....	14
Quadro 2 - Metais pesados presentes nos REEE e efeitos deletérios ao homem....	20
Quadro 3 – Características da logística reversa em relação à logística direta.....	25
Quadro 4 – Materiais presentes em condicionadores de ar com subsequente classificação e reciclabilidade.....	49
Quadro 5 – Materiais presentes em máquinas de lavar com subsequente classificação e reciclabilidade.....	51
Quadro 6 – Materiais presentes em refrigeradores com subsequente classificação e reciclabilidade.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ACV	Análise de Ciclo de Vida
CFC	Clorofluorcarbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNI	Confederação Nacional da Indústria
DHARL	Designated Household Appliance Recycling
EMPA	Laboratório Suíço para Pesquisa e Testes de Materiais
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
FAMCRI	Fundação do Meio Ambiente de Criciúma
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
REP	Responsabilidade Estendida do Produtor
REEE	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletroeletrônicos
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 JUSTIFICATIVA.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 CARACTERIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS.....	14
2.1.1 Definição de equipamentos elétricos e eletrônicos.....	14
2.1.2 Definição de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos.....	15
2.1.2.1 Crescente descarte de REEE.....	18
2.2 MATERIAIS E SUBSTÂNCIAS PRESENTES NOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS.....	19
2.3 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO REEE.....	21
2.4 CICLO DE VIDA	22
2.5 LOGÍSTICA REVERSA.....	24
2.5.1 Logística reversa na visão da ABINEE.....	26
2.5.2 Logística reversa na Europa	27
2.5.3 Logística reversa na Coreia.....	29
2.5.4 Logística reversa no Japão.....	29
2.5.5 Logística reversa no Brasil.....	31
2.5.6 Logística reversa nos Estados Unidos.....	32
2.6 RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA.....	33
2.7 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA.....	34
3 METODOLOGIA.....	36
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	39

4.1 RECICLAGEM EM SANTA CATARINA.....	39
4.2 ENTREVISTA COM OS CONSUMIDORES DE ELETRODOMÉSTICOS.....	40
4.3 ECO PONTO.....	45
4.4 EMPRESAS QUE PRESTAM SERVIÇO DE MANUTENÇÃO A EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO.....	47
4.5 VISÃO DO CONTRATANTE SOBRE LOGÍSTICA REVERSA.....	47
4.6EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇOS RECICLÁVEIS DE ELETROELETRÔNICOS.....	48
4.7 MATERIAIS PRESENTES NOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS.....	49
4.8PROPOSIÇÃO DE PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS DA LINHA BRANCA APLICADO AO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA – SC.....	54
4.8.1 Informações necessárias à criação do plano de gestão de resíduos eletroeletrônicos da linha branca no município de Criciúma.....	54
4.8.2 Plano de gestão de resíduos eletroeletrônicos da linha branca no município de Criciúma.....	55
5 CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS.....	61
APÊNDICES.....	67
APÊNDICE A QUESTIONÁRIO – CONSUMIDORES.....	68
APÊNDICE B QUESTIONÁRIO – OFICINAS DE REPARAÇÃO E CONserto DE REFRIGERADORES, AR CONDICIONADO E MÁQUINAS DE LAVAR.....	70
APÊNDICE C QUESTIONÁRIO – EMPRESAS RECICLADORAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

Os Resíduos de Equipamentos Elétricos Eletroeletrônicos (REEE) são equipamentos elétricos ou eletrônicos que se tornaram obsoletos e foram submetidos ao descarte, incluindo todos os seus componentes, subconjuntos e materiais consumíveis necessários ao seu funcionamento (PGIREEE, 2009).

Os REEE são caracterizados pela grande diversidade de seus materiais componentes, sendo principalmente constituídos de metais (ferrosos e não ferrosos), vidro e plástico. Alguns destes materiais podem ser reciclados e até ter alto valor comercial, mas outros também possuem substâncias tóxicas como mercúrio, chumbo etc. Quando descartados de forma incorreta podem contaminar, solo lençóis freáticos, plantas, animais e até seres humanos (PGIREEE, 2009).

Os produtos eletrônicos que, à primeira vista, são equipamentos inofensivos, de uso normal e confeccionados para nos trazerem comodidade e conforto, geram também graves danos (econômicos, sociais, ambientais) desde a produção ao descarte. A expansividade do uso de equipamentos e as constantes trocas de versões, motivados pela febre de consumo imposta e obsolescência programada, geram um montante de resíduos e praticamente imensurável. Quanto à destinação final destes materiais, os resíduos eletro-eletrônicos, ou chamados “lixo digital”, podem em pouco tempo se agravar em grandes desastres ambientais, caso não sejam tomadas as providências necessárias (ANDRADE; FONSECA; MATTOS, 2010, p.2).

A nível mundial, as estimativas indicam que os resíduos eletroeletrônicos, por ano, somam um montante de 40 milhões de toneladas que chegarão em 50 milhões de toneladas em pouquíssimo tempo. Na Europa a estimativa de lixo eletroeletrônico é de 14 Kg anual por pessoa, já no Brasil esse número é menor, de 2,6 Kg de lixo eletroeletrônico por habitante por ano. Esse tipo de lixo é responsável por 70% dos metais pesados encontrados nos lixões. O Brasil produz por ano 97 mil toneladas de REEE (ANDRADE; FONSECA; MATTOS, 2010; NATUME; SANT ANNA, 2011; XAVIER, 2012).

No Brasil, até 2010, não se contava com uma legislação para o descarte correto de REEE e com as devidas responsabilidades de cada participante do processo de comercialização de um produto eletroeletrônico. Em 2010, foi criada a Lei 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que visou viabilizar a logística reversa de produtos eletroeletrônicos, entre outros produtos.

Essa lei institui as respectivas responsabilidades de fabricantes, importadores, comerciantes, distribuidores e consumidores de forma que um descarte adequado pudesse ser dado a estes REEE (ABDI, 2012; KOBAL et al., 2013).

Dentro desta perspectiva, o presente estudo visou analisar os principais materiais perigosos, recicláveis e rejeitos presentes nos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos da linha branca; descrever o atual destino dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no município de Criciúma; além de identificar empresas prestadoras de serviço que atuem na cadeia de reciclagem de eletroeletrônicos. Estas iniciativas foram criadas para que se pudesse propor um protocolo de referência para a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos a nível doméstico no município de Criciúma.

No capítulo 2 foi realizada uma revisão bibliográfica em torno dos REEE e da logística envolvida no seu processo de reciclagem. No capítulo 3 foram demonstrados os objetivos da pesquisa a serem atingidos (geral e específico). No capítulo 4 demonstrou-se a metodologia utilizada no desenvolvimento do estudo. O capítulo 5 consiste basicamente da aplicação dos estudos, ou seja, os Resultados e Discussão, sendo composto por: dados de reciclagem em SC, dados de entrevistas com consumidores de eletrodomésticos de Criciúma explicitadas com gráficos, dados sobre o ECO PONTO (ponto de coleta), dados sobre empresas que prestam serviço em Criciúma, dados sobre a visão do contrante sobre logística reversa, dados sobre empresas prestadoras de serviços recicláveis de REEE, dados sobre materiais presentes nos REEE, e por fim a proposição de um plano de gestão de REEE da linha Branca para Criciúma.

1.1 JUSTIFICATIVA

Atualmente os produtos eletroeletrônicos são vendidos em taxas alarmantes e isso ocorre, pois vivemos na era das evoluções tecnológicas, onde este tipo de produtos torna-se obsoleto rapidamente devido ao surgimento de aparelhos com tecnologias mais atualizadas e melhor designer (BORGES, 2012). Com isso também há o aumento do surgimento de REEE, pois a cada aparelho novo adquirido, um antigo torna-se obsoleto e é descartado por não possuir mais utilizado.

Assim, observam-se enormes taxas de REEE nos mais diversos países, sendo que o Brasil é um dos países em desenvolvimento que mais produz e descarta REEE.

O grande problema relacionado aos REEE é o descarte dos mesmos, pois a população ainda não possui consciência do que é realmente correto no momento do descarte. No Brasil, os consumidores não são obrigados a descartar seus REE em pontos de coleta como ocorre em outros países, sendo nesses países os consumidores passíveis de sofrerem multas. Assim a logística reversa, ou seja, o retorno do produto já utilizado a um ponto de coleta para que possa ser reciclado fica comprometido. Além disso, há legislação que incuti responsabilidades às fabricantes, importadores e distribuidores, porém muito ainda falta para que esta legislação realmente engrene.

Dentro desta perspectiva, o presente estudo visou como escopo principal propor um protocolo de referência para o gerenciamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos da linha branca.

Para dar sustentação e subsídios ao escopo inicial o trabalho tem também como metas analisar os principais materiais perigosos, recicláveis e rejeitos presentes nos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos da linha branca; descrever o atual destino dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no município de Criciúma; além de identificar empresas prestadoras de serviço que atuem na cadeia de reciclagem de eletroeletrônicos. Estas iniciativas foram criadas para que se pudesse propor um protocolo de referência para o gerenciamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos a nível doméstico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CARACTERIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS

2.1.1 Definição de equipamentos elétricos e eletrônicos

Equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) são os equipamentos cujo funcionamento adequado depende de corrente elétrica ou campos eletromagnéticos, bem como os equipamentos para geração, transferência e campos referentes ao Anexo IA da Diretiva 2002/96/ CE e destinados à utilização com uma tensão nominal não superior a 1.000 V para corrente alternada e 1.500 V para corrente contínua (FRANCO, 2008).

No quadro 1 são apresentadas as categorias definidas dos equipamentos eletroeletrônicos segundo a Diretiva 2002/95/CE.

Quadro 1 – Categorias de equipamentos eletrônicos segundo a diretiva 2002/95/CE

Nº	CATEGORIA	EXEMPLOS
1	Grandes eletrodomésticos	Geladeiras, máquinas de lavar roupa e louça, fogões, micro-ondas, secadoras
2	Pequenos eletrodomésticos	Aspiradores, torradeiras, facas elétricas, secadores de cabelo, ferros de engomar.
3	Equipamentos de informática e de Telecomunicações	Computadores, laptop, impressoras, telefones celulares, telefones.
4	Equipamentos de consumo	Aparelhos de televisão, aparelhos DVD, vídeos, câmaras de vídeos, instrumentos musicais.
5	Equipamentos de iluminação	Lâmpadas fluorescentes, aparelhos de iluminação.
6	Ferramentas elétricas e eletrônicas (com exceção de ferramentas industriais fixas de grandes dimensões)	Serras, máquinas de costura, ferramentas de cortar grama, ferramentas para soldar,
7	Brinquedos e equipamentos de desporto e Lazer	Jogos de vídeo, caça-níqueis, equipamentos esportivos, computadores.

8	Aparelhos médicos (com exceção de todos os produtos implantados e infectados)	Equipamentos de medicina nuclear, radioterapia, cardiologia, diálise.
9	Instrumento de monitoramento e controle	Termostatos, detectores de fumaça, aparelhos de medição.
10	Distribuidores automáticos	Distribuidores automáticos de dinheiro, bebidas, produtos sólidos.

Fonte: Adaptado do Anexo IA do Parlamento Europeu (2003b).

No Brasil, os EEE, são divididos em quatro linhas: a linha branca (refrigeradores, freezers verticais, congeladores e conservadores horizontais, lavadoras automáticas, lava-louças automáticas, secadoras de roupa e fogões), linha marrom (equipamentos de áudio e vídeo), linha verde (equipamentos de informática e telecomunicação) e linha azul (equipamentos portáteis e ferramentas elétricas) (FRANCO, 2008; SIQUEIRA; MARQUES, 2012). Segundo Alcântara e Albuquerque (2008), equipamentos da Linha Branca são assim chamados por serem produzidos, geralmente nessa cor.

Os equipamentos eletroeletrônicos podem ainda ser categorizados em: elétricos, que tem ou são resultado da eletricidade; eletrônicos que atuam a partir da eletricidade; e mecânicos que executam movimento a partir da força (XAVIER et al., 2012).

2.1.2 Definição de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos

Os REEE incluem todos os componentes, subconjuntos e materiais consumíveis que fazem parte dos produtos citados na tabela 1 no momento em que este é descartado (PARLAMENTO EUROPEU, 2003b). Conforme Organisation for Economic Co-operation and Development (2001 *apud* Santos, 2012) um REEE pode ser qualquer aparelho que utilize fonte de energia elétrica e que tenha atingido sua vida útil. Portanto, REEE é um termo genérico que abrange os diversos tipos de equipamentos eletroeletrônicos que tenham deixado de ter valor para o seu proprietário, ou um tipo de resíduo gerado por um aparelho eletroeletrônico quebrado ou de utilização indesejada. Os REEE também podem ser denominados como, lixo eletrônico, lixo tecnológico, e-lixo, resíduos eletroeletrônicos, resíduos de

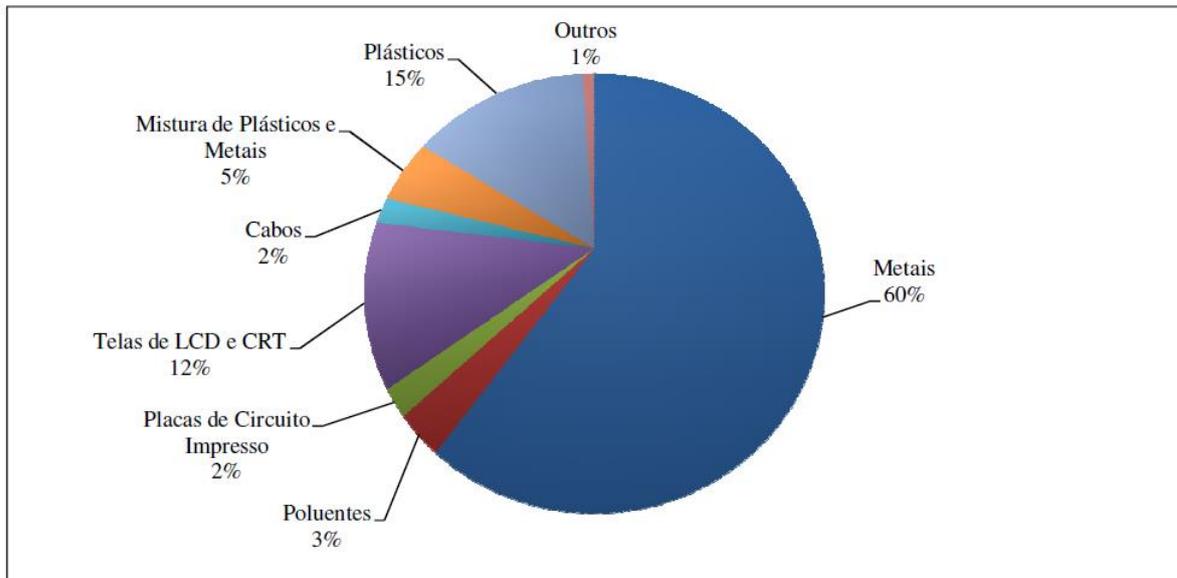
aparelhos elétricos e eletrônicos, resíduos tecnológicos, sucata eletroeletrônica, sucata eletrônica, sucata tecnológica, entre outras afins (MAGALHÃES, 2011). Os REEE possuem particularidades como, a grande heterogeneidade de materiais em sua constituição, grandes volumes de material gerado, alto valor agregado e a sua grande periculosidade (ABNT, 2010).

Os EEE tornam-se REEE por se tornarem obsoletos por diferentes razões, entre elas: não funciona mais e não pode ser reparado; o seu reparo é inviável financeiramente; não se encontram mais peças para o reparo; funciona, mas é tecnicamente obsoleto, sendo substituído por um equipamento tecnologicamente mais eficiente (FRANCO, 2008).

Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) estão em processo de plena expansão, inclusive nos países em desenvolvimento. A redução dos preços de venda, a crescente inovação tecnológica e a diminuição do tempo de vida útil são alguns dos fatores que contribuem para o seu descarte (FRANCO; LANGE, 2011). Além disso, ao consumidor custa mais caro reparar ou encaminhar um eletroeletrônico para o conserto do que adquirir um equipamento novo. Desta forma a indústria utiliza isto como artifício para incrementar as vendas de produtos eletroeletrônicos, levando assim a um sistema econômico insustentável (MAGALHÃES, 2011).

Além disso, os REE possuem uma composição bastante diversificada, podendo conter metais, plásticos, vidros, madeira, cerâmica, borracha, sendo a maioria reciclável, mas estes apresentam também muitas substâncias tóxicas que podem provocar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana (SIQUEIRA; MARQUES, 2012). O ferro e o aço são os materiais mais comuns encontrados nos REEE, respondendo por mais da metade do REEE, em segundo lugar estão os plásticos com 21% dos REEE. Os metais não ferrosos, incluindo os preciosos correspondem a 13% (SANTOS, 2012). A figura 1 demonstra as porcentagens geralmente encontradas de materiais em REEE.

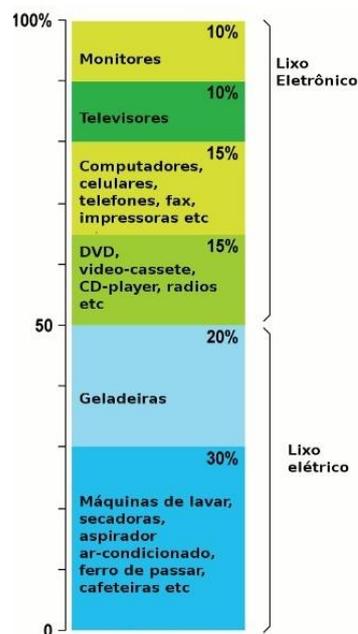
Figura 1 – Frações típicas de materiais encontrados em REEE.



Fonte: Santos, 2012

Os equipamentos eletroeletrônicos também são denominados lixo eletrônico e lixo elétrico, quanto à quantidade destes equipamentos que são gerados o Laboratório Suíço para pesquisa e Testes de Materiais (EMPA) definiu as porcentagens de cada equipamento (Figura 2).

Figura 2 – Porcentagem de Aparelhos eletroeletrônicos obsoletos.



Fonte: EMPA, Laboratório Suíço para a pesquisa e teste de materiais (definição de acordo com a directiva WEEE da União Europeia).

2.1.2.1 Crescente descarte de REEE

O crescimento do lixo eletroeletrônico é assustador, sendo que no mundo encontra-se em uma taxa anual de 50 milhões de toneladas, sendo que 80% deste lixo são destinados para países em desenvolvimento. Esse tipo de lixo é responsável por 70% dos metais pesados encontrados nos lixões. O Brasil produz por ano 97 mil toneladas de REEE (NATUME; SANT ANNA, 2011; XAVIER, 2012).

O GreenPeace declara que 5% de todos os resíduos eletrônicos gerados no mundo são destinados incorretamente ao lixo. A estimativa no Brasil é de que o lixo eletrônico seja produzido em um montante de 2,6 kg por pessoa (ANDRADE; FONSECA; MATTOS, 2010).

A preocupação quanto à grande quantidade de resíduos eletroeletrônicos gerados é o impacto ambiental e isso se justifica pelo fato dos REEE serem descartados indevidamente (FRANCO; LANGE, 2011). Aparelhos eletroeletrônicos foram criados para facilitar a vida, porém, com a vida moderna alguns vêm sendo descartados na medida em que ficam tecnologicamente ultrapassados em um ciclo de vida cada vez mais curto. Com isso, houve um crescimento dos resíduos eletroeletrônicos (NATUME; SANT ANNA, 2011).

Estados Unidos é o país campeão na geração de REEE, com cerca de 3 milhões de toneladas ao ano, sendo que este lixo cresce em um fluxo de 2 a 3 vezes mais rápido que qualquer outro fluxo de resíduos. A Europa, por sua vez, é responsável por um quarto do total de lixo eletrônico mundial, crescendo a um volume de 3% a 5% ao ano. O Japão enfrenta sérios problemas para administrar resíduos gerados pela alta densidade populacional, mas todo o continente Asiático e Africano são os mais prejudicados com o lixo eletrônico, devido à entrada ilegal de materiais eletroeletrônicos encaminhados por nações ricas (MAGALHÃES, 2011).

No Brasil, a geração de resíduos provenientes de telefones celulares e fixos, televisores, computadores, rádios, máquinas de lavar roupa, geladeiras e freezer é cerca de 679.000 t/ano. Para o período compreendido entre 2001 e 2030, estima-se que a média da geração per capita anual dos resíduos provenientes dos aparelhos citados seja de 3,4 kg/habitante. Isso implica que, no final desse período, haverá, aproximadamente, 22,4 milhões de toneladas de REEE para serem descartados no país (ROCHA, 2009).

A respeito de refrigeradores, a China disponibiliza cerca de 0,6 kg/hab.ano no mercado, a África do Sul em torno de 0,5 kg/hab -ano; a Índia, 0,2 kg/hab -ano; México, Brasil e China geram mais resíduos, cerca de 04 kg/hab -ano, seguidos pela África do Sul, Marrocos, Peru e Colômbia, entre 1,5 e 2,5 kg/hab -ano. O restante dos países gera menos de 0,1 kg/hab- ano de refrigeradores (MAGALHÃES, 2011).

A gestão dessa grande quantidade de REE possui grandes desafios como, possibilitar a preservação do meio ambiente, segurança ao trabalhador reciclador, rastreabilidade destes resíduos, descaracterização das informações, logística reversa, reuso e remanufatura de REE e inclusão dos catadores com geração de empregos e renda (ABNT, 2010).

2.2 MATERIAIS E SUBSTÂNCIAS PRESENTES NOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS

Os REEE incluem todos os componentes, subconjuntos e materiais de consumo que fazem parte do produto no momento do seu descarte. A reciclagem de lixo eletrônico implica na desmontagem e na destruição dos equipamentos para a recuperação de novos materiais, sendo a separação mecânica dos componentes o primeiro passo. Na reciclagem do lixo eletroeletrônico, os componentes podem ser separados para reutilização ou transformação metalúrgica por meio de um processo automatizado ou manual (ROBINSON, 2009).

Os REEE são compostos por diversos materiais: plásticos, vidros, componentes eletrônicos, mais de vinte tipos de metais pesados e outros. Estes materiais 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 (ABDI, 2012, p. 17).

Alguns produtos do segmento Linha Branca necessitam de cuidados especiais antes do descarte no meio ambiente, por possuírem componentes químicos e tóxicos, tais como os gases CFC's (clorofluorcarbono) que atuam diretamente no efeito estufa (KOSSAKA, 2004). A composição do lixo eletrônico é bastante diversificada, sendo possível encontrar mais de 1.000 substâncias diferentes capazes de produzir impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana, tais como, por exemplo, o arsênio, berílio, cádmio, chumbo e mercúrio. Estes materiais podem ocasionar efeito deletério nos sistemas digestivos, neurológicos, respiratório, cardiovascular, entre outros problemas (WIDMER et al., 2005). Na tabela 2 apresentam-se alguns metais pesados e os danos que os mesmos podem ocasionar à saúde.

Quadro 2 - Metais pesados presentes nos REEE e efeitos deletérios ao homem.

ELEMENTO	DANOS À SAÚDE HUMANA
Alumínio	Alguns autores sugerem existir relação da contaminação crônica do alumínio como um dos fatores ambientais da ocorrência de mal de Alzheimer.
Bário	Provoca efeitos no coração, constrição dos vasos sanguíneos, elevação da pressão arterial e efeitos no sistema nervoso central (SNC).
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	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 gastrointestinais, 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 de 3g a 30g 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: ABDI, 2012.

Algumas populações são mais expostas que outras e este tipo de contaminação. Como exemplo, há aquelas localidades que não possuem coleta de lixo domiciliar e acabam por despejá-los nas redondezas de suas residências. Outra população susceptível a essa exposição são aquelas que moram próximas a lixões, usinas de reciclagem e compostagem, devido a grande quantidade de resíduos neste locais e a falta de controle no armazenamento dos mesmos. Mas, os principais expostos são os trabalhadores que realizam o manuseio, transporte e destinação final destes resíduos (SILVA; MARTINS; OLIVEIRA, 2007).

2.3 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO REEE

Os REEE necessitam de processos específicos de gerenciamento, pois alguns dos materiais encontrados neles são metais pesados como alumínio, arsênio, cádmio, bário, cobre, chumbo, mercúrio, cromo, entre outros. Esses elementos são potencialmente tóxicos e podem provocar a contaminação de pessoas que manipulam estes materiais e a contaminação do meio ambiente. A pessoa que mantém os equipamentos antigos em casa, pessoas envolvidas na coleta, triagem, descaracterização e reciclagem estão expostas ao perigo de contaminação de metais pesados. Para reduzir o risco de contaminação, toda manipulação e processamento devem ser realizados com EPI (Equipamento de Proteção Individual). Os REEE não devem, sobre hipótese alguma, ser depositados na natureza. O mero contato dos metais pesados com água incorre em contaminação, sendo que esse material pode penetrar no solo e contaminar lençóis freáticos. Devido a estes riscos deduz-se a importância da logística reversa (ABDI, 2012).

Uma das principais preocupações da disposição final refere-se ao espaço ocupado nos aterros, entretanto embora haja pouca informação disponível sobre emissões e comportamentos dos aditivos e metais pesados, sabe-se que

existe grande possibilidade que estes causem sérios problemas de contaminação ao solo e recursos hídricos (NORDIC COUNCIL OF MINISTER, 1995).

A preocupação ambiental em relação aos resíduos oriundos do lixo eletrônico ocorre devido à liberação de substâncias tóxicas que podem causar sérios impactos a natureza. Ao serem jogadas no lixo comum, as substâncias químicas presentes nos componentes eletrônicos, como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio, penetram no solo e nos lençóis freáticos contaminando plantas e animais por meio da água, podendo provocar a contaminação da população através da ingestão desses produtos (OLIVEIRA; NEGREIROS, 2014). Os organismos vivos entram em contato com água ou alimentos contaminados e o organismo então acumula os metais pesados, podendo causar uma série de efeitos biológicos. Esta bioacumulação pode ocorrer em plantas, animais e também seres humanos (ABRELPE, 2014).

O lixo eletroeletrônico cresce mais que qualquer outro tipo de resíduos. Os produtos obsoletos, na melhor das hipóteses, são encaminhados para os recicladores que recolhem o lixo eletrônico e o encaminham para reutilização ou iniciam o processo de reciclagem, mas sabe-se que nem sempre as ações transcorrem com a melhor e mais adequada técnica. Associado a isso se têm a grande quantidade de substâncias tóxicas nos eletroeletrônicos, falta de políticas públicas especializadas e falta de consciência social. Os REEE são constantemente descartados em aterros sanitários comuns, lixões e vazadouros clandestinos ou ainda destinados a países em desenvolvimento, queimados a céu aberto e sem cuidados adequados (MAGALHÃES, 2011).

2.4 CICLO DE VIDA

O ciclo de vida de um produto relaciona toda a série de etapas que envolvem o seu desenvolvimento, a obtenção de matérias-primas e insumo, o processo produtivo, o consumo e a disposição final. Os ciclos de vida dos produtos eletroeletrônicos vêm diminuindo devido ao avanço tecnológico rápido e às constantes mudanças dos produtos (PEREZ, 2011).

A logística reversa visa fechar o ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos e promover a reciclagem do produto obsoleto retornando ao mercado matérias-primas recicladas e dispendo aos rejeitos de forma ambientalmente adequada.

A indústria de eletroeletrônicos de consumo, de uma maneira geral, 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. É como um consumidor adquirir, por exemplo, um novo telefone celular, mesmo tendo o seu equipamento antigo em pleno funcionamento. 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 chamamos de segunda vida útil para o equipamento eletroeletrônico que por vezes se estende a uma terceira, quarta ou quinta vida útil. É 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 pela fase de reuso ou não (ABDI, 2012, p. 26).

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma técnica que avalia os impactos ambientais e os impactos potenciais relacionados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada da natureza até sua disposição final. Técnica denominada “do berço ao túmulo”. As informações coletadas na ACV são úteis para a tomada de decisões, na seleção de indicadores ambientais para avaliação de desempenho de projetos e reprojeto de produtos ou planejamento estratégico (PEREZ, 2011).

Para que as ferramentas de *ecodesign* e análise de ciclo de vida sejam realmente eficientes, necessita-se que esse produto, ao final de sua vida útil, tenha um destino adequado. Para tanto, ele deve ser incluído novamente no ciclo produtivo para que obtenha sua valorização. Nesse momento entra a ferramenta logística reversa (FRANCO, 2008).

2.5 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa consiste no retorno dos produtos ao seu ponto de origem. A logística em si consiste em um conjunto de meios e métodos relacionados à organização do serviço, especialmente relativo aos fluxos de matéria, antes, durante e depois da produção, e o reverso diz respeito ao que retornou ao ponto de partida. Visando satisfazer o mercado de consumo e seus micros seguimentos, vem-se criando produtos com reduzido ciclo de vida mercadológico, o que propicia uma indústria que fornece material de consumo, mas que também gera muitos resíduos, estando cada vez mais preocupada unicamente com o valor econômico inserido no produto, sem referência de qualquer canal reverso ou parametrismo normativo (LEITTE, 2011).

De uma forma mais clara, nas palavras de Junqueira; Pinto (2013, p. 245):

(...) a logística reversa tem como objetivos: planejar, programar e controlar de um modo eficiente e eficaz o retorno ou recuperação dos produtos inservíveis; a redução do consumo de matérias-primas; a reciclagem, substituição e a reutilização dos materiais primários; e a deposição de resíduos ambientalmente correta, reparação e reutilização de produtos já consumidos em uma relação de ordem.

Rogers e Tibblen-Lembke (1998 *apud* Junqueira; Pinto, 2013, p. 245) afirmam que a logística reversa pode ser definida como:

(...) o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência, eficácia e dos custos, fluxos de matérias-primas, produtos em curso, produtos acabados e informação relacionada, desde o ponto de consumo até ao ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou realizar a deposição adequada.

Na Lei n. 12.305/2010, que trata sobre a PNRS, a logística reversa é retratada como um instrumento de desenvolvimento econômico social caracterizado por várias ações, procedimentos e meios destinados a permitir a coleta e a restituição de resíduos sólidos ao setor empresarial, de forma a reaproveitá-lo, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos (BRASIL, 2010). Conforme Níquel (2010), produtos eletroeletrônicos e seus componentes estão presentes na PNRS e esta estabelece que: consumidores devem efetuar a devolução após o uso aos comerciantes ou distribuidores dos produtos; os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos importadores dos produtos; e, por fim, os

fabricantes e importadores darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos. O quadro 3 demonstra a importância da logística reversa e também alguns aspectos que dificultam sua implantação.

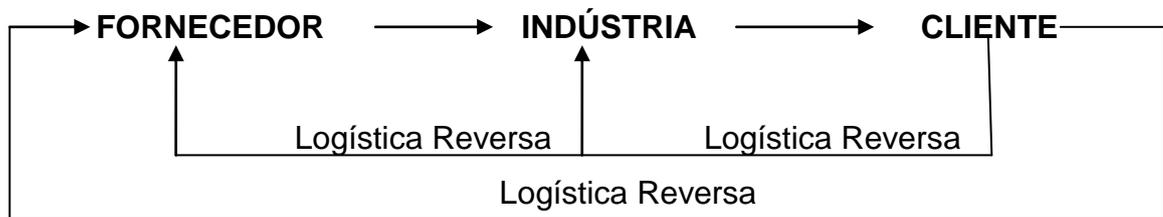
Quadro 3 – Características da logística reversa em relação à logística direta.

Logística Reversa
Previsão mais difícil
De muitos para um ponto de distribuição
Qualidade do produto não uniforme
Embalagem do produto geralmente danificada
Destinação/rota não é clara
Descarte não é claro
Preço depende de vários fatores
A velocidade, geralmente, não é considerada prioridade.
Custos reversos são menos visíveis diretamente
Gerenciamento de inventário não consistente
Questões referentes ao ciclo de vida do produto são mais complexas
Negociações complicadas por diversos fatores
Marketing complicado por diversos fatores
Visibilidade do processo menos transparente

Fonte: Adaptado de PEREZ (2011).

São responsáveis diretos pela logística reversa, ou seja, pelo retorno de produtos pós-consumo aos fabricantes, importadores e varejistas. Estes são responsáveis pela criação e manutenção de pontos de coleta, logística reversa e destinação final. Aos varejistas também se inclui a responsabilidade na cadeia de receber produtos para repasse aos fabricantes ou importador. O governo, por sua vez, não se responsabiliza pela coleta ou logística reversa, participando apenas em algumas legislações na realização de planos de gestão de resíduos em forma cooperada e na promoção de consórcios públicos (NÍQUEL, 2010). A figura 3 demonstra este processo de logística reversa que deve existir.

Figura 3 - Ciclo de Logística Reversa



Fonte:(Freitas; Jabbour, 2012).

Conforme dispõe Silva e Mota (2013, p. 721):

No que diz respeito à logística reversa dos resíduos eletroeletrônicos, em que pese o reconhecimento da importância da Lei ter contemplado este instrumento, muitas críticas podem ser feitas, pois, entre outras coisas, não existe uma fiscalização direta e tão abrangente que registre os equipamentos adquiridos e descartados por cada cidadão. [...] Outra questão diz respeito à incapacidade da sociedade atingir os objetivos fixados na Lei, posto que não existe condições para que isso ocorra neste momento. [...] o atual parque de reciclagem do Brasil não daria conta de reciclar todos os resíduos eletrônicos que nós pudéssemos coletar. Por isso, se faz necessário o estabelecimento das referidas metas; para que a cadeia produtiva e de consumo vá se adaptando e, ao mesmo tempo, que vá sendo criado, na população, o hábito de descartar corretamente. Além disso, sem as metas, a lei corre o risco de “não pegar”, por falta de respaldo e credibilidade. Para agravar o problema, as empresas argumentam que não podem ser responsabilizadas por tirar os equipamentos da casa do consumidor e efetivar o processo de logística reversa. Alegam que não podem responder pelo comportamento do consumidor em relação ao descarte e também defendem que as metas de coleta não podem ser definidas arbitrariamente.

Por trás do conceito de logística reversa, tem-se um conceito ainda mais amplo que é o de ciclo de vida do produto. Segundo Lacerda (2009), ao analisar pela ótica da logística, um produto não tem o fim do seu ciclo de vida quando é entregue ao cliente, pois eles podem voltar à sua origem devido ao descarte, reparos ou reaproveitamentos, o que influencia diretamente nos custos.

2.5.1 Logística reversa na visão da ABINEE

Logística Reversa é a estratégia que, na visão de André Saraiva, diretor de Responsabilidade Socioambiental da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e

Eletrônica (ABINEE) permite um aumento de participação da empresa no mercado a partir de um programa de levar de volta. “A conscientização e a destinação ambientalmente adequada de um produto pode trazer, a esse consumidor, o entendimento sobre uma marca muito mais responsável e direta do que qualquer comercial. É uma aposta no consumo consciente”, diz André Saraiva (OLIVEIRA, 2009).

A ABINEE apresentou uma proposta de logística reversa nos segmentos de linha branca (geladeira, fogões, lava-roupas e aparelhos de ar-condicionado domésticos), verde (desktops, laptops, impressoras e aparelhos celulares), marrom (televisores, DVDs, aparelhos de áudio) e azul (batedeiras, liquidificadores e outros eletros portáteis). Nesta proposta retrata-se a importância da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, entre fabricantes, importadores e distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

A ABINNE ainda demonstrou a importância do consumidor no processo de logística reversa:

[...] Redondo destacou a importância do consumidor, que tem o papel de dar início a todo processo. “O nosso segmento tem uma particularidade diferenciada. O brasileiro acredita que há valor agregado no produto e estende a vida útil deste produto, dificultando assim o controle de quando deverá ser descartado” [...]. Redondo salientou que é o consumidor que tem a faculdade de entregar ou não o produto à destinação final e, também, de escolher o momento e para quem quer entregá-lo. Em função desta cultura de repasse/reuso, a vida útil do produto acaba sendo maior do que a projetada pelo fabricante/importador e a responsabilidade das empresas passa a depender de quando e onde o consumidor entregará o seu produto [...]. (ABINEE, 2011, p. 16-17).

2.5.2 Logística reversa na Europa

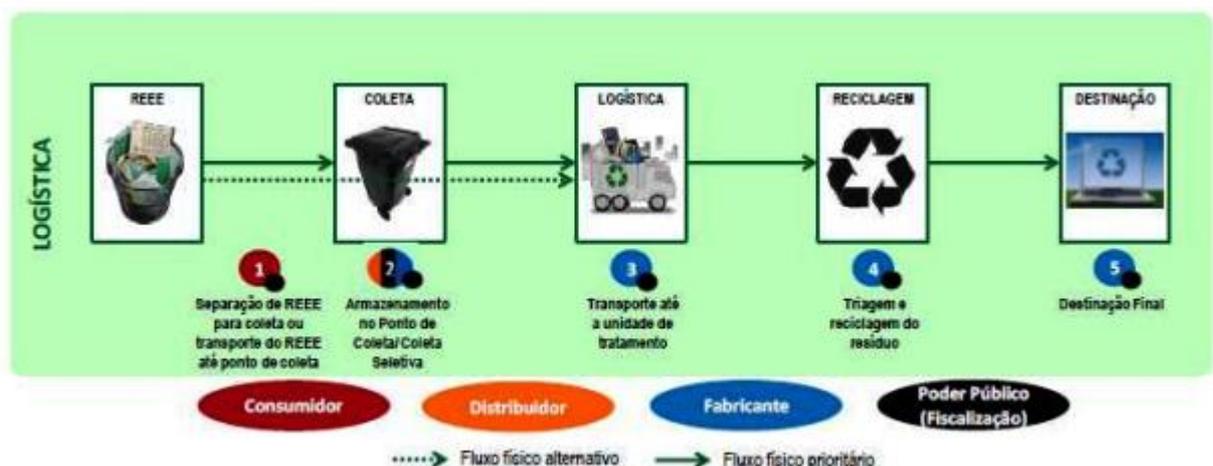
Na União Europeia, a LR é pautada por duas diretivas que se complementam: WEEE – Waste Electrical and Eletronical Equipment (resíduos de equipamentos elétricos eletrônicos) - e RoHS - Restriction of Hazardous Substances (restrição a substâncias perigosas), em vigor desde janeiro de 2006. A primeira tem como objetivo eliminar a quantidade de lixo eletrônico que chega aos aterros

sanitários, por meio da coleta e da reciclagem. Os aterros, além de terem um alto custo para os municípios, oferecem riscos à saúde, já que, com o tempo, os materiais se desintegram e formam um caldo de metais pesados que contaminem os seres humanos, especialmente via lençol freático. Já a RoHS proíbe o uso de seis substâncias em produtos eletroeletrônicos fabricados localmente e importados para a região: cádmio, mercúrio, cromo, chumbo e retardantes de chamas, como a bromo bifelina, que é cancerígena e bioacumulativa (NÍQUEL, 2010).

A Diretiva WEEE na perspectiva do poluidor-pagador visa que os produtores e importadores de produtos eletroeletrônicos sejam responsáveis pelo ciclo de vida de seus produtos, com a organização e financiamento de processos de recolhimento e reciclagem, sob pena de multa. Dá prioridade ao reuso dos equipamentos e promove o ecodesign. A obrigatoriedade máxima consiste em quem vender é obrigado a receber de volta os produtos (ANDRADE, 2013).

Descrevendo de uma forma básica a logística reversa na Europa funciona com a separação dos REEE para coleta ou transporte até o ponto de coleta pelo consumidor. Distribuidores, fabricantes e poder público devem fazer o armazenamento de REEE nos pontos de coleta. O transporte até a unidade de tratamento deve ser realizado pelo fabricante, além da triagem e reciclagem do resíduo e destinação final. Os recursos para estruturação da logística reversa na Europa são embutidos nos equipamentos eletroeletrônicos, de forma que ao final da vida útil destes equipamentos, o valor acrescido seja utilizado para financiar o sistema (ANDRADE, 2013) (Figura 4).

Figura 4 – Logística reversa de produtos eletroeletrônicos na Europa.



Fonte: ABDI, 2012.

2.5.3 Logística reversa na Coréia

Em 2003, foi implementado o sistema REP (responsabilidade estendida do produtor), fazendo com que os produtores passassem a ser responsáveis pelo ciclo de vida de seus produtos, iniciando por televisores, geladeiras, máquinas de lavar, ar-condicionado e computadores. Em 2005, foram incluídos os equipamentos de áudio, telefones celulares, telefax e impressoras (LEE; SONG; YOO, 2007).

Segundo Lee, Song e Yoo (2007), a taxa de coleta ainda não é satisfatória em comparação com a rápida geração desses resíduos. Isso pode ser atribuído à insuficiência de infraestrutura no sistema de coleta, falta de informação dos consumidores, bem como deficiência nas tecnologias de reciclagem dos REEEs. Em 1998 a Coréia possuía três centros de reciclagem de REEE em pleno funcionamento, para televisores, geladeiras, máquinas de lavar roupa e aparelhos de ar-condicionado, com capacidade total de 880.000 unidades/ano.

2.5.4 Logística reversa no Japão

No Japão, televisores, geladeiras, máquinas de lavar, ar-condicionado e secadoras de roupa quando se tornam obsoletos e serão descartados pelos consumidores, os mesmos devem pagar uma taxa de reciclagem para o descarte de eletrodomésticos, desde o recolhimento até o transporte. O varejo e o governo, por sua vez, recolhem os aparelhos descartados para passá-los aos fabricantes, de forma que estes reciclem os aparelhos descartados em instalações próprias (NÍQUEL, 2010).

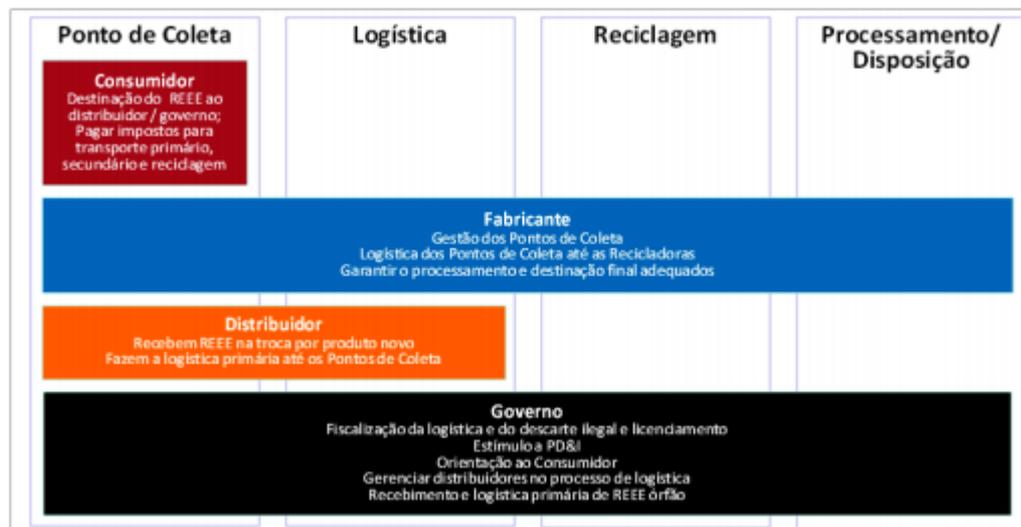
O Japão desenvolveu um sistema de reciclagem de eletrodomésticos, através da associação elétrica de equipamentos domésticos, onde as partes interessadas, tais como consumidores, varejistas e fabricantes se responsabilizam pela reciclagem do eletrodoméstico, onde o não cumprimento desta ordem, ficando sob pena de aplicação da lei vigente no país. O consumidor tem duas opções para o destino final de seu resíduo eletroeletrônico: paga o transporte até o varejista ou

fabricante de origem, ou paga taxas para o governo reciclar seu resíduo (BI BO; YAMAMOTO, 2010).

A regulamentação de REEE pelo governo japonês é feita através da Designated Household Appliance Recycling (DHARL). O foco desta regularização são condicionadores de ar, máquinas de lavar, refrigeradores e televisores que somam 80% dos REEE e 2% do resíduo sólido produzido anualmente no Japão (ABDI, 2012).

Conforme o modelo japonês o consumidor é obrigado por lei a levar seu REE ao órgão público ou distribuidor. A logística primária (até os pontos de coleta) é feita pelo distribuidor e pelo órgão público, que recebem contribuição do consumidor. A logística secundária (do ponto de recebimento até as recicladoras) é de responsabilidade do fabricante, que também recebe contribuição do consumidor (ABDI, 2012). A figura 5 demonstra estas etapas.

Figura 5 – Logística reversa de produtos eletroeletrônicos no Japão.



Fonte: ABDI, 2012.

A quantidade de geração de lixo eletrônico tem visto um aumento contínuo no Japão desde os anos 1990. A produção nacional de indústrias elétricas e eletrônicas (incluindo equipamentos elétricos, equipamentos eletrônicos, equipamentos de comunicação, equipamentos de controles de medição elétrica, luminárias, baterias de armazenamento / seco, equipamentos de fiação, lâmpadas elétricas, etc.), como no ano de 2006 apresentou um aumento de 105,8 % em relação a 2005 (JEMA, 2007).

2.5.5 Logística reversa no Brasil

No Brasil o grande problema relacionado à logística reversa (retorno pós-consumo) é que isso não é obrigatório, tornando-se, portanto, opcional. Isso acontece principalmente por causa do Código de Defesa do Consumidor, que o mesmo não obriga. Em alguns países o descarte no ponto de coleta é obrigatório. Ainda no Brasil, a responsabilidade inclui distribuidores e varejistas na cadeia de recebimento do produto, mas atualmente ainda existem poucas iniciativas voluntárias nesta área, apenas focadas no recolhimento de embalagens. Já em outros países o ponto de coleta e repasse ao fabricante ou importador é obrigatório (NÍQUEL, 2010).

O Brasil possui a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 16156:2013 conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas que legisla sobre Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – Requisitos para atividade de manufatura reversa. A elaboração dessa NBR deu-se por alguns motivos, sendo eles: obrigatoriedade de estruturação e implementação de sistemas de logística reversa para a cadeia produtiva de produtos eletroeletrônicos e seus componentes (Lei 12305/2010); permitir o desenvolvimento da competência das recicladoras de componentes e produtos eletroeletrônicos, reduzindo a ocorrência de agressões ao meio ambiente; garantir que os processos adotados sejam coerentes com as boas práticas de gerenciamento de resíduos, evitando que os materiais sejam destinados de maneira incorreta e garantir a segurança e saúde ocupacional dos envolvidos no processo de reciclagem de produtos eletroeletrônicos (ABNT, 2013).

Esta norma estabelece requisitos para proteção ao meio ambiente e para o controle dos riscos da segurança e saúde no trabalho na atividade de manufatura reversa de REE. Esta norma é aplicável a organizações que realizam atividades de manufatura reversa de REE como atividade afim (ABNT, 2013, p. 8).

Entre os resíduos considerados especiais, somente os de pilhas e baterias têm seu gerenciamento pós-consumo determinado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução CONAMA nº 401 de 04 de novembro de 2008, que revoga a Resolução CONAMA nº 257 de 1999, que determina a responsabilidade dos fabricantes nacionais e importadores na gestão da

coleta, classificação e transporte dos produtos descartados, assim como o tratamento prévio dos mesmos (BRASIL, 2008).

A PNRS, instituída pela Lei 12.305/2010, tenta viabilizar a logística reversa de produtos eletroeletrônicos, entre outros produtos no Brasil, de forma que todas as partes relacionadas ao processo deverão contribuir para o encaminhamento dos produtos em fim de vida útil para a reciclagem ou destinação final ambientalmente adequada. A PNRS obriga aos produtores deste tipo de resíduos à: 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 possível; divulgar informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados aos seus respectivos produtos; assumir o compromisso de, quando firmados acordos ou termos de compromisso com o Município, 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 (ABDI, 2012). Portanto, a PNRS não é específica para a legislação de produtos eletroeletrônicos, porém, já prevê a responsabilidade compartilhada de fabricantes, importadores, distribuidores e vendedores na logística reversa de produtos eletroeletrônicos, mas também de agrotóxicos, pilhas, baterias, pneus, óleos lubrificantes e lâmpadas (KOBAL et al., 2013).

O grande problema relacionado à responsabilidade compartilhada da Lei 12.305/2010 que mesmo que os atores envolvidos na responsabilidade compartilhada exerçam a logística reversa, isso não surtirá efeitos se os consumidores não depositarem seus resíduos eletroeletrônicos nos locais adequados (KOBAL et al., 2013).

2.5.6 Logística reversa nos Estados Unidos

Nos Estados Unidos existem diversos modelos de Política de Recolhimento de REEE. A ARF é uma taxa de reciclagem de resíduo eletroeletrônicos paga pelo consumidor, calculada e avaliada na venda de produtos eletroeletrônicos cobertos pelo FEE – Taxa de Registro Anual de Fabricante. Este

modelo está aplicado na Califórnia. O SHARE é um modelo onde os fabricantes devem financiar um programa de coleta e reciclagem de sua participação na marca de produtos cobertos, coletiva ou independentemente. O programa coletivo OREGON é dirigido pelo Departamento de Qualidade Ambiental. Este programa está aplicado em New Jersey, New York, Washington e Oregon. LBS. SOLD é um modelo onde o fabricante paga uma taxa de registro para coleta e reciclagem de dispositivos eletroeletrônicos cobertos e baseia-se em suas vendas anuais para uso doméstico. Modelo aplicado em Minnesota. No modelo Returns 1, os fabricantes devem desenvolver e implementar os seus próprios programas de reciclagem para seus próprios produtos devolvidos. Modelo aplicado no Texas e na Carolina do Norte. No modelo Returns 2 os fabricantes pagam pelo transporte e reciclagem dos produtos de sua marca coletados por outros. Modelo aplicado à Maine e Connecticut (NÍQUEL, 2010).

2.6 RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA

O artigo 30 da Lei nº 12.305/2010, estabelece a responsabilidade compartilhada. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante às atribuições e procedimentos previstos nesta seção (BRASIL, 2010).

Entende-se como ecodesign o projeto orientado por critérios ambientais, que engloba um conjunto de atividades com o objetivo de enfrentar os problemas ambientais, sendo uma maneira eficaz de se agir preventivamente, na fase de concepção dos produtos, de modo a evitar, ou melhor, limitar os impactos ambientais futuros ao longo de todo o ciclo de vida (MANZINI; VEZZOLI, 2005).

Se todo lixo eletroeletrônico acumulado em lixões e países pobres fosse enviado de volta aos que projetaram, seria um estímulo para que fossem criados menos produtos descartáveis e tóxicos, o que poderia aumentar o estímulo à reciclagem e à efetividade do princípio de responsabilidade do produtor pela destinação final dos produtos. Neste sentido, começou a ser concebida a ideia de

responsabilidade do produtor pelo ciclo de vida dos produtos. Esta eco-concepção consiste em integrar os aspectos ambientais desde a fase de concepção dos produtos, quer se trate de bens ou de serviço, a fim de prevenir a produção de dejetos na sua origem e a facilitar a reciclagem. Ela constitui o eixo maior de prevenção ou de redução na origem dos impactos ambientais, considerando todas as etapas de ciclo de vida de um produto: produção ou extração de matérias-primas, fabricação, transporte, distribuição, utilização e valorização, além do tratamento do produto já utilizado, de maneira a limitar os impactos do produto sobre o meio ambiente (SILVIA; MOTA, 2013).

A Responsabilidade Compartilhada segundo a PNRS é um conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, de forma a minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, diminuindo os impactos à saúde humana e à qualidade ambiental decorrente do ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010).

Mas a responsabilidade compartilhada ainda não é conhecida pela maioria dos consumidores, e estes não têm consciência que todos os resíduos eletroeletrônicos devem ser coletados e destinados corretamente. Na verdade, a grande maioria dos consumidores nem sabe como descartar estes materiais, pois falta informação, postos de coleta, ou seja, um sistema de logística reversa que se prepara para dar conta de tudo que está estocado esperando uma solução. Espera-se assim que a aplicação da PNRS em relação à logística compartilhada torne-se uma realidade (SILVA; MOTA, 2013).

2.7 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA

A gestão de resíduos sólidos no município de Criciúma SC é de responsabilidade da Secretaria de Infraestrutura, Planejamento e Mobilidade Urbana, e fiscalizado pela Fundação do Meio Ambiente de Criciúma (FAMCRI), criada em 04 de setembro de 2008, tem como objetivo, promover o desenvolvimento sustentável, com ênfase no Meio Ambiente e ecossistemas associados, através de

um diálogo permanente com os diversos setores da sociedade, da multiplicação de competência e da promoção do exercício da cidadania (FAMCRI, 2014).

A FAMCRI atua na fiscalização em conjunto junto com os demais órgãos específicos; avaliação, monitoramento e divulgação de informação sobre a qualidade ambiental; diagnóstico e planejamento; avaliação das mudanças ambientais e o licenciamento ambiental de atividades individuais sejam vistos dentro do marco de diretrizes regionais e da capacidade suporte do ambiente; apoio, informação, orientação técnica e mobilização de outros fatores importantes para o Meio Ambiente (FAMCRI, 2014).

As atividades de limpeza urbana são executadas por uma empresa que venceu a licitação da prefeitura do município, onde consiste em coletar o lixo domiciliar convencional usando caminhão compactador e caminhões diferenciados para coleta seletiva. A coleta seletiva atende atualmente 49 bairros do município, tendo como meta, aplicar o programa em todos os bairros do município. Os resíduos da coleta convencional coletados são destinados ao aterro sanitário, localizados no município vizinho.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa esta baseada em um estudo de caso de caráter exploratório, tendo como objetivo promover uma aproximação com o tema da implantação de um protocolo de gerenciamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos domésticos da linha branca para o município de Criciúma.

Para Vieira (2002), a pesquisa exploratória visa proporcionar ao pesquisador mais familiaridade com o problema em estudo, possibilitando a compreensão do problema de fatos e fenômenos relacionados ao gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos da linha branca. Caracteriza-se também como descritiva, pois os fatos ligados a geração de resíduos eletroeletrônicos foram observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, de modo que possa explicar os fenômenos do descarte indevido e propicia melhor reconhecimento da realidade sem que o pesquisador interfira neles (ANDRADE, 2005).

As etapas para elaboração da pesquisa constituem em: pesquisa bibliográfica, por meio de livros, artigos, a literaturas especializadas; levantamento de resíduos eletroeletrônicos gerados pela empresa, obtida por meio de uma análise dos procedimentos internos na empresa; descrever e diagnosticar o fluxo de resíduos eletroeletrônicos oriundos de equipamentos tais como: refrigeradores, aparelhos de ar condicionado e máquinas de lava roupas no município de Criciúma.

Nos aspectos referentes a identificação dos matérias quanto a sua classificação e identificação de periculosidade adotou-se como critério de classificação adotou-se a instrução normativa do IBAMA 13/2012 que trata da lista brasileira de resíduos e ABNT 10004/2004 que trata do grau de risco.

Procedeu-se a identificação das estratégias operacionais do ecoponto e dos envolvidos na cadeia de pós-consumo destes resíduos; bem como elaboração do protocolo de referência para o gerenciamento de REEEs domésticos para o município de Criciúma.

Para identificação dos aspectos de participação do gerador de resíduos foi efetuada uma pesquisa semi estruturada com questões ligadas aos procedimentos e a percepção dos clientes (Apêndice A) no que se refere à responsabilidade compartilhada e a logística reversa dos equipamentos eletroeletrônicos da linha branca.

O levantamento de dados foi realizado através da aplicação de entrevistas utilizando como instrumento um questionário com um conjunto de perguntas a respeito do comportamento dos clientes da empresa sobre a percepção dos mesmos a respeito da geração de resíduos eletroeletrônicos da linha branca pós-consumo.

Os questionários foram aplicados na recepção da empresa e também pelos técnicos de manutenção nas residências dos consumidores sendo aplicados 50 entrevistas. Em relação às empresas prestadoras de serviço foi selecionado na amostragem por conveniência intencional apenas as empresas de assistência técnica autorizada. Para identificar a cadeia de reciclagem efetuou-se uma pesquisa utilizando sites disponíveis encontrados na web de empresas que atuam no Brasil. O período de realização da pesquisa foi entre os meses de Abril e Maio de 2014.

Como forma de assegurar a identificação da percepção sobre responsabilidade compartilhada na cadeia de reciclagem de REEEs foi efetuada uma pesquisa sobre procedimentos operacionais para empresas prestadoras autorizadas de serviços de manutenção no município de Criciúma (Apêndice B) e para empresas com atuação na cadeia de reciclagem de materiais e resíduos eletroeletrônicos no Brasil (Apêndice C). Salienta-se que este último nível da cadeia de reciclagem de REEEs é ainda incipiente com poucas empresas atuantes no território brasileiro o que dificultou a prospecção de informações.

A partir dos dados identificados e da descrição de cada um dos componentes da linha branca que atua a empresa, da percepção dos consumidores e da descrição do funcionamento do Eco ponto de eletroeletrônicos existente serão analisados os aspectos técnicos, econômicos, administrativos, legais e sociais para a implementação de plano de gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos.

Para criar-se um plano de gestão de REEE foram adotadas as informações propostas por Castilho Júnior et al. (2003) e adotadas por Franco (2008) em sua proposta de protocolo de referência para a gestão dos REEE no município de Belo Horizonte. As informações que devem ser contempladas no plano de gestão de REEE são: características quantitativas e qualitativas dos resíduos sólidos urbanos; identificação e análise das disposições legais existentes, incluindo contratos de execução de serviços de limpeza urbana municipal por terceiros; identificação e descrição da estrutura administrativa dos serviços de limpeza urbana e respectivos recursos humanos; identificação, levantamento e caracterização dos serviços

prestados; identificação dos aspectos sociais (presença de catadores na disposição final, coleta informal, existência de cooperativas e associações; identificação, levantamento e caracterização da estrutura financeira do serviço de limpeza urbana (remuneração e custeio, investimentos, controle de custos); e levantamento e caracterização de ações ou programas de educação ambiental em desenvolvimento no município.

Através das entrevistas realizadas pode-se constatar que os materiais eletroeletrônicos no município ainda são descartados de forma incorreta. O município apresenta-se desestruturado na questão de pontos de coleta de equipamentos, sendo que apresenta um local denominado Eco Ponto, mas que ainda não consegue atender toda a demanda da cidade. O foco desse ponto de coleta está voltado para pneus e lâmpadas fluorescentes. Desta forma demonstra-se a necessidade da incorporação de um plano de gestão de REEE da linha branca no município de Criciúma.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo apresentar-se-ão, os resultados da pesquisa “Proposição de plano de gestão de resíduos eletroeletrônicos da linha branca aplicado ao município de Criciúma - SC”. A confecção deste capítulo é de suma importância para geração de dados relevantes que sucumbirão na criação de um protocolo de gestão de resíduos eletroeletrônicos no município de Criciúma – SC.

4.1 RECICLAGEM EM SANTA CATARINA

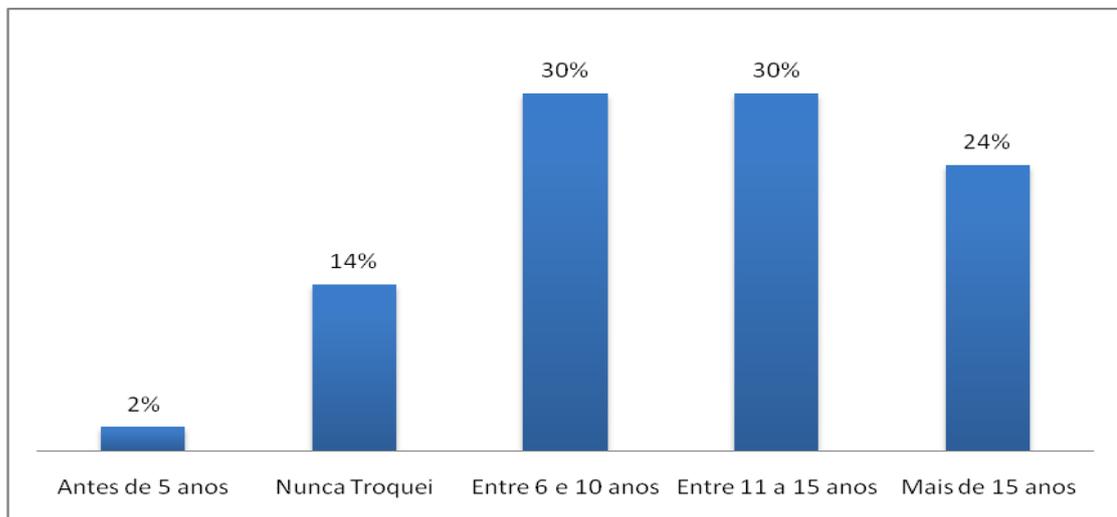
Com a apuração dos dados levantados, pode-se constatar que no estado de Santa Catarina existem somente empresas recicladoras de eletrônicos, sendo assim nenhuma voltada à reciclagem de eletroeletrônicos, do tipo: refrigeradores, ar condicionado e máquinas de lavar roupas. No estado não podemos contar com uma referência em reciclagem para produtos eletroeletrônicos. O mercado de sucatas em Santa Catarina ocorre de modo formal e informal. Em uma pesquisa realizada no mercado formal constatou-se algumas empresas recicladoras cadastradas na web página do CEMPRE, em maio de 2014, que reciclam algum tipo de material eletrônico. Encontrou-se no estado de Santa Catarina dez empresas especializadas na reciclagem de material eletrônico, onde as mesmas só recebem placas eletrônicas, sobras industriais, fios e cabos elétricos e reciclagem de monitores (tubos de raios catódicos), pilhas, baterias, lâmpadas e computadores, a chamada sucata eletrônica. No município de Criciúma, não existe empresas cadastradas que trabalhem com resíduo eletrônico e eletroeletrônico. A cidade conta apenas com um ponto de referência para entrega deste tipo de resíduo, o Ecoponto – FAMCRI.

Outro dado importante foi à falta de comprometimento das empresas prestadoras de serviços a eletrodomésticos e empresas recicladoras em procederem as informações através de questionários que lhes foram enviados. Dentre as empresas prestadoras de serviços a eletrodomésticos apenas 2 pronunciaram-se e entre as empresas recicladoras não se obteve resposta de nenhuma.

4.2 ENTREVISTA COM OS CONSUMIDORES DE ELETRODOMÉSTICOS

Os entrevistados foram questionados quanto à frequência de troca de eletrodomésticos, sendo que para isso os mesmos declararam: 2% trocaram antes dos 5 anos de uso, 14% nunca trocaram 30% entre 6 e 10 anos de uso, 30% entre 11 e 15 anos de uso, e 24% mais de 15 anos (Figura 6). Os materiais produzidos pelo homem sempre tiveram o intuito de facilitar a vida, porém atualmente equipamentos eletroeletrônicos e eletrônicos tornam-se obsoletos e são substituídos em um ritmo muito acelerado, mesmo estando em boas condições de uso, assim gerando grandes quantidades de resíduos (DYONISIO; DYONISIO, 2014). O Ministério do Ambiente declara que há no Brasil, em nossas casas, 500 milhões de aparelhos sem uso, são aparelhos como geladeiras, TVs, microondas, aparelhos de ar condicionados, entre outros (INSTITUTO CLARO, 2014). No presente estudo pode-se observar que pequena porcentagem da população, apenas 2%, desfaz-se dos equipamentos em curto período de menos de 5 anos de uso, os demais apresentaram alto tempo de uso, variando de 6 anos à mais de 15 anos.

Figura 6 – Frequência de troca de eletrodomésticos pelos entrevistados.

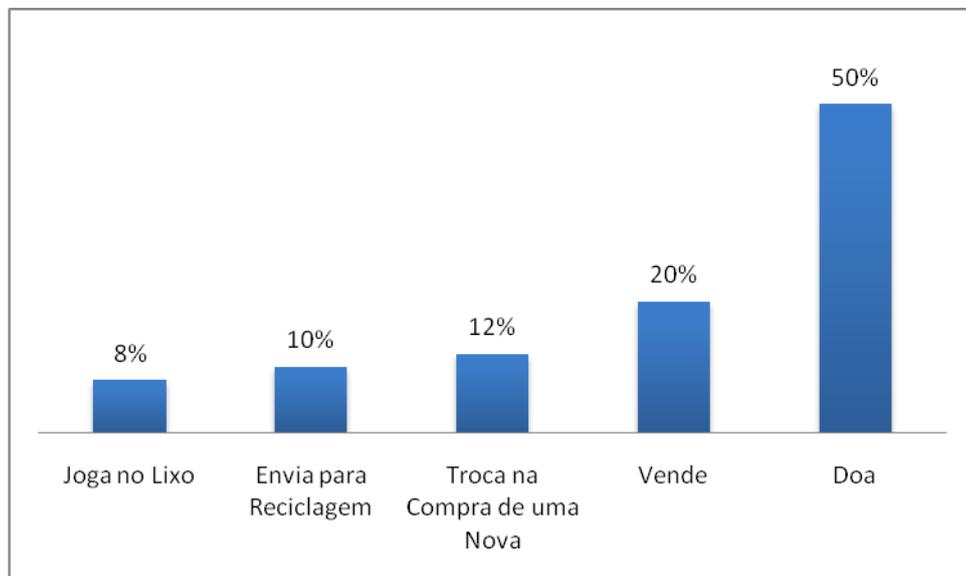


Fonte: do autor

Quanto à troca dos aparelhos obsoletos, os entrevistados foram questionados sobre o que era feito com os antigos. Para tal questionamento 50% dos entrevistados declararam que doam os aparelhos eletrodomésticos, 20% vendem estes aparelhos, 12% troca na compra em uma nova com a loja, sendo que a loja citada para estas trocas foi as Casas Bahia, 10% enviam para a reciclagem e

8% jogam indiscriminadamente no lixo (Figura 7). Em pesquisa realizada pela Confederação Nacional das Indústrias (CNI) observou-se que a maior parte da população (61%) prioriza a doação ou venda para empresas especializadas ou de coleta seletiva dos eletrodomésticos velhos, mas 35% declararam colocar no lixo os eletrodomésticos velhos (CNI, 2012). Desta forma, na presente pesquisa observa-se melhores resultados do que a CNI quanto ao que é feito com os aparelhos obsoletos, pois na presente pesquisa apenas 8% jogam indiscriminadamente no lixo e na pesquisa do CNI 35% colocam os eletrodomésticos no lixo.

Figura 7 – Entrevistados responderam ao questionamento sobre o que é feito com os eletrodomésticos obsoletos.

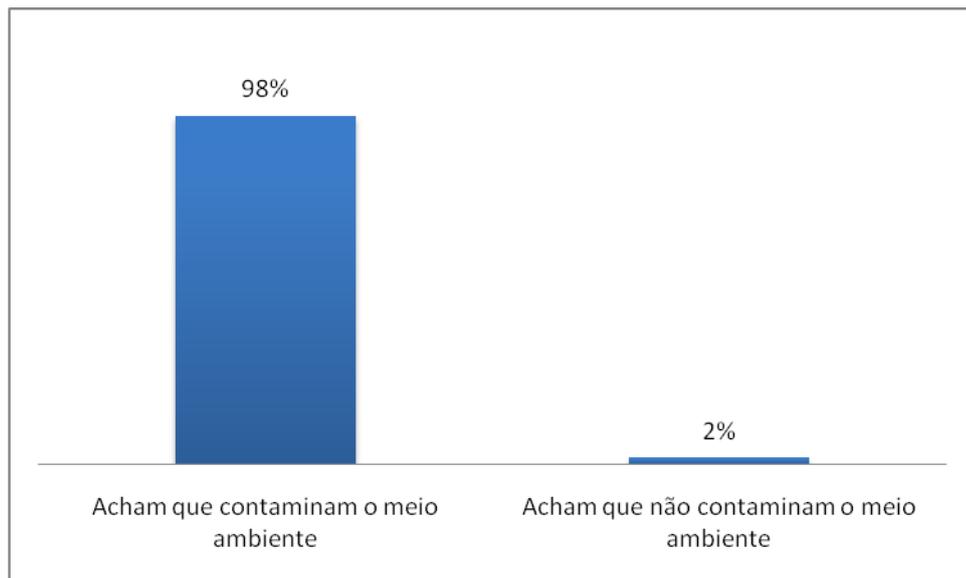


Fonte: do autor

Quanto à consciência dos entrevistados sobre a contaminação causada por eletrodomésticos descartados de modo incorreto na natureza, 98% declararam que acham que o descarte contamina o meio ambiente e apenas 2% declararam que acham que esse descarte indiscriminado não contamina o meio ambiente (Figura 8). Intercalando este dado com o dado anterior do que é feito com o eletrodoméstico obsoleto pode-se observar que 8% descartam na natureza, mas que apenas 2% acreditam que isso não contamine o meio ambiente, portanto, 6% sabem do mal que causam ao meio ambiente, mas mesmo assim fazem esse descarte. Na pesquisa realizada pelo CNI em 2012 com a população observou-se que 98% importa-se com a reciclagem de tais materiais de forma que os mesmos não contaminem o meio ambiente, porém 2% declaram que isso não é importante para o meio ambiente.

Deste modo, apesar da formulação das perguntas obteve-se o mesmo resultado, onde a maioria da população encontra-se consciente do mal que isso causa ao meio ambiente e apenas pequena porcentagem não tem noção do mal que eletrodomésticos descartados de forma indevida causam ao meio ambiente.

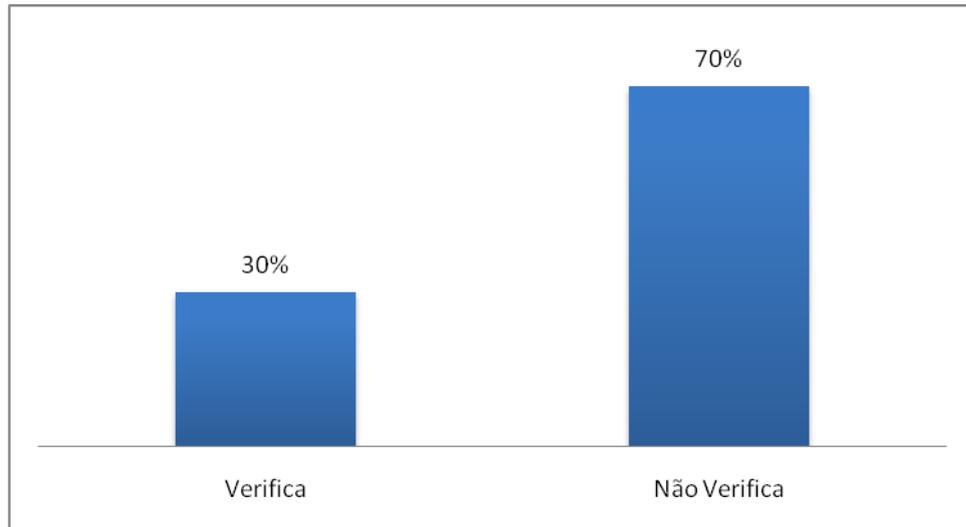
Figura 8 – Consciência dos entrevistados sobre a contaminação causada por eletrodomésticos descartados na natureza.



Fonte: do autor

Quanto à leitura das informações presentes nos manuais de descarte de eletrodomésticos, apenas 30% dos entrevistados relatou que verifica estas informações e procede à leitura, os demais 70% não verificam os manuais de descarte (Figura 9). Os manuais de descarte são de extrema importância. Exemplo do que está contido em um manual de descarte: “A geração de resíduos sólidos deve ser considerada pelo usuário na utilização e manutenção dos eletrodomésticos. Os impactos ambientais podem causar... no meio ambiente, alterações significativas na qualidade do solo, na qualidade da água e do subsolo, e, além disso, na saúde da população através da disposição inadequada dos resíduos gerados. O descarte deve ser feito de acordo com a legislação vigente, respeitando etapas como: quantificação, qualificação, classificação, redução na fonte, coleta seletiva, reciclagem, armazenamento, transporte e destinação final” (IDEC, 2014). Portanto, os manuais esclarecem o consumidor do risco do descarte inadequado até a devida maneira de descarte.

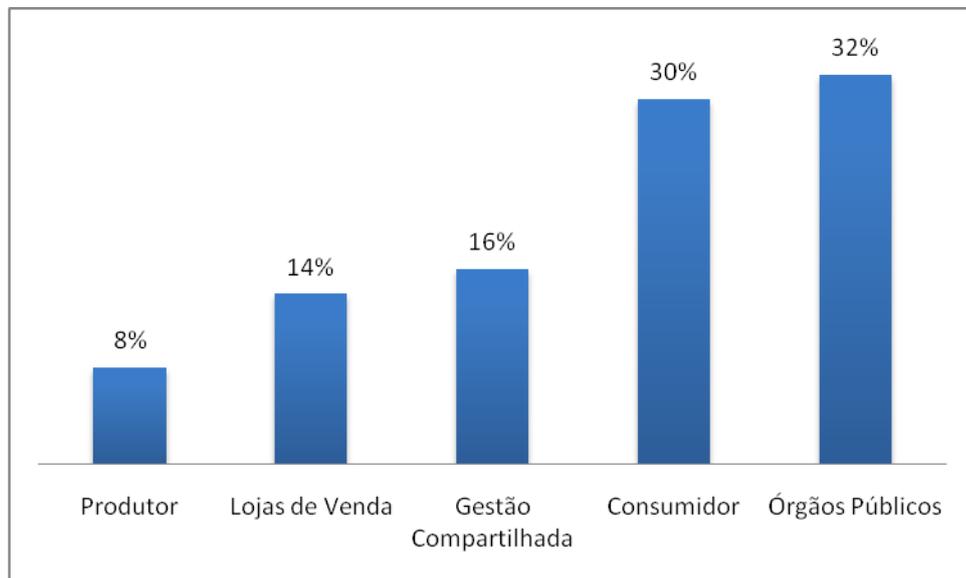
Figura 9 – Verificação/Leitura das informações presentes nos manuais sobre descarte.



Fonte: do autor

Os entrevistados foram questionados sobre quem eles consideram os responsáveis pelo descarte dos resíduos. Dos entrevistados, 32% declararam que consideram órgãos públicos como prefeitura, Estado e Esfera Federal como responsáveis pelo descarte, 30% consideram como responsáveis o próprio consumidor, 16% consideram uma gestão compartilhada entre consumidor/órgãos públicos e fabricantes, 14% as lojas de venda e apenas 8% o produtor (Figura 10). Conforme o Ministério do Meio Ambiente são responsáveis diretos pelo descarte de eletrodomésticos os fabricantes, importadores e varejistas. Estes devem fazer a criação e manutenção de pontos de coletas, logística reversa e destinação final. O governo, por sua vez, não se responsabiliza pela coleta ou logística reversa, participando apenas em algumas legislações na realização de planos de gestão de resíduos em forma cooperada e na promoção de consórcios públicos (BRASIL, 2010). Portanto, a população desta pesquisa ainda desconhece que o governo não se responsabiliza pela destinação de resíduos sólidos de equipamentos eletroeletrônicos.

Figura 10 – Responsáveis pelo descarte de resíduos segundo a concepção dos entrevistados.

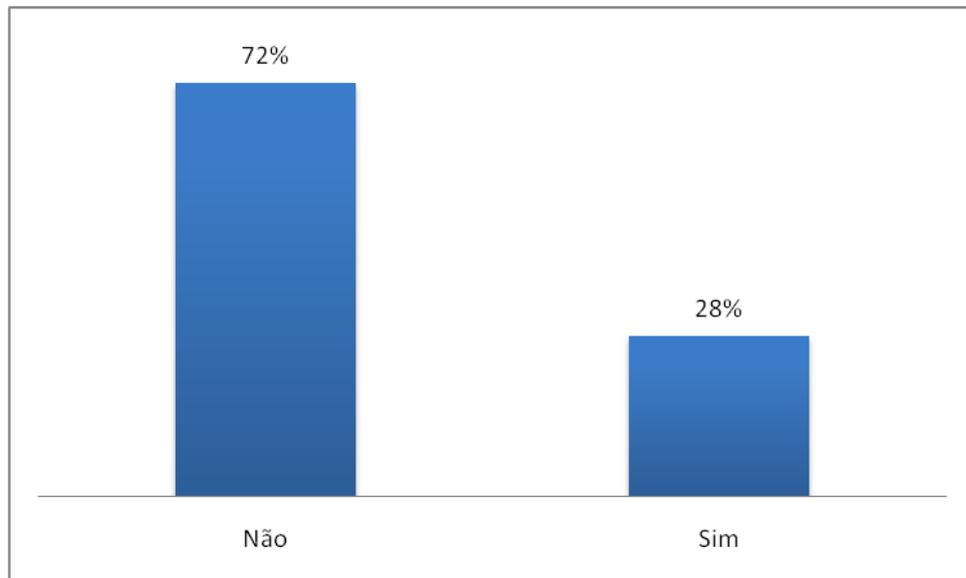


Fonte: do autor

Quando questionados se conheciam algum programa de coleta de equipamentos na cidade de Criciúma, 28% declararam que sim e como programas de coleta citaram o Eco Ponto (ver tópico 6.3) e o ferro velho. Os demais 72% declararam que não conhecem nenhum programa de coleta (Figura 11). Sabe-se que o ferro velho citado como um programa de coleta na verdade não é nada disso, na verdade, é somente mais uma forma de manter o lixo jogado no meio ambiente.

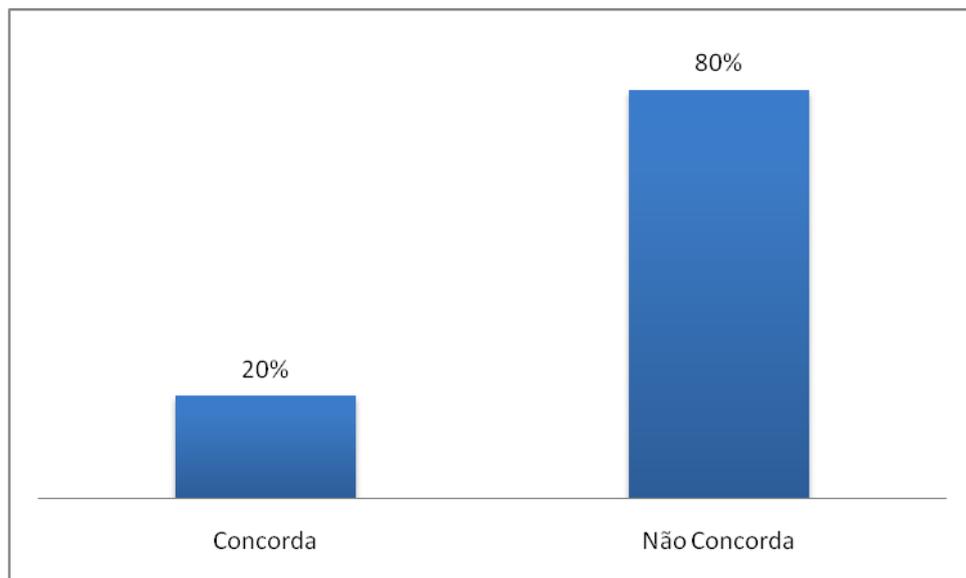
Os entrevistados foram questionados sobre a possibilidade de divisão de despesas da reciclagem destes eletrodomésticos entre o consumidor, fabricante e governo e deveriam declarar se concordavam ou não em dividir estas despesas. Dos entrevistados, 20% declararam que concordam em dividir estas despesas, porém 80% declararam que não concordam com isso (Figura 12). Como visto anteriormente os responsáveis pelo descarte são os fabricantes, varejistas e importadores.

Figura 11 – Conhece algum programa de coleta de equipamentos.



Fonte: do autor

Figura 12 – Divisão de despesas de reciclagem entre consumidor, fabricante e governo.



Fonte: do autor

4.3 ECO PONTO

Para reconhecimento do sistema de funcionamento do ECO PONTO foi realizada uma visita e entrevista com o responsável pelo órgão. O mesmo relatou que os resíduos mais recebidos são pneus e lâmpadas, e uma quantidade mínima de refrigeradores, máquinas de lavar, ar condicionado, fogões e fornos. Quando questionado sobre a procedência desses materiais o mesmo informou que são

recebidos somente da população, pessoas físicas, excluindo pessoas jurídicas (empresas) até mesmo por falta de espaço e por não ter uma destinação correta para os resíduos da linha branca. Notou-se uma preocupação maior em relação ao recebimento de pneus e lâmpadas, pois são os mais recebidos pelo ECO PONTO.

A destinação final destas lâmpadas recebidas dá-se por uma empresa que as recolhe, dando o destino final correto. Já os resíduos eletroeletrônicos da linha branca ficam estocados até certa quantidade, e após isto são recolhidos por carroceiros ou sucateiros. Esta prática se dá por falta de empresas especializadas no recolhimento e reciclagem deste tipo de material. O atual destino destes resíduos pelos consumidores ainda é incerto, pois os mesmos não sabem ao certo o que fazer com tal tipo de resíduos. Isto pode estar relacionado às dificuldades que o ECO PONTO encontra, por ser um órgão público, como a divulgação e recolhimento (figura 13). Por tratar-se de um órgão público municipal, os processos de contratação de prestação de serviços para efetuar uma campanha de divulgação, são morosos, pois requerem licitações públicas, contratação pelo menor valor e empenho das despesas (ato da autoridade competente que cria a obrigação de pagamento). Isto leva aos fornecedores e prestadores de serviço a ofertarem trabalhos e produto com custos diferenciados em relação a organismos não governamentais ou entidades privadas.

Figura 13 – Instalações do Eco Ponto e locais de armazenagem de REEE.



Fonte: Autor, 2014

4.4 EMPRESAS QUE PRESTAM SERVIÇO DE MANUTENÇÃO A EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NO MUNICÍPIO

O município de Criciúma hoje conta com 5 empresas de grande porte para prestação desses serviços para marcas conhecidas. Estas empresas que responderam o questionário enviado, contam com um programa de resíduos sólidos, onde as entrevistadas enviam seus resíduos para serem tratados de maneira correta. Algumas empresas autorizadas de marcas conhecidas, contam com a logística reversa, onde remetem seus resíduos aos fabricantes para ter parte de suas peças recicladas ou reaproveitadas em outros tipos de eletroeletrônicos. Outro dado significativo também levantado no presente trabalho foi à quantidade de empresas menores que atuam no município sem qualquer fiscalização ou intervenção do poder público. Este levantamento foi obtido através do cadastro destas empresas com a empresa em estudo (estagio), uma vez que elas são clientes e adquirem peças para reposição no estabelecimento.

Cerca de 15 empresas atuam neste ramo de prestação de serviços de manutenção de equipamentos eletroeletrônicos sem registro de pessoa jurídica, (mercado informal). As empresas não são cadastradas na prefeitura do município, portanto não tem alvará de funcionamento, e tratam os resíduos de qualquer forma, muitas vezes de forma errada, prejudicando e contaminando o meio ambiente.

Em uma visita nessas oficinas informais, o responsável relatou que circuitos eletrônicos (placas eletrônicas) são descartados no lixo comum, sendo assim recolhido pelo serviço de coleta convencional de resíduos sólidos urbanos. Outra informalidade constatada foi o acúmulo de óleo estocado em condições precárias, poluindo o solo e os recursos hídricos.

4.5 VISÃO DO CONTRATANTE SOBRE LOGÍSTICA REVERSA

A empresa contratante de serviços de manutenção (empresa multinacional) foi questionada pelo presente estudo quanto à visão sobre logística reversa. A empresa que presta serviços a esta contratante multinacional possui marcas conhecidas para prestação de serviço técnico autorizado de manutenção, sendo assim, foi encaminhado para algumas destas marcas de eletroeletrônicos, uma posição referente à logística reversa.

A empresa multinacional repassou um boletim técnico explicando como funciona a logística reversa. A empresa trabalha normalmente com a coleta de pilhas, baterias e aparelhos celulares, estendendo-se quando necessário a produtos da linha branca como, refrigeradores, máquinas de lavar e demais produtos do tipo eletrônicos como, monitores, televisões, entre outros. A divulgação se dá por meio do site da marca em questão, onde o consumidor encontrará o serviço autorizado mais próximo. O mesmo deve levar o produto até o ponto de coleta, onde na entrega assina um termo de doação para comprovação de entrega. Após todo esse procedimento, a autorizada entra em contato com uma empresa de logística já pré-definida para coleta do resíduo eletroeletrônico onde se encaminha ao fabricante. O serviço autorizado não se utiliza deste recurso, por não haver uma divulgação e o desinteresse de grande parte da população como mostraram os gráficos, pois 70% não leem as informações contidas nos manuais.

4.6 EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇOS RECICLÁVEIS DE ELETROELETRÔNICOS

Através de pesquisas realizadas na internet, foram encontradas poucas empresas especializadas em gerenciamento de resíduo pós-consumo que atuem com produtos de resíduos eletroeletrônicos da linha branca. Na pesquisa encontraram-se somente plantas industriais em grandes pólos como São Paulo (SP) e Minas Gerais (MG). Por se tratarem de grandes centros de consumo, optou-se pela instalação das mesmas em regiões com maior potencial de geração. Ao entrar em contato com estas empresas para obter maiores informações e aplicar um questionário, foi negado qualquer tipo de informação, alegando que todos os dados referentes aos procedimentos encontravam-se na web página das empresas em questão.

Basicamente o sistema de reciclagem de refrigeradores e ar condicionado consiste em etapas, a primeira delas começa pela desmontagem e desgaseificação dos circuitos de refrigeração, onde são captados os gases refrigerantes causadores do efeito estufa, sendo assim não são liberados indevidamente à atmosfera. Nesta etapa também são retirados os compressores e óleos. Na segunda etapa, os refrigerados são encaminhados para a trituração e desgaseificação do sistema de isolamento, e logo depois separados as metais ferrosos e não ferrosos das partes de

plásticos e isolamento (espumas), onde o destino final das partes metálicas é a inserção a novos materiais e a isolação destina a disposição ambientalmente adequada em aterro. A terceira e última etapa consiste na destruição e transformação dos gases de efeito estufa, que podem ser lançados na atmosfera sem prejudicar a camada de ozônio. A região sul não conta com um destino correto para o tratamento deste resíduo eletroeletrônico, pois ninguém identificou como oportunidade de negócio.

4.7 MATERIAIS PRESENTES NOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

A classificação dos materiais e componentes presentes em um REEE foram necessários para identificar resíduos com potencialidade de reciclagem para posteriormente dar descarte final correto. Nos quadros 4, 5 e 6 são apresentadas as peças, materiais componentes e possibilidade de reciclagem os elementos componentes de condicionadores ar, máquina de lavar e refrigeradores.

Quadro 4 – Materiais presentes em condicionadores de ar com subsequente classificação e reciclabilidade.

Peça	Materiais Componentes	Classificação		Reciclabilidade	
		IN 13/2012	ABNT 10004/2004	Sim	Não
Turbina	Plástico PS	Cód.: 16.02.16	Cód.: A007	X	
Placa Eletrônica	Chumbo, Níquel, Mercúrio, Bário, Cromo, Cobre, Prata (não ferroso),	Cód.: 16.02.13	Cód.: DOO6/07/ 08/09/011/012	X	
Serpentina	Metal (ferroso) Alumínio/Cobre (não ferroso)	Cód.: 17.04.02	Cód.: A005	X	
Motor da Turbina	Metal (ferroso) Alumínio/Cobre (não ferroso)	Cód.: 17.04.05	Cód.: A005	X	
Tampa	Plástico PS	Cód.: 16.02.16	Cód.: A007	X	
Estrutura interna	Plástico PS	Cód.: 16.02.16	Cód.: A007	X	
Calha e aletas	Plástico PS	Cód.: 16.02.16	Cód.: A007	X	
Cavidade	Plástico PS	Cód.: 16.02.16	Cód.: A007	X	
Compressor	Metal (ferroso)	Cód.: 17.04.05	Cód.: A005	X	
Estrutura externa	Metal (ferroso)	Cód.: 17.04.05	Cód.: A005	X	
Isopor	Plástico EPS	Cód.:16.01.19	Cód.:A007	X	

Fonte: IN: Instrução Normativa/ ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas/ Cód.: Código/ PS: Poliestireno EPS: Poliestireno Expandido.

Figura 14 – Materiais constituintes dos condicionadores de ar.



a. Turbina. b. Motor da turbina. c. Estrutura interna. d. Calha e Aletas. e. Tampa. f. Placa. g. Serpentina. h. Serpentina. i. Cavity. j. Compressor.
 Fonte: do autor.

Quadro 5 – Materiais presentes em máquinas de lavar com subsequente classificação e reciclabilidade.

Peça	Materiais Componentes	Classificação		Reciclabilidade	
		IN 13/2012	ABNT 1004/2004	Sim	Não
Anel Hidro	Plástico PP	Cód.: 16.02.16	Cód.: A007	Sim X	Não
Tanque	Plástico PP	Cód.: 16.02.16	Cód.: A007	X	
Cesto	Inox (ferroso)	Cód.: 16.02.16	Cód.: A004	X	
Agitador	Plástico PP	Cód.: 16.02.16	Cód.: A007	X	
Gabinete	Metal (ferroso)	Cód.: 17.04.05	Cód.: A005	X	
Painel	Plástico PP	Cód.: 16.02.16	Cód.: A007	X	
Vidro	Vidro	Cód.: 10.11.99	Cód.: A117	X	
Conjunto Mecanismo	Metal (ferroso) e Plástico	Cód.: 17.04.09	Cód.: A005 Classe I		X
Motor	Metal (ferroso) e Cobre (não ferroso)	Cód.: 17.04.05	Cód.: A005	X	
Placa Eletrônica	Chumbo, Níquel, Mercúrio, Bário, Cromo, Cobre, Prata, (não ferroso)	Cód.: 16.02.13	Cód.: DOO6/07/08/09/011/012	X	
Bomba de drenagem	Metal (ferroso), Plástico e Cobre. (não ferroso)	Cód.: 17.04.05	Cód.: A005	X	

Fonte: IN: Instrução Normativa/ ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas/ Cód.: Código/PP: Polipropileno PU: Poliuretano Classe I: Resíduo Perigoso.

Figura 15 – Materiais constituintes de máquina de lavar.



a. Anel hidro. b. Gabinete. c. Cesto. d. Painel. e. Agitador. f. Tanque

Fonte: do autor.

Figura 16 – Materiais constituintes de máquina de lavar.



h. Motor. i. Conjunto mecanismo. j. Bomba de drenagem.

Fonte: do autor

Quadro 6 – Materiais presentes em refrigeradores com subsequente classificação e reciclabilidade.

Peça	Materiais Componentes	Classificação		Reciclabilidade	
		IN 13/2012	ABNT 1004/2004	Sim	Não
Gabinete	Metal (ferroso), Plástico PP e Espuma PU	Cód.: 16.02.16	Cód.: A007	Sim x*	Não
Portas	Metal (ferroso), Plástico PP e Espuma PU	Cód.: 16.02.16	Cód.: A007	x*	
Borracha	Borracha	Cód.: 19.12.11	Cód.: A008		x
Prateleiras	Plástico PS	Cód.: 16.02.16	Cód.: A007	X	
Compressor	Metal (ferroso)	Cód.: 17.04.05	Cód.: A005	X	
Condensador	Metal (ferroso) Cobre (não ferroso)	Cód.: 17.04.05	Cód.: A005	X	
Evaporador	Alumínio (não ferroso)	Cód.: 17.04.05	Cód.: A005	X	

Fonte: IN: Instrução Normativa/ ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas/ Cód.: Código/PP: Polipropileno/ PS: Poliestireno/ PU: Poliuretano. x*: Sim, em partes.

Figura 17 – Materiais constituintes de refrigeradores.



a. Gabinete. b. Evaporador. c. Porta do congelador. d. Gabinete vista interna. e. porta do refrigerador. f. Compressor. g. Condensador. h. Gaveta. i. Refrigerador vista interna. j. Refrigerador.

Fonte: do autor.

4.8 PROPOSIÇÃO DE PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS DA LINHA BRANCA APLICADO AO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA – SC

4.8.1 Informações necessárias à criação do plano de gestão de resíduos eletroeletrônicos da linha branca no município de Criciúma

Em relação às características quantitativas e qualitativas dos REEE não foi possível quantificar exatamente os REE gerados em Criciúma. Observou-se que o ponto de coleta de Criciúma não possui controle de recebimento de resíduos, tanto dos de Linha Branca quanto dos demais. O município não conta com dados de vendas de produtos eletroeletrônicos para que possa quantificar-se a geração de REEE. O tempo de vida útil médio dos equipamentos eletroeletrônicos da cidade de Criciúma obtidos através de entrevistas foi de 6 a 15 anos. Portanto, através destes dados que foram coletados não se obteve uma precisão em relação à quantidade de REEE presentes no município. A visita ao ponto de coleta de materiais de Criciúma demonstrou que esse material ainda é pouco encaminhado ao ponto de coleta e muito descartado de forma incorreta no meio ambiente, além disso, o gerenciamento destes resíduos é inexistente.

Para a realização de um modelo de gestão em REEE, foi utilizado a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

A limpeza do município de Criciúma é feita por uma empresa privada com serviço de coleta convencional e coleta seletiva fiscalizada pelo órgão ambiental do município. Salienta-se que essa coleta não inclui o recolhimento de REEE. Há apenas um local de deposição voluntária no Ecoponto localizado na Rodovia Jorge Lacerda, nº 900, Criciúma.

Para auxiliar na implementação desta proposta seria necessário à inclusão de locais de entrega voluntária pela prefeitura, específicos para REEE com transporte para um centro de triagem. Ressalta-se que Criciúma não faz a coleta seletiva de REEE, e não encaminha para um centro de coleta ou cooperativa de catadores.

4.8.2 Plano de gestão de resíduos eletroeletrônicos da linha branca no município de Criciúma

A primeira ação é instituir as responsabilidades quanto à segregação, coleta diferenciada e encaminhamento para a cadeia de reciclagem adotando a logística reversa de REEE de acordo com a PNRS.

Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos eletroeletrônicos devem tomar as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa, devendo:

- 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.

Os consumidores, por sua vez, devem efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores. Estes devem efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens de REEE. Assim, os fabricantes e importadores darão a destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente do Sisnama e, se houver, pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos. Se o titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, por acordo setorial ou termo de compromisso firmado com o setor empresarial, encarregarem-se de atividades de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes nos sistemas de logística reversa dos produtos e embalagens a que se refere o artigo 33 da Lei 12305/2010, as ações do poder público serão devidamente remuneradas, na forma previamente acordada entre as partes (BRASIL, 2010).

Seguindo-se as proposições da PNRS e objetivando propor um plano de gestão de resíduos eletroeletrônicos da linha branca no município de Criciúma o presente trabalho considerou:

- O titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos deveria firmar um acordo remunerado com distribuidores e

comerciantes de forma a executar a coleta dos REE, facilitando a entrega pelos consumidores;

- Todos os envolvidos, distribuidores e comerciantes, e o próprio titular do serviço público de limpeza devem realizar uma conscientização da população através de marketing e propagandas de forma que os mesmos compreendam a importância do descarte nos locais estabelecidos pelo titular do serviço público de limpeza e até mesmo para que saibam onde estão estes locais de forma que possam fazer o descarte correto;
- O titular do serviço público de limpeza urbana através da remuneração feita pelos comerciantes e distribuidores faria a entrega aos fabricantes e importadores de forma que os mesmos fizessem a destinação final correta, já que são os responsáveis por esta etapa da logística reversa.
- Os consumidores são os responsáveis por fazer o descarte no local estabelecido pelo serviço público de limpeza.

Seguindo o modelo proposto seria possível a utilização de uma metodologia simplificada em que todos os envolvidos seriam responsabilizados pelas partes que lhe cabem na logística reversa de REEE. Os comerciantes e distribuidores devem realizar um acordo com a titular responsável pela limpeza da cidade de Criciúma de forma que os consumidores tenham um local fixo de descarte, sem necessitar recorrer às lojas ou mesmo aos distribuidores, o que poderia levar a pessoa a descartar indevidamente ao invés de ter de se preocupar com o local certo de descarte. Instituído-se um único local com administração única, os consumidores poderiam fazer o descarte com mais facilidade, além disso, essa mesma empresa se responsabilizaria pela transferência destes equipamentos para os produtores/fabricantes e importadores.

Para melhor exemplificar o processo desenvolveu-se um fluxograma (Figura 14) com todas as etapas do plano de gestão. Portanto, o plano consiste de criar-se um acordo entre os comerciantes e distribuidores (responsáveis por criar pontos de coleta e posteriormente encaminhar aos fabricantes ou importadores) com o Titular Responsável pelo Serviço de Limpeza da Cidade de Criciúma, de forma que o processo de coleta seja facilitado, ou seja, para que os consumidores tenham um local de descarte único e de fácil acesso. Sem o acordo os consumidores deveriam procurar as lojas vendedoras ou os distribuidores, dificultando, portanto, o descarte.

Com o acordo o descarte é feito em um local estabelecido pelo Titular Responsável pelo Serviço de Limpeza da Cidade de Criciúma. Ações de Marketing e Propaganda deverão ser tomadas por comerciantes, distribuidores e o Titular Responsável pelo Serviço de Limpeza de forma a divulgar o local de descarte único instituído pelo Titular. O Titular procede ao encaminhamento destes REEE descartados pelo consumidor para os fabricantes e importadores através do acordo remunerado estabelecido entre o titular e comerciantes ou distribuidores. Os fabricantes e importadores são, por sua vez, os responsáveis por proceder à destinação final e/ou reciclagem.

Figura 18 – Fluxograma do plano de gestão de REEE para a cidade de Criciúma.



Fonte: do autor.

5 CONCLUSÃO

Os REEE são gerados em taxas cada vez maiores devido à febre de consumo imposta pela mídia e a obsolescência programada. Os níveis de lixo eletroeletrônico crescem de forma assustadora em todo mundo. No Brasil, até 2010, não havia legislação que determinasse o descarte de REEE e as responsabilidades de cada envolvido no processo de produção, venda e compra no momento do descarte destes REEE. Em 2010 com a promulgação, sancionamento e regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos PNRS pela Lei 12.305, começaram os primeiros estudos e acordos setoriais de logística reversa, mas medidas complementares devem ser tomadas para que os princípios e diretrizes legais sejam postos em prática.

O presente estudo analisou o descarte de REEE da linha branca na cidade de Criciúma e outros aspectos ligados a este resíduo. Com a coleta de dados obtidos confeccionou-se uma proposta de plano de gestão de REEE para o município de Criciúma. Referentes às entrevistas realizadas com os consumidores de eletroeletrônicos observou-se que o tempo de uso dos eletroeletrônicos da linha branca em 84% dos entrevistados o uso variou de 6 anos até mais de 15 anos, sendo que apenas 2% inutilizaram antes de 5 anos de uso. Quanto ao que é feito com esses REEE obteve-se que a grande maioria doa, vende ou troca na compra de uma nova, sendo que apenas um pequeno percentual de 8% joga indiscriminadamente no meio ambiente. Relacionado à consciência dos entrevistados sobre as consequências do descarte incorreto, 98% declararam que acreditam que este descarte incorreto contamine o meio ambiente e apenas 2% acreditam que isso não contamine o meio ambiente. Se relacionado esse dado com o dado anterior, pode-se observar que 8% jogam REEE indiscriminadamente no meio ambiente, mas que apenas 2% tenha como princípio que isso não cause contaminação, portanto, 6%, mesmo sabendo do mal que isto causa ao meio ambiente, fazem esse tipo de descarte. Os entrevistados foram ainda questionados se conheciam algum ponto de coleta em Criciúma, do que apenas 28% declarou que conhecia, portanto, observa-se a falta de conscientização sobre pontos de coleta. O ponto de coleta citado era o ECO PONTO que é focado principalmente no

recebimento de pneus e lâmpadas, portanto, não está devidamente preparado para o recebimento de REEE de linha branca.

Referente às empresas responsáveis por prestar serviços a eletrodomésticos na cidade de Criciúma, apenas 2 de 5 contactadas responderam ao questionário encaminhado e das empresas recicladoras contactadas, nenhuma encaminhou respostas, portanto, percebeu-se a falta de comprometimento em demonstrar importantes dados para uma pesquisa de interesse das próprias empresas.

Como forma de servir de esquematização de reciclagem dos eletroeletrônicos de linha branca retratados no presente estudo (ar condicionado, máquinas de lavar e refrigeradores) foram criadas tabelas demonstrando os componentes destes eletroeletrônicos de linha branca, sua classificação e reciclabilidade.

Após a realização de todas as etapas, pode-se propor o plano de gestão de REEE de linha branca para o município de Criciúma. O plano de gestão proposto embasa-se na PNRS, onde, no presente plano visou-se instituir um acordo entre comerciantes e distribuidores e Titular do Serviço Público de Limpeza Urbana para que fosse criado um único ponto de coleta, de forma que o descarte pelo consumidor fosse facilitado. Ainda com o acordo remunerado o Titular do Serviço Público de limpeza deveria encaminhar o REEE da linha branca para fabricantes e importadores, já que estes são os verdadeiros responsáveis pela destinação final e reciclagem conforme preconiza a responsabilidade compartilhada na lei 12305/2010. Portanto, com a proposição do presente plano criar-se-ia um ciclo onde os REEE não seriam mais descartados de maneira incorreta pelos consumidores, porque além de terem um ponto de coleta, o mesmo seria divulgado para que a população tomasse consciência de sua existência. E a destinação final seria dada por seus respectivos responsáveis.

Este trabalho não se encerra por aqui, sendo que novos estudos podem ser realizados de forma que a análise dos procedimentos e comportamentos dos consumidores e empresas prestadoras de serviço deem subsídios para o esboço de uma proposta de plano para ser aplicado no município mediante estudos complementares que devem necessariamente envolver os atores responsáveis pela gestão e gerenciamento de resíduos sólidos no município. A criação e implantação de planos de gestão de REEE são de extrema importância na atualidade, com os

enormes montantes de REEE gerados, reduzindo impactos ambientais e reintroduzindo em cadeias de reciclagem materiais potencialmente recicláveis.

A implementação da cadeia de logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos da linha branca ainda carecem de definição de acordos setoriais conforme esta previsto na PNRS. O estudo da realidade local no que se diz respeito ao destino atual efetuado neste trabalho é uma primeira contribuição para discussões mais aprofundadas futuramente.

REFERÊNCIAS

- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos: análise de viabilidade técnica e econômica**. Brasília: novembro de 2012. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1367253180.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2014.
- ABINEE. Abinee apresenta proposta de logística reversa. **Revista Abinee**, n. 63, p. 16-18, out. 2011. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/revista/63e.pdf>>. Acesso em: 09 maio 2014.
- ABNT NBR: 16156:2013. **Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – Requisitos para atividade de manufatura reversa**. São Paulo: ABNT, 2013. 26 p.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos sólidos Classificação. NBR 10004**. Rio de Janeiro: ABNT: 2004. 71 p.
- ABRELPE. **Programa Abrelpe de Logística Reversa de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – REEE**. Disponível em: <<http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/doma/simposio/LOG%CDSTICA%20REVERSA%20DE%20RES%20CDDUO%20EE-ABRELPE.PDF>>. Acesso em: 09 jun. 2014.
- ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 174 p.
- ANDRADE, R. B. A. **Perspectiva para o desenvolvimento da logística reversa do lixo eletroeletrônico no Brasil: o papel das instituições financeiras públicas no apoio à implementação da Lei 12.305/10**. 2013. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Administração) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013. Disponível em: <<http://dogmaseenigmas.files.wordpress.com/2013/08/trabalho-de-conclusao-de-curso-raphaela-badini1.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2014.
- ANDRADE, R. T. G.; FONSECA, C. S. M.; MATTOS, K. M. C. **Geração e destinação dos resíduos eletrônicos de informática nas faculdades e universidades de Natal –RN**. In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos – SP, 12 a 15 out. 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_121_788_15055.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2014.
- BI BO; YAMAMOTO, Kayoko . Characteristics of E-waste Recycling Systems in Japan and China. **World Academy of Science, Engineering and Technology** n. 38, 2010. p. 500 – 506 Disponível em <<http://workspace.unpan.org/sites/internet/documents/S2CN10%20Characteristics%20of%20E-waste%20Recycling%20Systems%20in%20Japan%20and%20China.pdf>> 15 abr 2014.

BORGES, C. G. **Descarte, logística reversa e reaproveitamento do lixo eletrônico na cidade de Goiânia**. Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG) 2012. 10 p. Disponível em: <<http://www.inf.ufg.br/espinfedu/sites/www.inf.ufg.br/espinfedu/files/uploads/trabalhos-finais/ARTIGO%20-%20VERSAO%20FINAL%20-%20CLAUDIO%20GONCALVES%20BORGES.pdf>>. Acesso em> 09 jun. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Instrução Normativa N° 13, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2012. Lista Brasileira de Resíduos Sólidos. Brasília: **Diário Oficial da União**. Seção 1. n. 245, 20 dez 2013. p. 200 - 205.

BRASIL. **Resolução Conama nº 401, de 4 de novembro de 2008**. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Brasília: DOU, nº 215, 05 Nov 2008, p. 108-109. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2008_401.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2014.

BRASIL. Lei nº 12.305 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 providencia**. Brasília: Diário Oficial da União de 03/08/2010 Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>> Acesso em: 12.mar.2014.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Pesquisa CNI-IBOPE: retratos da sociedade brasileira: meio ambiente**. Brasília: CNI, 2012. 51 p. Disponível em: <<http://www.conselhos.org.br/Arquivos/Download/Upload/66.pdf>>. Acesso em: 09 maio 2014.

DIONYSIO, L. G. M.; DIONYSIO, R. B. **Lixo urbano: descarte e reciclagem de materiais**. 23 p. Disponível em: <http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_lixo_urbano.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2014.

FAMCRI. Fundação do Meio Ambiente de Criciúma. **Econponto – Lixo tecnológico [website]**. Disponível em: <<http://www.famcri.sc.gov.br/conteudo.php?id=ecoponto-eletronicos/>>. Acesso em: 15 maio 2014.

FRANCO, R. G. F.. **Protocolo de referência para gestão de Resíduos de equipamentos elétricos e Eletrônicos domésticos para o município de Belo Horizonte**. Belo Horizonte: UFMG, 2008. 162 f. (Dissertação de Mestrado Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG).

FRANCO, R. G. F.; LANGE, L. C. Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 73-82, jan./mar 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n1/a11v16n1>>. Acesso em: 09 jun. 2014.

IDEC. Instituto de Defesa do Consumidor. **Saúde e segurança do consumidor**. Disponível em: <http://www.idec.org.br/uploads/publicacoes/publicacoes/inmetro_saude.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2014.

INSTITUTO CLARO. **Lixo eletrônico: qual o melhor destino para ele?**. 2014. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/banco_arquivos/cartilha_lixo_eletronico.pdf>. Acesso em: 09 maio 2014.

JEMA. The Japan Electrical Manufacturers Association 2007, Annual Report, Electrical Industries in Japan 2007, **Recent Trends in the Electrical Industries**, <http://www.jema-net.or.jp/english/07ej2002.html>. Acesso em: 04 abr. 2014.

JUNQUEIRA, Jose Claudio; PINTO, Pedro Paulo Aires. Logística Reversa. In: COSTA, Beatriz Souza; RIBEIRO, Jose Claudio Junqueira (Coord.) **Gestão e Gerenciamento de Resíduo Sólidos. Direitos e Deveres**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Editora Lumem Juris, 2013. p. 241-246.

LACERDA, L. **Logística reversa, uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Centro de Estudos em Logística – COPPEAD – UFRJ – 2009. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=763&Itemid=74>. Acesso em: 17/03/2014.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2011.

LEE, J.C.; SONG, T.H.; YOO, M.J. Present status of the recycling of waste electrical and electronic equipment in Korea. **Resources, conservation & Recycling**, Elsevier, v.50, p.380-397, 2007.

KOBAL, A. B. C. Cadeia de suprimento verde e logística reversa: os desafios com os resíduos eletroeletrônicos. **Produto & Produção**, v. 14, n. 1, p. 55-83, fev. 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ProdutoProducao/article/view/29594/24772>>. Acesso em: 09 jun. 2014.

KOSSAKA, Julio. **Método de Reciclagem de Espuma Rígida de Poliuretano de Refrigeradores e Congeladores Domésticos**. Curitiba: UFPR, (Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais e Processos - PIPE). 2004. 66 p. Disponível em <<http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/060.pdf>> Acesso em 10 abr 2014

MAGALHÃES, D. C. S. **Panorama dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE): o lixo eletroeletrônico – E-lixo**. 2011. 241 f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2011. Disponível em: <http://tede.biblioteca.ucg.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1019>. Acesso em 09 jun. 2014.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. 1. ed. São Paulo: EDUSP, 366 p., 2005.

NATUME, R. Y.; SANT' ANNA, F. S. P. Resíduos eletroeletrônicos: um desafio para o desenvolvimento sustentável e a nova lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: **Anais... 3rd International Workshop Advances in Clear Production**. São Paulo, 18 a 20 de maio 2011. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/5B/6/Natume_RY%20-%20Paper%20-%205B6.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2014.

NÍQUEL, C. L. V. A gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos – REEE- no BR frente a outros países. In: **Anais ... VII Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**, 17 a 19 de maio de 2010.

NORDIC COUNCIL OF MINISTERS. **Environmental Consequences of Incineration and Landfilling of Waste from Electrical and Electronic Equipment**, Copenhagen, Termanord, 1995.

OLIVEIRA, M. **A dinâmica da Logística Reversa**. *Revista Abril* [website]. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/conteudo_471850.shtml>. Acesso em: 04 abr. 2014.

OLIVEIRA, Simone, NEGREIROS, Janari. Lixo eletrônico: um estudo de responsabilidade ambiental no contexto do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas – IF-AM campus Manaus centro. **Anais Eletrônicos... II SENEPT - Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica**. Belo Horizonte: CEFET - MG. 2009. Disponível em: <http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Anais_2010/Posterres/GT06/LIXO_ELETRONICO.pdf>

PARLAMENTO EUROPEU. RoHs. **Directiva 2002/95/CE** do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de janeiro de 2003: relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos eléctricos e electrónicos, 2003a.

PARLAMENTO EUROPEU. REEE. **Directiva 2002/96/CE** do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de janeiro de 2003: relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos, 2003b.

PEREZ, G. D. P. **O ciclo sustentável do resíduo eletrônico: um estudo do programa de reciclagem de resíduos tecnológicos de Porto Alegre**. 2011. 60 f. TCC (Bacharelado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/33159/000787957.pdf?...1>>. Acesso em: 09 maio 2014.

PGIREEE. **Plano de gerenciamento integrado de resíduos de equipamentos eléctricos e eletrônicos**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente:

Fundação Israel Pinheiro, 2009. 40 p. Disponível em:
<http://www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/2010/eletroeletrnicos.pdf>.
Acesso em: 09 maio 2014.

ROCHA, Gustavo Henrique Tetz. et al. **Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos do Estado de Minas Gerais**. Swiss Federal Laboratories for Material Testing and Research (EMPA) e Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas de Gerais (FEAM), Belo Horizonte – MG, 2009. Disponível em:
http://ewasteguide.info/files/Rocha_2009_pt.pdf . Acesso em: 21 de abril 2014.

ROBINSON, R.B. (2009) E-waste: An assessment of global production and environmental impacts. **Science of the Total Environment**, n. 408, p. 183–191.

SANTOS, C. A. F. **A gestão dos resíduos eletroeletrônicos e suas consequências para a sustentabilidade: um estudo de múltiplos casos na região metropolitana de Porto Alegre**. 2012, 131 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2012. Disponível em:
<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/55137/000852764.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 09 maio 2014.

SARAIVA, André Luiz. Pinhas, baterias e eletroeletrônicos. In: JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; MACHADO FILHO, Jose Valverde. **Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Barueri, SP: Manole, 2009. (Coleção Ambiental) p. 701-713.

SILVA, B. D.; MARTINS, D. L.; OLIVEIRA, F. C. **Resíduos eletroeletrônicos no Brasil**. Santo André, 2007. Disponível em:
<http://lixoeletronico.org/system/files/lixoeletronico_02.pdf>. Acesso em: 15 maio 2014.

SILVA, M. B. O.; MOTA, L. R. E-lixo: a responsabilidade pós-consumo do produtor pela logística reversa dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil. In: **Anais ... 2º Congresso Internacional de Direito e Contemporaneidade**, ed. 2013, 04 a 06 de junho de 2013, Santa Maria-RS, UFSM. Disponível em:
<<http://coral.ufsm.br/congressodireito/anais/2013/5-8.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2014.

SIQUEIRA, V. S.; MARQUES, D. H. F. Gestão e descarte de resíduos eletroeletrônicos em Belo Horizonte: algumas considerações. **Caminhos da Geografia – Revista Eletrônica**, v. 13, n. 43, p. 174-187, out. 2012. Disponível em:
<<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/16704/10525>>. Acesso em: 28 maio 2014.

VIEIRA, V. A. As tipologias, variações e características da pesquisa de marketing. Curitiba, **Revista FAE**, v. 5, p. 65-70, jan./abr. 2002.

WIDMER, R. et al. Global perspectives on e-waste. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 25, n. 5, p. 436-458, Elsevier, 2005. Disponível em:
http://ewasteguide.info/files/Widmer_2005_EIAR.pdf . Acesso em 21 abr. 2014.

XAVIER, L. H. et al. **Aspectos socioambientais e técnicos da gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos**. São Paulo: IEE: CEDIR, 2012, 40 p.

APÉNDICE(S)

APÊNDICE A
QUESTIONÁRIO – CONSUMIDORES

1. Com que frequência você troca de refrigerador, máquina de lavar ou ar condicionado?
 antes de 5 anos
 entre 6 e 10 anos
 de 11 a 15 anos
 mais de 15 anos
 não tenho
 nunca troquei

2. Quando troca o refrigerador, máquina de lavar ou ar condicionado com uma nova(o) o que faz com a antiga?
 joga no lixo
 guarda
 vende
 doa
 troca na compra de um novo
 envia para a reciclagem

3. Você acha que ao jogar no lixo, geladeiras, máquinas de lavar, condicionadores de ar, estes podem contaminar o meio ambiente?
 Sim
 Não

4. Você costuma verificar as informações contidas nos manuais/embalagens sobre o descarte do produto?
 Sim
 Não

5. Quem você acha que é responsável pela gestão desses resíduos?
 órgãos públicos (prefeituras, governos, etc.)

- consumidor
- produtor
- lojas de venda
- gestão compartilhada produtor/ consumidor/ governo

6. Você conhece algum programa de coleta de equipamentos eletrônicos obsoletos?

- Não
- Sim Qual?_____.

7. Você estaria disposto a dividir as despesas de reciclagem para esses produtos com o fabricante e o governo?

- Sim
- Não

APÊNDICE B
**QUESTIONÁRIO – OFICINAS DE REPARAÇÃO E CONSERTO DE GELADEIRAS,
AR CONDICIONADO E MÁQUINAS DE LAVAR**

Nome da empresa: _____

Endereço: _____

Contato: _____

Prefere que o nome da empresa seja mantido em sigilo: _____

- 1- Quais são as atividades principais da empresa?
- 2- Para quais equipamentos a empresa presta serviço de manutenção/assistência técnica?
- 3- Qual o tempo de existência da empresa?
- 4- Quantos empregados a empresa possui
- 5- O que a empresa faz com relação às peças substituídas ou equipamentos eletroeletrônicos cujo conserto não é possível? - Comercializa como sucata, doa, descarta como lixo, armazena, envia para a empresa que produz o equipamento, aplica logística reversa?
- 6- Se doa ou comercializa, para quem?
- 7- Possui atualmente peças ou equipamentos avariados em estoque? Quais são?
- 8- Qual a quantidade aproximada?
- 9- Por qual motivo fica armazenado?
- 10- Identificar quais desses componentes são rejeitos e quais os principais motivos da impossibilidade de seu aproveitamento ou comercialização? (ex: falta de mercado comprador, não tem valor de mercado comercial?)
- 11- Quais as principais dificuldades em aprovação dos orçamentos de reparo e manutenção?
- 12- Quanto à disponibilidade de peças, quais são os fatores limitantes?
- 13- Para quais equipamentos e em que situações a opção de conserto é possível?

14-Como as empresas representadas se posicionam frente a necessidade de logística reversa dos equipamentos eletroeletrônicos de acordo com a Lei 12305/2010?

APÊNDICE C
QUESTIONÁRIO – EMPRESAS RECICLADORAS

Nome da Empresa:

Endereço:

Contato:

Nome do respondente do questionário: Cargo:

Prefere que o nome da empresa seja mantido em sigilo?

1- Qual a atividade principal da empresa?

2- Qual o tempo de existência da empresa?

3- Quantos empregados a empresa possui?

4- A atuação da empresa é local, regional ou nacional?

5- Dentre os diversos tipos de materiais comercializados ou reciclados pela empresa, quanto representa aproximadamente (%) os que te origem nos eletroeletrônicos?

6- Como você classificaria o mercado atual para este tipo de sucata?

7- O que a empresa faz com relação aos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: Comercializa, recicla ou presta serviço de descaracterização?

8- Qual o tipo de equipamentos/componentes é comercializado ou reciclado por sua empresa? E quais os que têm um maior valor de mercado?

9- Dentre os equipamentos abaixo quais não são aceitos? Apontar o motivo.

Monitores de computador

Placas

Unidades de leitura e gravação de CD

Teclados

Cabos

Impressoras

TV's

Vídeo cassetes

DVD

Toca-CD

Outros equipamentos de som

Telefones celulares

Pequenos eletrodomésticos (liquidificadores, batedeiras, tostadeiras, etc).

Geladeiras, máquinas de lavar, ar condicionado.

10- Quais são as principais fontes de compra da sucata eletroeletrônica? (ex. oficinas de informática, particulares, empresas, coletores de resíduos, fabricantes de eletroeletrônicos e componentes) e quais delas são as principais fontes?

11- E a venda, qual o tipo de empresa compra os materiais separados e pré-processados, ou componentes?

12- Quais são os procedimentos e vias de comercialização dos materiais e/ou equipamentos? (internet, leilão, contato direto com clientes e fornecedores cadastrados).

13- Se possível especificar quantidade mensal aproximada de equipamentos/componentes comercializados/reciclados por mês.

14- Quais os procedimentos utilizados pela empresa desde a recepção dos equipamentos e/ou componentes até sua comercialização ou reciclagem? (ex.: coleta e/ou compra, separação, limpeza, trituração, armazenagem, disposição final dos materiais que não tem mercado).

15- Qual a destinação de materiais ou equipamentos cujo aproveitamento via reciclagem ou comercialização não seja possível de nenhuma forma (rejeitos finais)? (ex.: coleta de resíduos urbanos, aterro industrial) e quanto em % estes representam do total do equipamento ou componente?

16- Identificar quais são esses rejeitos e quais os principais motivos da impossibilidade ou inviabilidade de seu aproveitamento ou comercialização? (ex: falta de mercado comprador, não tem valor comercial).

17- Quais as principais barreiras na comercialização ou reciclagem deste tipo de sucata?

18- Existe algum tipo de licença necessário à operação da empresa?

19- A empresa possui algum tipo de certificação (ISO 9000 ou 14000)?