

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Pós-Graduação Lato Sensu em Direito Ambiental Nacional e Internacional
da Faculdade de Direito

**Especialização em Direito Ambiental:
Impactos Sociais, Ambientais e Econômicos na Gestão
dos Resíduos Eletroeletrônicos**

Aluno: Maria da Glória Tavares de Souza

Orientador: Daniel Martini

Porto Alegre, 2015

Especialização em Direito Ambiental:
Impactos Sociais, Ambientais e Econômicos na Gestão dos Resíduos Eletroeletrônicos

Aluno: Maria da Gloria Tavares de Souza

Monografia apresentada ao Curso Pós-Graduação,
Lato Sensu, em Direito Ambiental Nacional e
Internacional da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, sob orientação do Professor Daniel
Martini, como requisito parcial para obtenção de
grau de especialista.

Orientador: Daniel Martini

Porto Alegre, 2015

RESUMO

O impacto socioambiental associado ao rápido crescimento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) tem sido globalmente reconhecido como risco emergente. Tal risco decorre do aumento do volume de resíduos, da contaminação por substâncias tóxicas presentes na composição dos materiais, do curto ciclo de vida desses resíduos e do descarte inadequado dos mesmos. Mais recentemente, o tema vem sendo objeto de estudos e de políticas públicas, mas a prática ainda não encontra larga disseminação. Em países em desenvolvimento – como Brasil e Índia, e outros do continente africano – há carência tanto de estudos quanto de informações as mais básicas para a compreensão do problema.

O montante de resíduos gerado tende a crescer com o aumento da renda, do consumo e da mudança de hábitos associados à urbanização. A crescente geração de resíduos deve trazer outras preocupações que não a mera coleta e correta destinação (JUNIOR, 2014). Os resíduos gerados diferenciam-se em relação à natureza, origem, tipo de material, toxicidade e periculosidade, entre outros aspectos. Para ampliar a reutilização dos materiais, a introdução de programas de coleta seletiva, a educação ambiental, a logística reversa são iniciativas de extrema relevância para o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chaves: gestão de resíduos eletroeletrônicos, logística reversa, produtos pós-consumo, sustentabilidade.

ABSTRACT

The Social and environmental impact linked to the growth of electronic equipment waste (WEEE) has been globally recognized as an emerging risk to society. This risk happens due the volume increase of residues waste, contamination by toxic substances present in the composition of these materials, of short life cycle of these residues and impropriates addressed of them. More recently this issue has been subject of studies and political public, but the practice still doesn't find this wild spread. In undeveloped countries – like Brazil, India and African countries – there is a lack of information from the most basic to understanding the problem.

The amount of residues generated tends to increase with the growth of income, consumption and changing habits associated to urbanization. The increasing generation of residues should bring others concerns than the mere collection and proper disposal (Junior 2014). Residues generated in different in relation to appearance, such as nature, type of material, toxicity and risk premiums, among others. To increase the reuse of materials the introduce of selective collection program, the environmental education, and reverse logistic are extremely relevant initiatives to sustainable development.

Keywords: electronics waste management, reverse logistics, post-consumer products, sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de vida de EEE

Figura 2 – Frações típicas de materiais presentes em REEE

Figura 3 – Huge tanges of wires and cables lay on street corners- Guiyu, China

Foto 4 – Sala de aula do projeto Cesmar

Foto 5 – Setor de Patrimônio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Quadro 1 – Categorias de equipamentos eletroeletrônicos

Quadro 2 – Descrição dos principais componentes dos REEE. Fonte: TOWNSEND, 2011;

Quadro 3 – Efeitos que alguns REEE causam à saúde

Quadro 4 – Consequências ambientais, sociais e econômicas relacionadas à gestão dos REEE

Quadro 5 – Estimativa dos benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem

Quadro 6 – Impactos sociais, ambientais e econômicos com a implementação da logística reversa

LISTA DE SIGLAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ABINEE – Associação Brasileira de Indústria Eletroeletrônica

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABS – Acrilonitrila Butadieno Estireno

BAN – Basel Action Network

CEA – Centro de Educação Ambiental

CCE – Centro de Computação Eletrônica

CEDIR – Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem

CONAMA – Comissão Nacional do Meio Ambiente

CRT – Cathode Ray Tubes

DMLU – Departamento Municipal de Limpeza Urbana

EEE – Equipamentos eletroeletrônicos

EPEAT – Eletronic Product Environmental Assessment Tool

FPD – Flat Panel Display

GEV – Guide to Greener Eletronic

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPI Imposto sobre Produtos Industrializados

LASSU – Laboratório de Sustentabilidade em Tecnologia da Informação e Comunicação

LCD – Liquid Cristal Display

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio

MMA – Ministério do Meio Ambiente

OECD – Organization for Economic Co-Operation and Development

ONU – Organização das Nações Unidas

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PCI – Placa de Circuito Impresso

PDP – Painéis de Plasma

PL – Projeto de Lei

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PNRS – Política Nacional dos Resíduos Sólidos

PVC – Policloreto de vinila

REEE – Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

ROHS – Restriction of Certain Hazardous Substances

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

STEP – Solving The E-Waste Problem

TIC Tecnologia, Informação e Comunicação

TIR Taxa Interna de Retorno

UNEP – United Nations Environment Programme

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

WEEE – Waste Electrical and Electronic Equipment

WWI – World Watch Institute

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1	
Evolução da Política Nacional de Resíduos Sólidos	14
1.1 Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos	18
CAPÍTULO 2	
Instrumento e mecanismo na implantação da PNRS	32
2.1 A legislação brasileira sobre resíduos sólidos	32
2.2 Logística reversa.....	36
2.3 Aspectos jurídicos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	41
2.4 Responsabilidade compartilhada	46
CAPÍTULO 3	
Impactos ambientais, sociais e econômicos	49
3.1 Impactos ambientais	49
3.2 Impactos sociais.....	53
3.3 Impactos econômicos	54
3.4 Estudo de casos.....	59
CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	72

INTRODUÇÃO

Recentes avanços tecnológicos proporcionaram o crescimento econômico e a melhoria de vida das pessoas de diversas maneiras. A dependência crescente por produtos eletrônicos, no entanto, gerou um novo desafio ambiental: os resíduos e rejeitos gerados a partir do pós-consumo de equipamentos eletroeletrônicos (EEE). Questões relacionadas com o impacto e com a gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) têm recebido atenção crescente nos últimos anos. Assim, esse tipo de resíduo é reconhecido como uma categoria distinta e importante de resíduo em função de características próprias (TOWNSEND, 2011).

O ciclo de vida desse tipo de equipamento está cada vez mais curto, dada à rápida evolução tecnológica das últimas décadas, o que acelera o processo de obsolescência planejada e, conseqüentemente, a substituição de um produto por outro mais moderno. A tendência é refletida no comportamento de consumo dos usuários, influenciando na quantidade de resíduos descartados. Aliado a esse fator, surge a preocupação ambiental – o descarte de REEE. Sem destinação adequada ou com descarte mal realizado, os REEE provocam graves impactos ao ambiente e à vida.

Substâncias presentes ou resultantes do uso de EEE são consideradas graves ameaças à saúde humana e ao meio ambiente. RODRIGUES (2007) cita metais pesados, gases que contribuem para o aumento do efeito estufa – clorofluorcarboneto (CFC), por exemplo – substâncias halogenadas, bifenilas, policloradas, bromatos e arsênio, além dos retardadores de chama PPBs (bifenilas polibromados) e PBDE (ésteres difenílicos polibromados).

O correto descarte de metais como ouro, prata, bronze, cobre e alumínio constitui atividade geradora de empregos e movimenta a economia, devido aos elevados valores comerciais. Portanto, ao estabelecer adequado gerenciamento para resíduos, por meio de logística reversa, existe a possibilidade de ocorrer ganho nos três pilares da sustentabilidade – ambiental, social e econômico. Assim, o meio ambiente é resguardado da ação dos produtos tóxicos e químicos; a sociedade pode reaproveitar os equipamentos que ainda estão em condições de uso por meio da inclusão digital e da geração de empregos; e a economia pode recuperar o valor monetário com a reciclagem dos equipamentos sem serventia.

Os mecanismos de produção e consumo são os principais indicadores de pressão na cadeia dos REEE, pois são os responsáveis pela geração dos resíduos em qualquer cadeia produtiva.

A gestão de resíduos tem início quando o consumidor já não tem suas expectativas atingidas com o produto adquirido e, por isso, resolve descartá-lo. Segundo o relatório STEP 2011 (Solving The E-waste Problem), a reutilização deve ser priorizada como meio de diminuir os impactos ambientais dos equipamentos eletroeletrônicos. O reuso é uma resposta à tendência do encurtamento do tempo de vida útil dos produtos, por meio da manutenção das funcionalidades a partir de ações como reparo, recondicionamento ou remanufatura. Apenas quando o produto é considerado obsoleto e não mais apresenta condições de reuso passa a ser considerado, então, as etapas seguintes da destinação ou, em casos específicos, da disposição final.

Um dos casos mais emblemáticos da destinação inadequada de equipamentos eletrônicos pós-consumo ocorreu em Goiânia, Goiás, em setembro de 1987, a partir do manuseio da cápsula de Césio 137 por um catador, ocasionando contaminação em larga escala. Estima-se que 1,6 mil pessoas foram contaminadas, com 104 indivíduos levados a óbito devido à radiação (CARVALHO, 2012). O evento teve repercussão internacional e evidenciou a possibilidade de dano ambiental e à vida causada pelo desconhecimento de informações sobre o gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos.

O que fazer com os REEE não aproveitados, gerados pós-consumo? Quais os impactos ambientais, sociais e econômicos que esses resíduos podem causar? O tema assume especial relevância em um país como o Brasil, que caminha a passos lentos no desenvolvimento de uma política séria para a gestão de resíduos sólidos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) implantada pela Lei 12.305/2010, e regulamentada pelo Decreto nº 7404 de 2010, representa forte marco regulatório por meio da exigência da implementação de sistemas de logística reversa, bem como do estabelecimento da corresponsabilidade por parte das empresas envolvidas ao longo da cadeia produtiva (BRASIL, 2010a).

Em relação a padrões anteriores à legislação, percebe-se a necessidade de mudança nas responsabilidades dos fabricantes no que diz respeito à concepção do produto (ciclo de vida e

eco-design) e, principalmente, prover o retorno adequado dos equipamentos. O consumidor, inclusive, assume papel fundamental na devolução do produto pós-consumo.

Em linhas gerais, a produção de EEE consiste no principal indicador de pressão para a elaboração de estratégias e a gestão adequada dos resíduos gerados, em termos não somente ambientais, mas também econômicos e sociais. Por outro lado, a inexistência de políticas públicas consolidadas para a efetiva gestão dessa categoria de resíduos é vista como fator de impacto a ser trabalhado (CARVALHO e XAVIER, 2014).

A análise da responsabilidade pós-consumo não afasta a necessidade de repensar a situação da sociedade contemporânea e a alteração dos atuais padrões “insustentáveis” de consumo. Assim, mediante a verificação dos níveis e produção e de consumo, cabe relacionar seus efeitos com o direito fundamental ao meio ambiente sadio e ecologicamente equilibrado previsto no art.225, caput, da Constituição Federal de 1988.

Nas últimas décadas, a indústria eletroeletrônica tem revolucionado o mundo, tornando-se onipresente na vida contemporânea. Sem esses produtos, a vida moderna seria praticamente inviável, pois são utilizados em praticamente todas as áreas da atividade humana. Nesta perspectiva, REEE como máquinas fotográficas, telefones celulares, notebooks, net books, monitores, computadores pessoais e periféricos têm se tornado crescente motivo de preocupação em razão do acelerado consumo e do curto ciclo de vida.

A má gestão dos REEE compreende escassas ações públicas que viabilizem o correto descarte, a falta de informação sobre o risco deste tipo de produto, a escassez de empresas especializadas na coleta, segregação e reciclagem dos componentes. Segundo SANTOS & SILVA (2010), a falta de divulgação eficaz de soluções por parte dos produtores e a falta de informações aos usuários sobre como proceder ao se desfazer dos produtos gera problema de grande magnitude, em função dos danos que estes produtos causam ao ambiente e ao ser humano.

Os aspectos ambientais, sociais e econômicos têm se tornado um dos principais desafios das organizações do século 21. De acordo com LEITE (2010), a aprovação da PNRS preconiza grandes oportunidades de negócios empresariais para todos os prestadores de serviço em

logística reversa, porém a falta de ações públicas efetivas no processo pós-consumo gera um problema de âmbito mundial.

Segundo o relatório *Recycling- From E-Waste to Resources*, divulgado pela UNEP em 2009, no Brasil não existem informações sobre a quantidade total de REEE gerados. Também, é afirmado que o país apresenta grande potencial de reciclagem, tendo em vista o crescimento econômico e o próprio tamanho do mercado consumidor; existindo espaço para o desenvolvimento de empresas e indústrias especializadas. Desta forma, ao mapear a cadeia reversa dos REEE, essa pesquisa contribui para identificar impactos que os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos possam causar ao meio ambiental, social e econômico.

CAPÍTULO 1

Evolução da Política Nacional dos Resíduos Sólidos

O Brasil foi um dos primeiros países em desenvolvimento a consolidar um conjunto de regulamentações acerca da gestão de resíduos e, mais especificamente, legislar a respeito da gestão de equipamentos eletroeletrônicos, definindo a responsabilidade compartilhada como modo de gestão. A primeira tentativa de formulação de legislação voltada à gestão dos REEE no Brasil foi o Projeto de Lei (PL) 4.178/98, de autoria do então deputado federal Paulo Paim. Esse PL dispunha sobre a coleta, o tratamento e a disposição final do lixo tecnológico, definido como sendo “aquele gerado a partir de aparelhos eletrodomésticos e seus componentes, incluindo os acumuladores de energia (pilhas e baterias) e produtos magnetizados, de uso doméstico, industrial, comercial e de serviços, que estejam em desuso e sujeitos à disposição final”. A responsabilidade pela coleta, transporte, tratamento, reciclagem e disposição final desses resíduos era atribuída aos fabricantes de produtos que resultassem em lixo tecnológico.

No dia 14 de junho de 2002, foi apresentado PL substitutivo – de número 203/91 – que considerava os resíduos tecnológicos como “os provenientes da indústria de informática ou automotiva, os eletroeletrônicos, de comunicação e outros que, nos termos da norma regulamentadora, após o encerramento da sua vida útil e por suas características, necessitem de destinação final específica” (Artigo 100). Classificava-os entre resíduos especiais para os quais atribuía a responsabilidade pelo gerenciamento ao gerador.

O Artigo 101 faz referência à corresponsabilidade para esses resíduos: “os fabricantes ou importadores são corresponsáveis com o poder público e com o usuário final pelo gerenciamento dos produtos tecnológicos descartados, bem como seus resíduos que necessitem de disposição final específica, sob pena de causar danos ao meio ambiente e à saúde pública”. O PL 203/91 classificava os resíduos tecnológicos, porém não definia claramente quem seria o gerador, nem quais seriam as responsabilidades a cada corresponsável.

De acordo com ADEME (2003), um equipamento elétrico ou eletrônico pode transformar-se em resíduo por algumas das seguintes razões:

- Não funciona mais e não pode ser reparado
- É reparável, mas o custo de reparo é alto em relação à compra de um novo com mais funções e prazo de garantia
- Faz parte de outro equipamento que não funciona mais, ou
- Funciona, mas é tecnicamente obsoleto e foi substituído por um equipamento mais atual

O anteprojeto de lei, elaborado e apresentado pelo Ministério do Meio Ambiente em 2005, não faz menção específica aos REEE. Entretanto, na seção III – Dos procedimentos especiais ou diferenciados, Artigo 21 –, consta que o Poder Público, na elaboração de políticas, deve: relacionar os resíduos sólidos que necessitem de procedimentos especiais e formas de coleta, transporte, armazenamento, tratamento e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos; estabelecer diretrizes para a criação, instalação e manutenção de rede de coleta; apoiar a promoção de estudos e pesquisas destinadas a desenvolver processos para a redução da geração de resíduos especiais e oferecer alternativas sustentáveis para o tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A legislação atribui ao Poder Executivo Federal a competência pela regulamentação da Logística Reversa por cadeia produtiva. (§ 1º). No parágrafo 2º além de priorizar a Logística Reversa, o Poder Executivo Federal deverá considerar a natureza do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos sólidos gerados, bem como os efeitos econômicos e sociais decorrentes da sua ação. Outro fator preocupante é a ausência de políticas e alternativas para o tratamento e o descarte adequado dos produtos que estão sendo dispostos para a coleta, junto com os resíduos urbanos municipais, seguindo para aterros ou lixões a céu aberto.

O art. 49 da PNRS proíbe a importação de resíduos perigosos e rejeitos, assim como resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal, bem como a sanidade vegetal, ainda que a finalidade seja o tratamento, a reforma, o reuso e reutilização ou recuperação. Nesse sentido, o artigo 85 do Decreto 7.404/2010 acrescentou ao Decreto 6.514, de 2008, o artigo 71 – A, que impõe multa no valor de R\$ 500 a R\$ 10 milhões. Trata-se de um importante passo, considerando os episódios de importação de resíduos perigosos em contêineres, com resíduos tóxicos disfarçados entre recicláveis.

Com a PNRS, espera-se que a indústria de reciclagem possa ser abastecida com resíduos locais. O problema atual está relacionado a falhas nas redes de captação e separação de resíduos (LEMOS, 2014), mas por outro lado, deve haver forte investimento em viabilizar o poder de fiscalização, a fim de impedir a continuidade de importação de resíduos tóxicos. Estima-se que 10% das 500 milhões de toneladas de lixo perigoso sejam transportados por navios entre países, sendo que os países ricos despacham 80% desse total.

O potencial de impacto de cada categoria de resíduo é um dos principais fatores a serem observados para a definição das ações preventivas e corretivas futuramente adotadas. Em relação à gestão dos REEE, os danos resultantes da exposição de metais pesados e outros compostos tóxicos consistem nos principais indicadores considerados no manejo dessa categoria de resíduo. Sendo assim, a primeira referência mundial sobre destinação desse tipo de resíduo foi proposição da Convenção da Basiléia (1989), que estabelece limites para a movimentação fronteiriça de produtos perigosos, bem como apresenta restrições a respeito de destinação de diferentes categorias e resíduos.

Os REEE são aqueles produtos, parte ou componentes de EEE pós-consumo. Nos termos da PNRS (art. 3º), os resíduos sólidos são definidos como “material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder nos estados sólidos ou semi-sólidos”. A definição é válida também para “gases contidos em recipientes e líquidos, cujas particularidades tornem inviáveis o lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente viáveis em face da melhor tecnologia possível” (inciso XVI).

“Rejeitos” são tidos como “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (inciso XV). “A Convenção da Basiléia é um tratado internacional que se ocupa do comércio mundial de resíduos tóxicos, inclusive com o propósito de reciclá-los” (FAVELA, 2008, §31). Objetivo da Convenção da Basiléia:

“[...] incentivar a minimização da geração de resíduos perigosos (com mudanças nos próprios processos produtivos) e controlar os movimentos trans fronteiriços desses resíduos. A Convenção é o único Tratado Internacional que pretende monitorar inclusive o impacto ambiental das operações de depósito, recuperação e reciclagem que se seguem aos movimentos trans fronteiriços de resíduos perigosos. O documento estabelece, por exemplo, o consentimento prévio, por escrito, por parte dos países importadores para os resíduos especificados para importação; adoção de medidas adequadas de minimização da geração de resíduo; e administração ambientalmente correta de resíduos e seu depósito.” (MATTAR, 2002, §2).

Tal Convenção, destaca a importância de se continuar o desenvolvimento e a implantação de tecnologias ambientalmente racionais, que visam à produção escassa de resíduos, adotando medidas de reciclagem e bons sistemas de administração e manejo; diminuindo a geração de resíduos perigosos e outros resíduos ao mínimo. Posteriormente à Convenção da Basileia, ocorreu a Eco-92, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992.

A ECO-92 contribuiu para consolidar o conceito de Desenvolvimento Sustentável e estabelecer diretrizes para o tratamento do tema ambiental nas próximas décadas, pela cooperação entre os Estados, os diversos setores da sociedade e a população de forma geral. (VALLE, 2002, p. 31). Vale destacar que a Convenção da Basileia foi oficializada no país mediante o Dec. 875, de 19 de julho de 1993. A ECO-92 ainda acordou a Agenda 21, um documento que estabelece o planejamento participativo, visando analisar a atual situação do país e projetar um futuro sustentável em relação às atividades causadoras de impactos ambientais.

No entanto, não se deve esquecer que o aparelhamento normativo não é suficiente para garantir o sucesso de políticas ambientais, motivo pelo qual uma fiscalização eficiente é clamada pela sociedade. As diversas esferas do Poder Público devem atuar em conjunto

(LEMOS, 2014, p.120), mas para tanto há um código de boas condutas, obrigatórias pelos Estados-Membros na gestão de resíduos, que consiste em: (i) não colocar em risco a saúde humana e o meio ambiente; (ii) não criar risco para a água, o ar e o solo, nem para a fauna e a flora; (iii) não provocar incômodos por ruídos ou por odores; (iv) não atentar contra os lugares e as paisagens (Art. 4 da Diretiva 75/442/CE), e tais princípios devem ser incorporados à gestão de resíduos no Brasil.

A Comunidade Européia estabeleceu duas diretivas específicas sobre a gestão de REEE: a WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) e a RoHS (Restriction of Certain Hazardous Substances). A partir dessas diretivas, foram estabelecidos prazos para adaptação das leis, com o propósito de alinhamento entre os países-membros, em prol de mecanismos operacionais e de mercado comuns a eles. O objetivo principal foi definir a coleta, tratamento, recuperação e reciclagem dos resíduos eletroeletrônicos (MIGUEZ, 2012, p. 26):

“De acordo com o poluidor-pagador, o fabricante de equipamentos eletroeletrônicos deverá organizar e financiar a coletados lixos eletrônicos, do local onde se encontram para plantas de tratamento, o lixo eletrônico será processado para remoção dos itens, como componentes contendo mercúrio, polímeros como bromo, que retardam a combustão de placas de circuito impressos que tenham área de superfície maior que 10cm².”

1.1 Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

O consumo é o ponto de partida para a análise que realizamos dos REEE. O artigo 4º do Código de Defesa do Consumidor prevê, entre os objetivos da Política Nacional das Relações de Consumo, o atendimento das necessidades dos consumidores e a melhoria da sua qualidade de vida. A lei reconhece, portanto, que o consumo está estreitamente ligado à satisfação das necessidades do ser humano. Partindo do pressuposto de que o consumo é um ato social, que se realiza a partir de padrões culturais, o legislador reconhece a fragilidade em que se situa o consumidor, do qual decorre a presunção legal da sua vulnerabilidade (ALEXY, 2008).

Nessa situação de necessidades individuais, sejam elas físicas ou culturais, o consumo apresenta reflexos que ultrapassam a pessoa do consumidor. Um dos mais notáveis está no descarte de resíduos. Assim, à elevação do consumo corresponde o aumento dos resíduos, especialmente no meio urbano, com repercussão no meio ambiente, na saúde pública e, em última análise, na própria qualidade de vida (LEMOS, 2014).

O ciclo econômico clássico compreende três fases: a produção, a distribuição e o consumo dos produtos, sem qualquer referência aos resíduos finais ou pós-consumo. Vale lembrar que o problema da visão da *res derelicta* é justamente a irresponsabilidade decorrente deste ciclo. O resíduo abandonado passaria a pertencer ao patrimônio de ninguém, podendo ser objeto de ocupação como forma de aquisição da propriedade dos resíduos na atualidade (LEMOS, 2012b, p. 87).

A desejada proteção ambiental não se exaure na tutela de bens singulares componentes do meio ambiente unitariamente considerado. Deve-se incluir em seu escopo também a tutela dos chamados bens ambientais difusos, essenciais à manutenção da sadia qualidade de vida das espécies, pouco importando discutir se consistem em bens de titularidade privada ou pública. Com isso pode-se reconhecer a dupla titularidade dos bens socioambientais (LEMOS, 2012b, p.85). Percebe-se que a perda da propriedade via abandono, prevista desde o Direito Romano até o Código Civil Brasileiro de 2002, não se compatibiliza com a noção atual de bens socioambientais, principalmente em matéria de resíduos, cuja disposição inadequada pode ocasionar diversos efeitos nocivos para o meio ambiente em si e para a saúde pública. (LEMOS, 2012b, p. 88)

Contudo, parece fazer todo o sentido classificar os resíduos eletroeletrônicos como bens socioambientais, diante de sua relevância às presentes e futuras gerações, na medida em que geram responsabilidades pós-consumo para o proprietário ou possuidor, devendo ser atendida a função socioambiental dessa propriedade ou posse. Tal entendimento é respaldado pelo artigo 6º, inciso VIII, da PNRS, ao reconhecer que o resíduo sólido reutilizável e reciclável deve ser tido “como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania” (LEMOS, 2012b, p 88).

A análise da responsabilidade pós-consumo não afasta a necessidade de repensar a situação da sociedade contemporânea e a urgência de alteração dos atuais padrões "insustentáveis" de consumo. Assim, mediante a verificação dos níveis de produção e de consumo, cabe relacionar seus efeitos com o direito fundamental ao meio ambiente sadio e ecologicamente equilibrado previsto no art.225, caput, da Constituição Federal de 1988.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) define consumo sustentável como:

"Uso de serviços e produtos que atenda às necessidades básicas e proporcione uma melhor qualidade de vida, minimizando a utilização dos recursos naturais e materiais tóxicos, assim como a geração de resíduos e a emissão de poluentes no ciclo de vida do serviço ou do produto, de modo a não colocar em risco as necessidades das futuras gerações." (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2012).

O debate sobre os REEE se deve principalmente à transformação da antiga sociedade industrial em uma sociedade de informação, com o crescente uso de tecnologias de informação. Logo, a produção de EEE é um dos mercados que mais rapidamente cresce no mundo (CUI e FORSSBERG, 2003). Ao mesmo tempo, isso também significa uma maior geração de REEE. Esse aumento deve ser visto como um dos mais sérios problemas ambientais da vida contemporânea. As consequências se refletem direta e indiretamente na população bem como, na sobrevivência dos ecossistemas, tendo em vista que os custos ambientais decorrentes da produção, consumo, manejo e disposição de REEE são substanciais e crescentes (HISCHIER et al, 2005).

Outro fator importante é a vida média dos equipamentos, a qual pode chegar ao máximo de quatro anos no Brasil (ANSANELLI, 2008). Como resultado, cresce um movimento oriundo de países ricos – como Japão e Estados Unidos e Austrália. Quando os equipamentos são descartados inadequadamente, são catadores que manuseiam de forma perigosa tais resíduos. Eles desmontam, removem cabos e placas para comercialização, como forma de garantir a

sobrevivência. Esse descarte de EEE incentiva os catadores a migrarem do alumínio, papel, e latas para os REEE. Nesse sentido, o artigo 3º, inciso XIII da Lei PNRS, define os padrões sustentáveis de produção e de consumo como aqueles realizados "de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras."

A definição para REEE que tem sido mais utilizada no Brasil é a mesma empregada na legislação Européia (UNIÃO EUROPÉIA 2002): resíduos de equipamentos dependentes de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos para funcionar corretamente, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição destas correntes e campos e, ainda, aqueles equipamentos projetados para uso com uma tensão nominal não superior a 1000 volts para corrente alternada e 1500 volts para corrente contínua. Portanto, com base nesta definição, os REEE incluem equipamentos domésticos comuns, como computadores, televisores, telefones celulares, impressoras, bem como aparelhos grandes e pequenos, lâmpadas fluorescentes, ferramentas elétricas e brinquedos.

De acordo com TOWNSEND (2011), pesquisas científicas relacionadas à caracterização e a gestão dos REEE surgiram, de forma mais consistente, na segunda metade dos anos 1990, com o objetivo de analisar produtos químicos perigosos. Na primeira década do século 21, a pesquisa científica na área aumentou consideravelmente, motivada por vários casos em relação aos danos humanos e ambientais, decorrente de inadequada gestão dos REEE nos países em desenvolvimento.

De acordo com a Organization for Economic Co-operation and Development (OECD, 2001), REEE pode ser qualquer aparelho que utilize uma fonte de energia elétrica, o qual tenha atingido o fim da vida útil. Da mesma forma, Windmer et al. (2005) define REEE como um termo genérico que abrange as diversas formas de EEE que tenham deixado de ter valor para seus proprietários, ou um tipo de resíduo gerado por aparelho eletroeletrônico quebrado ou de utilização indesejada.

A Diretiva da Comunidade Européia sobre REEE (2002/96/EC) foi precedida pela Diretiva RoHS (2002/95/EC) que restringe o uso de substâncias tóxicas, dentre as quais estão incluídas as substâncias presentes nos REEE. Dentre as substâncias mencionadas na diretiva

como de caráter perigoso, estão: cádmio(Cd), chumbo(Pb), cromo hexavalente (Cr(VI)), mercúrio (Hg), bifenilas polibromadas (PBB) e éteres difenil-polibromados (PBDE).

Por meio da Diretiva nº 65 de 2011(2011/65/EU) (EU, 2011), que atualiza a Diretiva sobre REEE (Directive 2002/96/EC), a Comunidade Européia sugere que os equipamentos eletroeletrônicos sejam classificados em 11 categorias, dentre as quais vida útil, composição por tipo de materiais, porte do equipamento, entre outros. Em 2012 foi revisada a Diretiva nº 96 de 2002 e nova versão foi publicada (2012/19/EU) (Quadro 1.1).

Paralelamente à Convenção da Basileia e Diretivas Européias, a organização não governamental EPEAT (Ferramenta para Avaliação Ambiental de Equipamentos Eletroeletrônicos), uma iniciativa americana para a proteção ambiental, propôs a avaliação de produtos eletroeletrônicos em função de um conjunto de critérios de desempenho ambiental e, de acordo com o resultado da avaliação, o produto é categorizado em um dos perfis pré-definidos. O perfil bronze é atribuído aos produtos que atingem todos os critérios básicos e, pelo menos, 50% dos critérios opcionais. Enquanto os produtos qualificados como ouro são aqueles que, além de atingirem os critérios básicos, ainda alcançam, pelo menos, 75% dos critérios opcionais.

Categorias dos Resíduos Eletroeletrônicos, Diretiva Européia nº19

Categoria dos REEE	Lista dos Produtos
Eletrodomésticos Grandes	Grandes aparelhos de refrigeração; refrigeradores; freezers; máquinas de lavar roupa e secar; máquinas de lavar louça; fogões e chapas elétricas; micro-ondas; aparelhos de aquecimento elétrico; radiadores elétricos; aparelhos de ar condicionado; exaustores.
Eletrodomésticos Pequenos	Aspirador de pó; varredores de tapete; máquina de costura e tecelagem; ferros elétricos; torradeiras; fritadeiras; moinhos; máquinas de café; facas elétricas; máquina de cortar cabelo; secadores de cabelo; escovas de dente elétricas; aparelhos de

	barbear; relógios.
Equipamentos de TI e Telecomunicação	Mainframes; microcomputadores; impressoras; computadores pessoais (CPU, mouse, tela, e teclado incluído); laptops, notebooks, notepad; impressoras; equipamentos de fotografias; máquina de escrever elétricas e eletrônicas; calculadoras; telex; telefones; telefones celulares; sistema de atendimento automático.
Equipamentos de Entretenimento	Aparelhos de rádio; TV; câmeras de vídeo; gravadores de vídeo; gravadores hi-fi; amplificadores de áudio; instrumentos musicais; outros produtos ou equipamentos para fins de registro ou de reprodução de som ou imagem.
Equipamentos de Iluminação	Luminárias para lâmpada fluorescentes, com exceção dos aparelhos de iluminação doméstica; lâmpadas fluorescentes; lâmpadas fluorescentes compactas; lâmpadas de alta intensidade de descarga, incluindo lâmpadas de sódio de alta pressão, de iodetos, de sódio de baixa pressão, iluminação ou equipamento com a finalidade de difundir ou controlar a luz, com exceção das lâmpadas de incandescência.
Ferramentas Eletroeletrônicas	Serras; esmeril; furadeiras; máquinas de corte; parafusadeiras; ferramentas de atividade de jardinagem; máquinas de solda; equipamentos para pulverizar; espalhar; ferramentas para cortar arbustos.
Equipamentos de lazer, esporte e brinquedos	Trens e carros elétricos; vídeo game; console de vídeo game; computadores para ciclismo; corrida, e outros esportes; equipamentos de esporte.
Equipamentos Médicos	Equipamentos de radioterapia; cardiologia; diálise; medicina nuclear; análise de laboratório; freezers; ventiladores pulmonares; testes de fertilização.
Instrumento de Monitoramento	Detector de fumaça; reguladores de aquecimento; termostatos; aparelhos de medição; pesagem ou regulação; monitoramento e outros instrumentos de controle.

Quadro 1 – Categorias de Equipamentos Eletroeletrônicos. Fonte: Adaptado de Diretiva Europeia nº 19 da categoria dos REEE (COMUNIDADE EUROPEIA, 2002).

Os critérios adotados pela EPEAT:

- Seleção de materiais
- Projeto pra o final da vida útil
- Extensão da vida útil do produto
- Conservação de energia
- Gestão do fim de vida útil (pós-consumo)
- Desempenho corporativo
- Embalagens

Os REEE podem ser caracterizados em seus (i) componentes de maior dimensão, como exemplo, as Placas de Circuito Impresso (PCI), os tubos de raios catódicos (CRTs) e os plásticos, (ii) seus componentes de escala elementar ou química que descreve o conteúdo químico de metais tóxicos e preciosos ou de outros produtos químicos inorgânicos, como o chumbo, o mercúrio, a prata e o ouro, e ainda, (iii) sobre os produtos químicos orgânicos, como os retardantes de chama bromados (TOWNSEND, 2011).

Lista dos componentes e materiais geralmente encontrados em REEE

Componente	Sub-componente e/ou Material Primário Encontrado
Cobertura de proteção e apoio estrutural	Matérias-primas incluem aço, plástico e alumínio e caixa de plástico que pode conter retardadores de chama.
Placas de Circuito Impresso	Caminhos de condução gravadas a partir de folhas de cobre e impregnados em uma placa de isolamento composto por fibras de vidro e resina epóxi. Esta placa é preenchida com dispositivos como capacitores, semicondutores, resistores e baterias, que por sua vez, são

	conectadas usando uma liga de solda, condutores contendo o chumbo, a prata, o cobre e o bismuto.
Dispositivos de exibição	Monitores CRT são compostos principalmente de vidro, chumbo, uma camada de sombra, cobre e uma PCI Dispositivos de Painéis Flat (FPDs) tipicamente consiste em dois painéis de vidro ou de mídia polarizada incorporadas com diferentes tecnologias de visualização e imagem. Modelos comuns incluem LCD, painéis de plasma (PDP), e LED. FDPs são compostos por um circuito (PCI) e alguns casos, uma lâmpada de descarga de gás (LCD).
Dispositivos de memória	Semicondutores (memórias de acesso randômicas), discos magnéticos e de gravação, e drivers ópticos e de gravação.
Motores compressores, transformadores e capacitores	Distintos componentes mecânicos ou eletrônicos, geralmente compostos de metal e material estrutural primário, mas muitas vezes com outras substâncias como o óleo (motores), refrigeradores (compressores), e fluidos dielétricos (transformadores e capacitores)
Dispositivos de iluminação	Lâmpadas incandescentes, lâmpadas de descarga de gás (fluorescentes, de descarga de alta intensidade, de vapor de sódio) e LED. As lâmpadas podem ser acompanhadas por um circuito (PCI) ou lastro/ capacitor.
Baterias	Tipos mais comuns incluem o Chumbo Ácido Selado Pequeno (SSLA), Níquel, Cádmio, Lítio, Hidreto de Metal e Alcalina
Fios e cabos	Geralmente Cobre envolto em plásticos.

Quadro 2- Descrição dos principais Componentes dos REEE Fonte: TOWNSEND (2011).

Segundo Ongondo, Williams e Cherret (2011), a diversidade dos tipos de matérias acaba por dificultar uma definição generalizada sobre a composição percentual de matérias presentes nos REEE. Porém, diversos estudos evidenciam cinco categorias de materiais: metais ferrosos, metais não ferrosos, vidros, plásticos e outros materiais. O ferro e o aço são materiais mais comuns encontrados nos REEE, em função do peso, e respondem por mais da

metade do peso total dos REEE. Em seguida, estão os plásticos, que representam 21% do peso dos REEE. Os metais não ferrosos, incluindo os metais preciosos, representam 13% do peso, com o cobre que somam 7% do peso total.

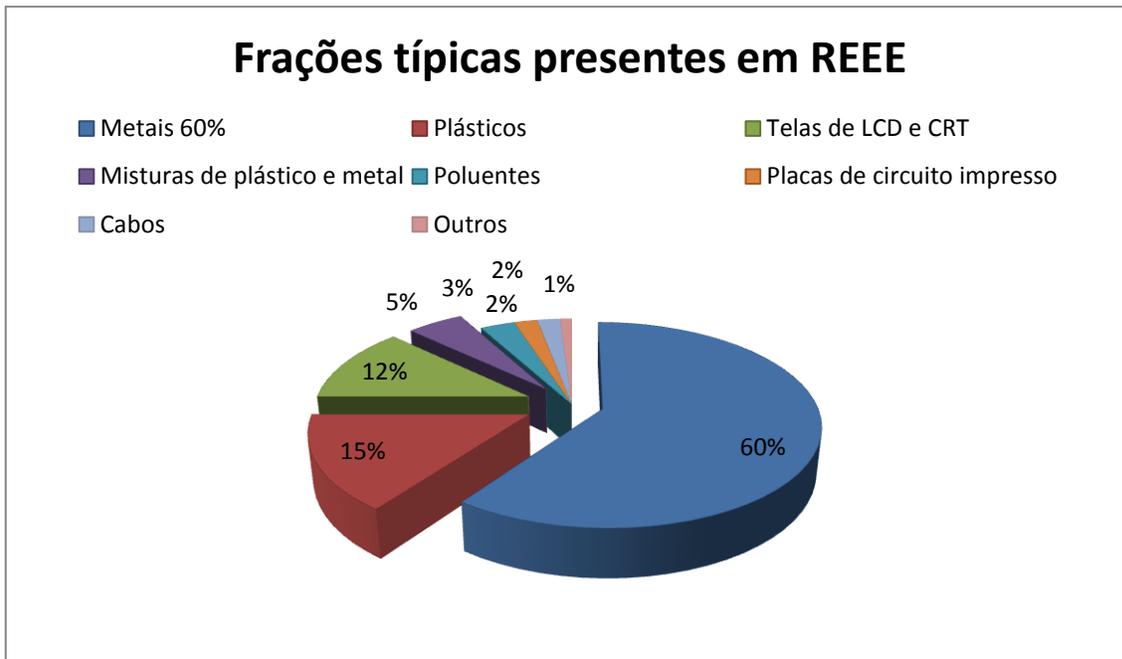


Figura 2– Frações Típicas de Materiais Presentes em REEE. Fonte: WIDMER et al. (2005).

Como apresentado no quadro 2, alguns exemplos de resíduos provenientes de equipamentos eletroeletrônicos, que são classificados por grupos para uso doméstico (ESPINOSA, 2002):

- A linha branca: caracteriza-se basicamente por equipamentos de grande porte, tais como lavadoras, geladeiras, fogões, micro-ondas e ar condicionado.
- A linha marrom: são compostos por produtos como televisões, videocassetes, DVDs e rádios; basicamente equipamentos de som e imagens.
- A linha verde: correspondem aos computadores, notebooks, aparelhos celulares, tablets e impressoras.
- A linha azul: pode ser considerada como equipamentos portáteis ou de pequeno porte, como os aspiradores de pó, batedeiras, cafeteiras, ferro de passar roupa, liquidificadores, secadores e modeladores.

Essa classificação não engloba todos os eletroeletrônicos de uso doméstico. É importante citar as pilhas, baterias e lâmpadas, que são itens presentes em muitos equipamentos eletroeletrônicos que podem conter substâncias tóxicas.

Os eletroeletrônicos incorporam significativo potencial tecnológico em sua fabricação, onde demandam recursos tecnológicos para a gestão de seus resíduos. Os REEE são compostos basicamente por polímeros, metais e cerâmicos. Diversos plásticos podem ser encontrados nos monitores que envolvem os tubos de CRT, que são do tipo ABS. Os teclados são do tipo Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e possuem em seu interior uma membrana de silicone. Os cabos possuem revestimentos em PVC. Dos materiais pode-se destacar vidro, encontrado em monitores, enquanto as placas de circuito impresso (PCIs) possuem camadas de cobre entre finíssimas lâminas de polímeros e fibra de vidro. As soldas, capacitores e conectores são também compostos por metais como cobre, ferro, estanho, tântalo, gálio, ouro, prata, cromo, mercúrio, cádmio, zinco, níquel e chumbo.

Com o avanço tecnológico no desenvolvimento de novos produtos eletroeletrônicos, a troca de equipamentos com mais funções se transforma em um incentivo para o descarte de equipamentos, que muitas vezes não se esgotam, mas sim se tornam ultrapassados. Um exemplo claro desse avanço tecnológico são os equipamentos de som. Até 1980 era comum encontrar suportes de mídia na forma de vinil, enquanto que atualmente se passa pela transição de mídias de CD e aparelhos de MP3; outro exemplo é o aparelho de vídeo cassete que foi substituído por equipamentos de DVD; televisores de raios catódicos por telas de cristal líquido e plasma (MORAES, ESPINOSA E TENÓRIO, 2009). Equipamentos mais novos são mais eficientes em termos técnicos e energéticos. Além disso, o reparo de falhas, em alguns casos, implica em custo superior à aquisição de um novo equipamento. O alto custo da assistência técnica de equipamentos defeituosos apresenta a valorização do serviço especializado em detrimento ao custo do material.

Calcula-se que a produção global de REEE está em torno de 20 milhões a 25 milhões de toneladas por ano, sendo que a maioria é produzida na Europa, EUA e Austrália. Estima-se que a China, a Europa Oriental e a América Latina se tornarão os maiores produtores de resíduos eletrônicos até 2019 (ROBINSON, 2009). Em 1994, foi apreciado que aproximadamente sete milhões de toneladas de computador se tornaram obsoletos em todo o

mundo, enquanto que em 2004 foi estimada uma quantidade equivalente a 35 milhões de toneladas. Tal aumento pode estar associado ao tempo de duração de um computador, pois em 1994 a durabilidade de um computador estava em torno de cinco anos enquanto que atualmente dura dois ou três anos, além da popularização desse tipo de equipamento e da diminuição do preço (WIDMER et al., 2005).

Em 2012, a Associação Brasileira da Indústria Elétrica Eletrônica (ABINEE) identificou um aumento de 9% na comercialização de computadores PCs em relação a 2011, o que pode chegar a 16 milhões de PCs. Desse montante, 6,2 milhões de unidades correspondem a desktops e 9,1 milhões de unidades são de notebooks e netbooks (JORGE FILHO, 2013).

Os elementos químicos presentes nos REEE podem causar diversos problemas de saúde no ser humano. A contaminação no homem pode ocorrer pelo contato direto com os elementos químicos, na fabricação dos EEE. No quadro abaixo estão descritos os efeitos que alguns materiais presentes nos REEE causam à saúde do ser humano.

Efeitos que alguns materiais presentes nos REEE causam à saúde do ser humano:

Materiais	Efeito na Saúde
CHUMBO	Provavelmente elemento químico mais perigoso; acumulam-se nos ossos, cabelos, unhas, cérebro, fígado e rins; causa dores de cabeça e anemia, mesmo em baixas concentrações; age no sistema nervoso, renal e hepático.
COBRE	Causa intoxicação; afeta o fígado.
MERCÚRIO	Altamente tóxicas concentrações entre três gramas a 30 gramas podem ser fatais ao homem; é de fácil absorção por via cutânea e pulmonar; tem efeito cumulativo; provoca lesões no cérebro; tem ação teratogênica- malformação de fetos durante a gravidez.
CÁDMIO	Acumula-se nos rins, fígado, pulmão, fígado, testículos e coração; causa intoxicação crônica; provoca descalcificação óssea, lesões nos rins e afeta os pulmões; tem efeito teratogênico e cancerígeno.

BÁRIO	Tem efeito vasoconstritor, eleva a pressão arterial e age no sistema nervoso central; causa problemas cardíacos.
ALUMÍNIO	Favorece a ocorrência do mal de Alzheimer e tem efeito tóxico sobre as plantas.
ARSÊNIO	Acumula-se nos rins, fígado, sistema gastrointestinal, baço, pulmões, ossos e unhas; pode provocar câncer de pele e dos pulmões, anomalias cromossômicas; tem efeito teratogênico.
CROMO	Acumula-se nos pulmões, pele, músculo e tecido adiposo; pode causar anemia, afeta o fígado e os rins; favorece a ocorrência de câncer pulmonar.
NÍQUEL	Tem efeito cancerígeno.
ZINCO	Entra na cadeia alimentar afetando os peixes e as algas.
PRATA	Tem efeito cumulativo; 10g de nitrato de prata são letais ao homem.

Quadro 3 – Apresenta os efeitos que alguns REEE causam à saúde. Fonte: MUTIRÃO DO LIXO ELETRÔNICO, 2008.

Os REEE possuem diversos materiais que não podem ser tratados como resíduos comuns. A preocupação socioambiental em se descartar esses resíduos em aterro sanitário envolve estudos relacionados à oxidação de metais. Nos aterros, ocorre a lixiviação de metais pelos ácidos orgânicos provenientes da degradação anaeróbica da matéria orgânica (TENÓRIO e ESPINOSA, 2004). Da mesma forma, a incineração pode gerar organohalogenados devido à presença de retardante de chamas e resinas poliméricas.

As forças políticas tradicionais estão muito condicionadas e comprometidas com os esquemas relacionados ao crescimento econômico e por isso não conseguem compreender que recursos renováveis e equilíbrio dos sistemas naturais devem ter a mesma importância que a produção, o consumo e o lucro. Às questões dos recursos não renováveis associadas à velocidade do ciclo de produção de bens duráveis, porém descartáveis, soma-se a contaminação do ambiente por emissões e subprodutos. Se aposta nas tecnologias para recuperação de materiais e na gestão de resíduos, como na solução e justificativa de

manutenção de dinâmica de produção e consumo. Porém, a presença de substâncias tóxicas no produto final também representa risco à saúde e ao ambiente, quando dos processos de reciclagem e tratamento dos resíduos pós-consumo são inadequados. Essas tecnologias podem causar contaminação do solo, do ar, da água e das pessoas envolvidas diretamente nas atividades de manuseio desses resíduos, além do consumo de energia.

Para SLACK (2002), o objetivo de projetar produtos e serviços é satisfazer os consumidores, atendendo suas necessidades atuais e futuras. O autor menciona que o resultado da atividade de projeto é uma especificação detalhada do produto ou serviço, compreendendo e utilizando um conjunto de informações que vão definir totalmente o produto ou serviço, seu conceito global, forma, função e benefícios.

O marketing, por sua vez, desempenha a função fundamental de reunir informações dos consumidores para compreender e identificar suas necessidades, expectativas e também a função de procurar possíveis oportunidades de mercado. Para KOTLER (2003), “as empresas têm de descobrir e preencher as necessidades dos clientes, mas como atualmente restam poucas necessidades que já não tenham sido atendidas pelas empresas, a resposta é criar necessidades”.

Além disso, os consumidores devem ser conscientizados sobre suas necessidades e desejos e, nesse sentido, as empresas desempenham um fator fundamental. Segundo ASHLEY (2002), o consumismo é “um credo econômico e social que encoraja as pessoas a aspirarem ao consumo, independentemente de suas consequências”. Os defensores da cultura de consumo acreditam que o crescimento econômico, com a conseqüente globalização dos mercados, é a solução para a pobreza mundial, como forma de se criar renda suficiente para a inserção democrática no consumo.

Para FERNANDES (2001), o conceito de obsolescência surge para justificar a necessidade de um novo produto e para contrapor o mundo velho e atrasado ao mundo novo, do pós-moderno, do desenvolvimento científico e do marketing, se colocando nesse conceito e afirmando que a obsolescência é um fator natural do mundo moderno e do processo de desenvolvimento. Portanto, uma reversão do atual quadro requer mais do que medidas

paliativas, sendo necessária uma profunda revisão no modo como está organizada nossa sociedade e nos valores em que ela se baseia.

Com o aumento da quantidade pós-consumo, torna-se necessária à implantação de sistemas eficientes de coleta e separação que, por sua vez, demandam ações logísticas coordenadas para o transporte e acondicionamento dos materiais que serão destinados. Propõe-se que os estímulos que incentivam o consumismo podem configurar como ponto de partida para a ampliação do consumo e conseqüentemente geração de resíduos (XAVIER et al.,2014).

CAPÍTULO 2

Instrumento e mecanismo na implantação da PNRS

A PNRS disciplinou a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos no país, sendo o sistema de logística reversa, a responsabilidade compartilhada e a hierarquia de gestão – não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos – os principais destaques. Criou o Comitê Orientador para a implantação de Sistemas de Logística Reversa, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente e integrado pelos Ministérios da Saúde, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da fazenda. Cinco grupos temáticos de discussão para o descarte de resíduo integram o comitê: medicamentos, embalagens, lâmpadas, embalagens de óleos lubrificantes e eletroeletrônicos.

2.1 A Legislação Brasileira sobre resíduos sólidos

A primeira referência legal brasileira sobre a destinação de resíduos sólidos está na lei nº 2.312/54 (BRASIL, 1954), que trata das “Normas Gerais sobre Defesa e Proteção da Saúde”, dispondo no seu art. 12 sobre a “coleta, o transporte e o destino final do lixo”. Nota-se que nesta época a questão dos resíduos sólidos era tão somente relacionada à proteção da saúde pública, sem dar maior importância a possíveis impactos ambientais. Na verdade, a preocupação constitucional com a defesa do meio ambiente só aparece na Constituição Federal de 1988, influenciada em grande parte pela Conferência de Estocolmo, em 1972, e traduzida no artigo 225.

Posteriormente o legislador passou a prever na legislação infraconstitucional as diversas situações referentes ao cuidado com o ambiente natural, como é o caso da destinação dos resíduos sólidos, nas suas diversas formas. Normas surgiram para disciplinar alguns tipos de resíduos, tais como agrotóxicos, pneus, óleos lubrificantes, pilhas e baterias (JURAS; 2012 p.57). Com relação aos agrotóxicos, a lei 9.974/2000 (BRASIL, 2000) determinava ao usuário a devolução das embalagens vazias, e a responsabilidade das empresas produtoras e distribuidoras pela destinação final dessas embalagens (2012 p.66/67). A destinação dos pneus foi disciplinada pela Resolução CONAMA nº 258/99 (Brasil, 1999), obrigando aos fabricantes e importadores a coleta e destinação ambientalmente adequada aos pneus inservíveis. Foi substituída pela Resolução CONAMA 416/2009 (2012, p.67).

A Resolução 257/1999 do CONAMA se refere à destinação das pilhas e baterias, e responsabiliza os fabricantes ou importadores pela destinação adequada. Foi substituída pela Resolução 401/2008, que estabeleceu limites rígidos quanto ao conteúdo de mercúrio, cádmio e chumbo nas pilhas e baterias. Os produtores e importadores devem realizar planos de gerenciamento para destinação adequada desses resíduos (2012 p.67/68). A destinação dos óleos lubrificantes foi normatizada através da Resolução nº 9/93 e substituída pela Resolução nº 362/2005, obrigando a coleta e destinação que não afete o meio ambiente (JURAS, 2012, p.68).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos e a Responsabilidade dos Municípios

A PNRS (Brasil, 2010), é uma verdadeira revolução e veio como forma de resolver a difícil questão da destinação dos resíduos sólidos. O importante a se observar é que esta lei não se restringe apenas a disciplinar a destinação correta dos resíduos sólidos, mas pretende sim desencadear uma nova visão do que se chamava “lixo”, considerando todas as suas consequências para a sociedade, para a economia e para o meio ambiente. A PNRS traz uma série de ações por parte das esferas governamentais, assim como dos produtores, distribuidores e da população em geral, o que se chama de “gestão integrada de resíduos sólidos”, estando em conformidade com o preceito constitucional do art. 225/CF88 (BRASIL, 1988), quando diz que é “dever do Poder Público e da coletividade a defesa e proteção do ambiente”.

Yoshida (2012, p.3-36) observa que alguns estados da federação já possuíam legislação específica sobre o assunto, mas que os possíveis conflitos das normas estaduais e municipais encontram solução na Constituição Federal, que “prevê a suspensão imediata e automática da eficácia dessas disposições no momento da entrada em vigor da norma geral federal” (2012, p. 4). Ainda segundo Yoshida, as Resoluções do CONAMA também foram recepcionadas completamente pela nova lei (2012, p. 8).

O Estado do Rio Grande do Sul editou em 1993 a lei nº 9.921/93 (RIO GRANDE DO SUL, 1993) que “Dispõe sobre os Resíduos Sólidos”, em cumprimento ao artigo 247, §3º da Constituição do Estado, que trata do Saneamento Básico. Os resíduos provenientes dos serviços de saúde foram disciplinados pela lei nº 10.099/94 (RIO GRANDE DO SUL, 1994).

A lei gaúcha se restringe apenas a disciplinar o gerenciamento dos rejeitos e considera essa gestão praticamente em todo o seu teor como uma competência exclusiva do poder público, embora cite em seu art. 1º que “a segregação dos resíduos sólidos na origem, visando seu reaproveitamento otimizado, é responsabilidade de toda a sociedade”.

Dada à extensão da PNRS, não se pode discutir a suspensão da eficácia da lei estadual ante a lei federal, pois esta é muito mais ampla, visto que contempla ações que ultrapassam a simples gestão dos resíduos sólidos. A PNRS trouxe a questão dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis para compor a responsabilidade compartilhada preconizada em seus princípios, incentivando as cooperativas ou associações de catadores e a integração destas com os demais sujeitos da cadeia, incentivando desta forma o desenvolvimento sustentável e a inclusão social (Yoshida, 2012, p. 11). Outra importante inovação da PNRS é a que traz esta responsabilidade compartilhada dos produtos para o chamado “Sistema de Logística Reversa”, que segundo LEITE (2012, p. 337) é “um dos temas mais comentados e trabalhados no Brasil e no mundo”.

Para LEITE (2012, p.348) “A logística reversa pode ser entendida como uma área que visa planejar, controlar e operacionalizar fluxos reversos de produtos não consumidos (pós-venda) ou de produtos já consumidos (pós-consumo).” Esses produtos de pós-venda e pós-consumo, por meio da política de logística reversa serão encaminhados para mercados secundários para reaproveitamento ou reciclagem. Do contrário, serão destinados a aterros sanitários ou incineração, ou para locais impróprios ou lixões. De acordo com LEITE (2012, p. 355), “o retorno constitui-se de diversos processos desde a entrada do produto na cadeia reversa até a sua redistribuição ao mercado”. A lei que cria a PNRS busca integrar esta política pública às demais, tais como a Política Nacional do Meio Ambiente, a Política Nacional de Educação Ambiental e Política Federal de Saneamento Básico (art. 5º). Importante destacar a necessidade da elaboração de planos nacional, estaduais, microrregionais, intermunicipais e municipais de resíduos sólidos, assim a PNRS e a responsabilidade dos Municípios como planos de gerenciamento de resíduos sólidos, conforme determina o art. 14 e seguintes desta lei.

A PNRS e a Responsabilidade dos Municípios no âmbito dos municípios, os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos estão disciplinados nos artigos 18 e 19

da lei, que condiciona a realização destes para que os municípios recebam recursos federais. Incentiva também as ações intermunicipais consorciadas e a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores. O art.19 da PNRS elenca as ações a serem compreendidas no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, dentre as quais se destacam o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos no território, identificação das áreas apropriadas para a disposição dos rejeitos, implantação de soluções consorciadas entre municípios, procedimentos operacionais mínimos para coleta e disposição final de rejeitos, ações preventivas e corretivas, programas e ações de capacitação técnica, de educação ambiental e de participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores.

JURAS (2012, p.33) observa que, assim como em outros países, a gestão dos resíduos domiciliares é de competência principal dos municípios, cuja autonomia administrativa está definida em nossa Constituição. Por isso, a lei federal deve se restringir a estabelecer normas gerais de aplicabilidade em todo território nacional, com a possibilidade de haver legislação estadual complementar. Para SILVA FILHO (2012, p. 384), os municípios “detêm a titularidade para prover os serviços de limpeza urbana nesse espaço geográfico, o que inclui administrar, planejar, prestar diretamente ou delegar e fiscalizar as atividades”. Assim, compete aos municípios atuar diretamente em todas as fases da PNRS, mesmo nos casos onde a lei não exige esta ação pública. É o caso do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para as pessoas jurídicas que tenham como fim social atuar em qualquer etapa do gerenciamento de resíduos, da coleta à disposição final.

Para JURAS (2012, p.41), a lei não exige expressamente o plano de gerenciamento nesse caso, diferente da alemã que determina a necessidade da aprovação de plano para a construção e a operação de aterros sanitários, assim como para alterações significativas nessas instalações ou no seu modo de operação. Os municípios também têm importância fundamental na implantação da política de coleta seletiva, uma vez que é o órgão público diretamente ligado aos sujeitos que integram essa cadeia, que são os catadores de materiais recicláveis. Por isso devem incentivar a criação das cooperativas, investir em meios que possibilitem a essas cooperativas a coleta, o armazenamento e a destinação final desses materiais, criar meios que garantam qualidade de vida aos catadores e suas famílias, através

de políticas de educação e de saúde. Por isso que a lei que instituiu a PNRS prevê a prioridade de acesso a recursos federais aos municípios que implantarem a coleta seletiva.

O dispositivo legal que prevê a instituição de incentivos pelo poder público na área de resíduos, também contempla a estruturação de sistemas de coleta seletiva. Se houver esse sistema, os consumidores serão obrigados a acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos, e disponibilizar adequadamente aqueles que serão destinados à reciclagem ou reutilização, podendo o município instituir incentivos econômicos aos consumidores que participam desse sistema (JURAS, 2012, p.44). Por fim, é responsabilidade dos municípios a implantação de ações para a disposição final dos rejeitos. O inciso VIII da PNRS considera a “disposição final adequada” como a “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”.

SILVA FILHO (2012, p. 377), referindo-se ao Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (Abrelpe, 2010), observa que cerca de 11% dos resíduos sequer foram coletados, e do total coletado mais de 42% tiveram destinação inadequada, como lixões ou os chamados “aterros controlados” que “não contemplam medidas efetivas de proteção e preservação dos recursos naturais”. O autor ainda reforça a importância da PNRS e a Responsabilidade dos Municípios para o serviço de limpeza urbana, o que chama de “uma das tarefas chave”, e ainda, que “os serviços de limpeza urbana são um importante indicador para a avaliação e gestão de uma cidade”. A disposição em aterros determinada pela lei da PNRS refere-se aos Aterros Sanitários, que segundo Del Bel (2010, p. 483) são “a única forma de disposição final ambientalmente adequada”. Para o autor, os aterros sanitários “são a infraestrutura mais básica de saneamento ambiental para os resíduos sólidos” e o investimento para sua implantação são os menores quando se fala em saneamento ambiental.

2.2 Logística reversa

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), pelas resoluções 257/99 e 401/08, determina que indústrias e pontos do comércio sejam obrigados a receber baterias e pilhas usadas e fazer a triagem para reciclagem ou aterros, mas o consumidor não tem a obrigação

de encaminhá-las aos pontos de coleta. Segundo a PNRS, ao analisar o ciclo de vida do produto deve-se levar em conta as etapas que envolvem a produção, desde sua confecção, a matéria-prima utilizada, seu consumo, pós-consumo e disposição final. De acordo com o artigo 33, inciso VI, do referido documento estarão obrigados a estruturar e implantar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010a).

No artigo 3º, inciso XII, do substitutivo Projeto de Lei 203/91, a logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo de vida, em outros ciclos produtivos ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010a).

Dias (2006) afirma que existe uma clara tendência de que a legislação ambiental evolua para tornar as empresas cada vez mais responsáveis pelo descarte de seus produtos pós-consumo. Desta forma, por trás do conceito de logística reversa está o ciclo de vida do produto que, do ponto de vista logístico, não termina com sua entrega ao cliente. Apesar de não contemplar um dispositivo para o controle apropriado dos descartes de resíduos sólidos, a legislação brasileira projeta para o futuro, promover ações que darão precedência às soluções de recuperação de energia e/ou de materiais sobre as atuais formas arbitrárias de disposição final. Haja vista um problema já enfrentado por diversas cidades que diz respeito à exaustão de aterros para os depósitos dos resíduos gerados pela população (BEIRIZ, 2005).

De acordo com Grimberg (2007), um sistema de recuperação de resíduos recicláveis que pretenda avançar na direção da sustentabilidade socioambiental pressupõe a combinação de pelo menos dois fatores: a responsabilidade dos geradores pela produção de seus resíduos e a integração dos catadores na forma de autogestão. Para isso, é importante que o Estado, no papel das prefeituras, assuma a coordenação desse processo para que o interesse público, no sentido amplo do termo, seja garantido.

BRITO & DEKKER (2002), descrevem a logística reversa como uma forma de obtenção de lucro direta e indiretamente. Efetivas estratégias e programas de logística reversa podem resultar no aumento das receitas, custos mais baixos, maior rentabilidade para as organizações e aumentar os níveis de serviço ao cliente (STOCK et al., 2006). A preocupação das indústrias deve ser voltada para a responsabilidade ambiental, que afeta sua imagem corporativa perante seus clientes e sociedade, sendo decisiva para os índices de poluição e degradação ambiental causada por seus produtos.

Segundo PIRES (2004) a competição tornou-se global com a abertura de mercado após 1990 e aumentando a oferta em diversos setores industriais. Com isso, a pressão pela redução de preços, é uma das consequências à necessidade de revisão das prioridades competitivas: tais como custo, qualidade, desempenho das entregas e a flexibilidade. Verifica-se a ascensão de alguns critérios competitivos, sobretudo a flexibilidade. De acordo com DALCOL e ZUKIN (1998), a flexibilidade nesse contexto de produção global, é entendida como a habilidade para desenvolver e produzir rapidamente ampla variedade de produtos e a baixo custo. Uma vez que a globalização impõe a necessidade de rápido atendimento a um mercado com exigências crescentes, a flexibilidade passou a ser essencial:

“(...) enquanto a competição global salientou claramente a necessidade de melhoria de produtividade, os ciclos de vida mais curtos e a maior proliferação de produtos, além da fragmentação do mercado, indicam que a flexibilidade de manufatura é essencial para a viabilidade de longo prazo de várias formas.” (STECKE & RAMAN, 1995, apud DALCOL e ZUKIN, 1998)

Torna-se evidente que a velocidade e o volume com que os recursos naturais e a energia fluem através dos ciclos de produção e consumo devem ser reduzidos. Porém, essas preocupações, numa sociedade capitalista sempre ficam subordinadas às questões do crescimento econômico. Uma alternativa para reduzir a velocidade dos ciclos de produção e consumo seria através da melhoria dos projetos relacionados aos produtos, permitindo a reutilização dos componentes e a reciclagem de seus materiais.

Conforme apresentado na Figura 1, no modelo conceitual de ciclo de vida da UNEP (United Nations Environment Programme), as fases se sucedem em um ciclo fechado, em que as matérias residuais são preferencialmente destinadas para outros ciclos produtivos, sob a forma de produtos reconicionados ou matérias, enquanto rejeitos seguem para aterros.

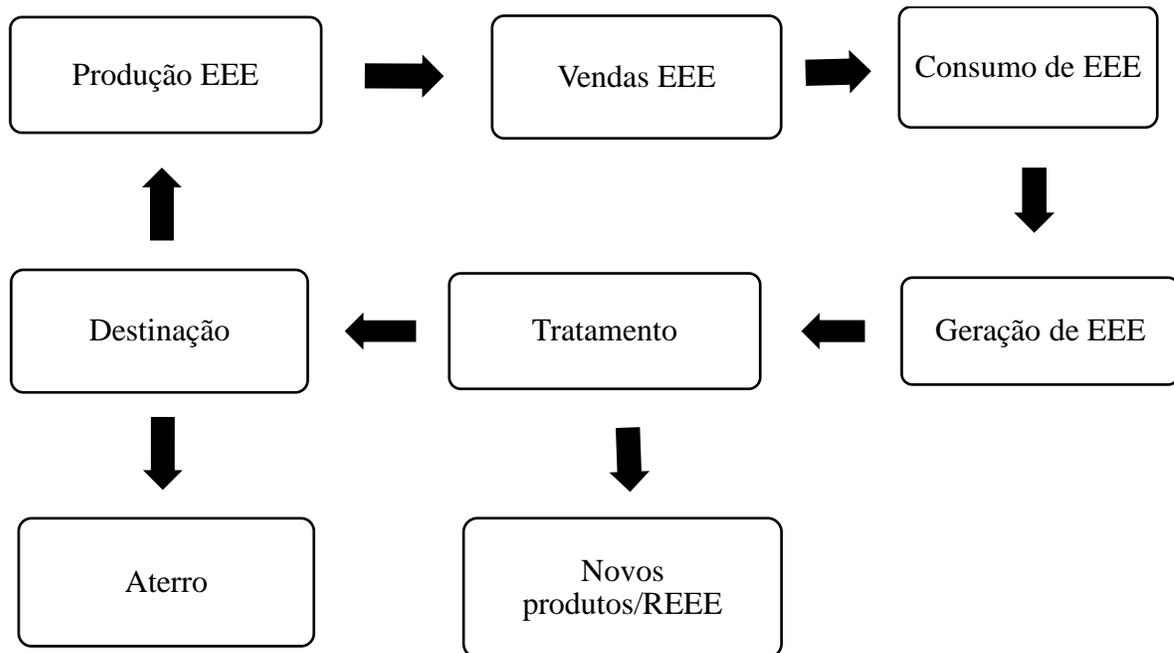


Figura 1 Ciclo de vida de EEE. Fonte: UNEP, 2007.

A venda dos equipamentos é a etapa do ciclo na qual o consumidor exerce o papel mais importante, pois é ele que regula o mercado, comprando equipamentos procedentes das empresas sustentáveis que tenham respeito ao consumidor, que testam a qualidade e a confiabilidade de seus produtos e que também se mostram preocupados com seu descarte. O modelo pressupõe o fechamento do ciclo com o retorno de materiais ao segmento produtivo e a minimização da disposição em aterros.

Dentre os critérios a serem atendidos, pode-se destacar as tecnologias e equipamentos para tratamento dos materiais, o interesse econômico despertado por esses resíduos para transformá-los em matéria-prima a fim de reinseri-los no mercado e a disposição do consumidor em encaminhar esse material no pós-consumo para uma destinação ambientalmente correta. De acordo com o modelo proposto (UNEP, 2007), etapas

preliminares de produção e de venda devem considerar etapas subsequentes, como forma de favorecer a desmontagem, a separação dos materiais e o retorno à cadeia produtiva.

A proposta da EPEAT e as diretivas WEEE e RoHS incentivam a eliminação do uso de metais pesados, como o chumbo, por exemplo, reduzindo o impacto ao longo da cadeia e, conseqüentemente, reduzindo os custos das etapas de tratamento pós-consumo e destinação, tais como transporte e a desmontagem, facilitando as demais etapas do processo, como a reciclagem final e possibilitando o retorno desses materiais como matéria-prima de novos produtos. O investimento em design sustentável também é outro aspecto de grande relevância na produção, pois se este equipamento for pensado de forma a facilitar sua remanufatura e reaproveitamento de partes ou de materiais de sua composição, isso facilitará todo o processo, gerando menos rejeitos e aumentando a taxa de reciclagem (CARVALHO e XAVIER, 2014).

De acordo com a UNESCO (2008) os benefícios econômicos dos REEE podem estar relacionados com o mercado de segunda mão, a criação de empresas de reciclagem, reutilização de EEE e também ao crescimento no preço das matérias-primas. Os consumidores que não tem condições de comprar equipamentos novos acabam por procurar o mercado de segunda mão dos EEE. Esta prática acaba por estender a vida útil dos equipamentos, que muitas vezes ainda possuem condições de uso.

Nesta mesma linha, existem alternativas de negócios para empresas especializadas em reparar, reformar e atualizar muitos equipamentos eletroeletrônicos, principalmente computadores, oferecendo-os com preços mais acessíveis. Por sua vez, o crescimento do valor das matérias-primas torna cada vez mais economicamente viáveis empresas recicladoras, criando mercado potencial para venda de componentes devidamente desmontados e de peças de sucata. Os REEE, ao mesmo tempo em que produzem conseqüências socioambientais, podem gerar resultados econômicos, por conterem quantidades substanciais de materiais valiosos, que normalmente fornecem o incentivo monetário para a reciclagem. Incluem metais como o cobre e metais preciosos como o ouro, a prata e o paládio, sendo este último encontrado em concentrações maiores em PCI do que em minerais comercialmente extraídos (BETTS, 2008).

LEITE (2003) afirma que, depois de algumas evoluções nos conceitos, a logística reversa é uma área da logística empresarial que administra os fluxos e as informações correspondentes ao retorno dos bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo de negócios ou ciclo produtivo. Razões de legislações ecológicas que estão entrando em vigor, que englobam diferentes aspectos do ciclo de vida útil de um produto, partindo da sua fabricação e o uso devido da matéria-prima, até sua disposição final. Segundo LEITE (2003, p.22), estas legislações impõem o uso de selos verdes para identificar produtos corretos com o meio ambiente, identificando para os produtos de pós-consumo que podem ou não ser descartados nos aterros sanitários e as restrições ao uso de produtos que utilizam matéria-prima secundária no seu conteúdo.

A atuação do Grupo Técnico de Logística Reversa de Eletroeletrônicos, coordenado pelo Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC), foi reforçada com uma publicação na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sobre REEE- requisitos para atividade de Manufatura Reversa, lançada no dia 19 de abril de 2013, em São Paulo. O objetivo é assegurar a qualidade dos processos, sem causar danos aos trabalhadores, garantindo a segurança dos dados e a propriedade intelectual dos equipamentos, de acordo com o coordenador do grupo de Logística Reversa de REEE, diretor de Competitividade Industrial do MDIC, na época, Alexandre Comin (Portal Brasil, 2013).

2.3 Aspectos jurídicos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos

A conferência de Estocolmo, primeira Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente Humano, sediada na cidade de Estocolmo- Suécia, em 1972, reuniu países de Terceiro Mundo com o objetivo de mobilizar e construir alternativas para a proteção ambiental com cuidado para não trazer prejuízos ao crescimento econômico para esses países. Após a Conferência, o governo deu início à elaboração de leis para preservação ambiental no país. O artigo 2º da Lei Federal nº 6.938/81 define que a:

“Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico,

aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana [...]” (BRASIL, 1981,§ 3).

Segundo dados da ABRELPE, de 2011, a geração total de resíduos sólidos urbanos (RSU) em 2010 aumentou 6,8% em relação a 2009, embora o aumento per capita tenha sido inferior a 5,3% (378,4 quilogramas/habitante/ano/2010), o confronto entre dados de geração e coleta indicam que, no Brasil, 6,7 milhões de toneladas de RSU deixaram de ser coletados no ano de 2010, tendo, portanto, um destino inadequado.

Resíduos sólidos são definidos pela ABNT como resultados sólidos e semi-sólidos de “atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição” (NBR n. 10.004/2004). A PNRS, representa um avanço ao estabelecer, entre outras determinações, a eliminação dos lixões até 2014 (BRASIL, 2010a). Além de definir diretrizes básicas para a elaboração de programas institucionais de gerenciamento de resíduos, atribui responsabilidades aos produtores de materiais que possam causar dano ao meio ambiente e confere ao setor público a responsabilidade de estimular a redução da geração de resíduos.

O artigo 6º da Lei supracitada define os princípios para a PNRS, indica que o desenvolvimento sustentável é uma meta compartilhada e de responsabilidade de produtores, consumidores e governos, reconhecendo-se, na Lei, a importância não só de eficiência econômica, mas também da responsabilidade social e ambiental. São definidos como princípios:

- a prevenção e a precaução;
- o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;
- a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;
- o desenvolvimento sustentável;
- a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo

de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada no planeta;

- a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, setor empresarial e demais segmentos da sociedade;
- a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável, como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;
- respeito às diversidades locais e regionais;
- o direito da sociedade à informação e ao controle social;
- a razoabilidade e a proporcionalidade

O artigo 7º, ao apresentar os objetivos da PNRS, reforça a abordagem sistêmica para a análise dos resíduos e estimula uma maior integração entre os agentes envolvidos para a mitigação dos impactos da geração de dejetos. Neste mesmo artigo da Lei, são definidos como objetivos da PNRS:

- proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como maneira de minimizar impactos ambientais;
- redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;
- incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais reciclados;
- gestão integrada de resíduos sólidos;
- articulação entre as diferentes esferas do poder público e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para gestão integrada de resíduos sólidos;
- capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

- regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como modo de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira observada a Lei n. 11.445, de 2007;
- prioridade, nas aquisições e contratações governamentais para:
 - a) Produtos reciclados e recicláveis;
 - b) Bens, serviços e obras que considerem critérios comparáveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentável
- integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto;
- estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;
- incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;
- estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável

O método que envolve a reciclagem e a recuperação dos REEE pode ser resumido em três estágios: pré-tratamento/desmontagem, beneficiamento (separação e concentração) e refino físico/químico:

- Pré-tratamento ou desmontagem: separação seletiva dos componentes tóxicos e outros materiais. Exemplo: segregação de pilhas e baterias (CUI, J. e FORSSERBERG, 2003; CUI;ZHANG,2008; BURKE, 2007; RHEE et al., 1999).
- Beneficiamento (separação ou concentração): utilização de processos físicos e/ou processos metalúrgicos para concentrar os materiais. Exemplo: moagem, separação magnética e processos piro e hidrometalúrgicos.
- Refino: é o último estágio, no qual os materiais são recuperados. Exemplo: extração por solvente e eletrodeposição.

A luta dos catadores por melhores condições de vida e de trabalho e a gradativa incorporação desta questão em políticas públicas abrange muitos desafios, uma vez que a gestão dos resíduos sólidos envolve diversos atores com interesses distintos (PEREIRA e TEIXEIRA, 2011). A relevância do trabalho realizado por estes trabalhadores se torna ainda maior com a aprovação da PNRS, já que os mesmos são reconhecidos como atores prioritários no programa de gestão compartilhada de resíduos sólidos dos municípios do Brasil (SANTOS; GONÇALVES-DIAS, 2011).

Por se tratar de resíduos perigosos, será demandada a estruturação técnica das cooperativas, exigindo-se a adequação ao licenciamento ambiental e o atendimento a outros requisitos legais. Tais exigências habilitarão as cooperativas de catadores para a participação na coleta seletiva municipal, na logística reversa e no recebimento de REEE para adequado manejo, desmontagem e encaminhamento para as indústrias de reciclagem (SANTOS et al., 2014). Capacitar os catadores para realização de suas atividades passa a ser uma exigência fundamental, inclusive para lidar com aspectos de saúde e de segurança de trabalho.

Pereira Neto (2011) recomenda criar um fórum de discussão em nível municipal, estadual e regional para as ações de capacitação, organização administrativa e operacional, saúde e segurança dos cooperadores, adequações de infraestrutura, aquisição de equipamentos, inovação tecnológica e elaboração de projetos para obtenção de financiamentos para o aperfeiçoamento das cooperativas no manejo, desmontagem e comercialização dos REEE.

O projeto Lixo Eletrônico, e responsabilidade socioambiental, da Caixa Econômica Federal juntamente com a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade de Brasília (UnB), apoiados pelo Fundo socioambiental (FSA), em fevereiro de 2014 capacitou 20 catadores que receberam certificado de curso de capacitação ministrada pela USP. A capacitação teve dois objetivos principais: conscientizar os catadores sobre o risco da atividade de reciclagem de REEE e ensinar melhores técnicas de separação de peças, para que possam aumentar suas rendas. As cooperativas apoiadas pelo projeto aumentaram seus rendimentos em aproximadamente R\$ 13 mil, com repasse de 1.127 equipamentos, dentre os quais CPUs, monitores, teclados e mouses. A execução do projeto está alinhada ao Decreto 5.940/2006, que estabelece a destinação de recicláveis às associações e cooperativas dos catadores.

O Projeto Eco-Eleto iniciou em julho de 2011 e foi desenvolvido pelo Instituto GEA, em parceria com a LASSU – Laboratório de Sustentabilidade, vinculado ao CCE – Centro de Computação Eletrônica, da Escola Politécnica da USP. O objetivo principal do projeto foi aumentar a renda dos catadores de materiais recicláveis da capital e região metropolitana de São Paulo, além de evitar que o REEE seja descartado em locais inadequados, prejudicando a natureza. Verificou-se que os catadores tratavam de maneira inadequada com os REEE, com risco de contaminação por elementos tóxicos presentes em componentes.

Os treinamentos ocorreram no CEDIR (Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática) do Laboratório de Sustentabilidade da USP. A implementação do projeto visa a união entre os conhecimentos gerados de uma das mais prestigiadas Universidades do país e um dos segmentos mais carentes da sociedade, os catadores. Em julho de 2014, os catadores aprenderam a montar computador a partir dos resíduos eletroeletrônicos. Pelo menos 30 alunos passaram por vários estágios rumo à qualificação profissional: em vez de apenas separar os componentes eletrônicos que vão para as cooperativas de reciclagem, eles também aprenderam como separar as peças em bom estado para montar os computadores e depois revendê-los. As vendas aumentaram 25 vezes, o que antes era vendido como sucata, hoje é produto remanufaturado.

2.5 Responsabilidade compartilhada

Com fundamento na PNRS e no princípio da função socioambiental da propriedade, o design sustentável do produto que há de ser concretizado no desenvolvimento de EEE duráveis para prevenir e reduzir, ao máximo possível, a geração de REEE que podem resultar em sérios impactos ambientais e à saúde pública. Em razão de composição potencialmente perigosa, ou por sua facilidade de acumulação em volumes expressivos em locais inadequados, deve ser estimulada, após o uso desses equipamentos, a reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação final ambientalmente adequada, também sob perspectiva de oportunidade, para evitar o desperdício de recursos valiosos (LEMOS e MENDES, 2014). A alteração nos padrões de produção e de consumo e a responsabilidade pós-consumo se tornam essenciais para a manutenção da vida das presentes e das futuras gerações, notadamente em relação ao segmento de eletroeletrônicos, frequentemente afetado por práticas de obsolescência planejada (LEMOS e MENDES, 2014).

A oferta e os estímulos atuais ao consumo induzem a concluir que existe, em contrapartida, um grande potencial do crescimento da geração de resíduos desses produtos. No mercado interno de consumo de telefones celulares, por exemplo, a união entre atratividades, provocada pelo desenvolvimento de novos designs e pelo acréscimo de novas funções, associados à concorrência entre operadoras para atrair os consumidores, provocaram a elevação do consumo de celulares nos últimos anos.

A industrialização vem causando impactos diretos ao meio ambiente por meio dos mecanismos de produção. Indiretamente, a comercialização de determinados produtos também ocasiona o indesejável impacto ambiental consistente no lixo social, ou seja, dos produtos que não tem mais serventia e que depositados em qualquer lugar, causam danos ao meio ambiente. Em razão disso, o produtor de determinado produto passa a ser responsável não apenas pela diminuição do impacto ambiental, mas também após a utilização do produto pelo usuário final. A PNRS tem como princípio a responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e sociedade, favorecendo o retorno dos produtos pós-consumo, ou seja, o recolhimento dos materiais para o retorno como matéria-prima à produção industrial, sem que tenham com destino os aterros sanitários ou lixões (INVENTTA, 2012).

Dessa forma, foi estabelecida obrigatoriedade imediata à adoção de medidas de logística reversa aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de (i) agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos, cuja embalagem, após o uso, continua resíduo perigoso; (ii) pilhas e baterias; (iii) pneus; (iv) óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; (v) lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio de luz mista; (vi) produtos eletroeletrônicos e seus componentes, e também a:

- 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 uma menor quantidade de resíduo sólido.
- Divulgar informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos.
- Assumir o compromisso de, quando firmados acordos ou termo 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.

A noção de dano ambiental futuro encontra respaldo normativo imediato na Constituição Federal, que impõe ao Poder Público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado “para as presentes e futuras gerações” (artigo 225, caput). A necessidade de tratamento igualitário entre gerações, no que se refere ao acesso aos bens ambientais, reforça o papel preventivo da responsabilidade civil, já que os danos ambientais, de regra, são graves e irreversíveis (LEMOS, 2012). Daí a preocupação com o dano futuro, em tudo condizente com a atual formatação do direito da responsabilidade civil. Exige-se que o empreendedor compense previamente a coletividade pelos prejuízos que certamente sua atividade causará ao meio ambiente em claro sistema de responsabilidade por dano certo, mas futuro.

Em matéria de danos causados por resíduos com o consumo, salvo algumas exceções, existem riscos conhecidos, competindo aos atores responsáveis pela gestão desses riscos a adoção de prevenção (LEMOS, 2014). As medidas de prevenção a cargo do fornecedor também se apresentam sob outras roupagens. A fim de que seus produtos não gerem resíduos poluentes acima dos padrões de normalidade legitimamente aceitos, o fornecedor deve adotar “tecnologias limpas”, optando por matérias-primas e embalagens que produzam o menor grau de resíduo possível. Deve ainda idealizar o produto de maneira a possibilitar a reutilização dos resíduos, (artigo 3.º, IV da PNRS).

Em matéria ambiental, a precaução e a prevenção justificam a implantação da responsabilidade civil em face de atividades potencialmente poluidoras, ainda que não haja dano concreto, mas apenas um sinal de alta probabilidade de que ele ocorrerá (CARVALHO, 2012). Em matéria de pós-consumo, o ponto nodal é a responsabilidade pelo ciclo de vida do produto: “do berço ao túmulo”. Assim, tal responsabilidade se dá na “série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, obtenção de matérias-primas e insumos, processo produtivo, consumo e disposição final” (artigo 3.º, IV PNRS).

CAPÍTULO 3

Impactos ambientais, sociais e econômicos

Nas últimas décadas, a indústria de EEE tem ampliado sua produção enormemente, tornando-se indispensáveis às mais diversas áreas das atividades humanas. O acesso à tecnologia e a rápida obsolescência planejada cria a obrigação de substituição dos EEE. Quando os REEE são dispostos de forma inadequada ou ainda quando desmontados sem controle, podem ocasionar impactos ambientais, através da contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas, representando risco à saúde da população do entorno ou dos trabalhadores que realizam a reciclagem (WIDMER et al., 2005). Em muitos lugares o serviço de coleta de lixo, reciclagem e reuso são prestados pelo setor informal (NEUWIRTH, 2006; SASSEN, 1994). Nesse sentido, os REEE têm promovido à geração de empregos e redução de seus impactos por meio da criação da logística reversa capaz de torná-los valorizados.

Em geral, a parte mais difícil de reintrodução de materiais descartados no sistema produtivo, assim como outras medidas cujo caráter se aproxima do “bem público”, é a valoração monetária dos materiais residuais e a consequente avaliação da viabilidade econômica dos processos, projetos, programas e ações necessárias envolvidas nesta reintrodução. A destinação ambientalmente correta de REEE foi ordenada no país mediante critérios estabelecidos pela PNRS, regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404/2010. A regulamentação da PNRS especifica que a responsabilidade pela gestão desses resíduos deve dar-se de forma compartilhada entre os diferentes atores da cadeia reversa, no caso de danos ou geração de passivos ambientais, não significando responsabilidade menor para a indústria produtora, ou os outros atores, os benefícios também são compartilhados por todos os atores.

TONG E WANG (2004) alegam que a reutilização e a reciclagem de um computador representam fonte de renda para aqueles trabalhadores que estão à margem do mercado formal de trabalho. A reutilização ocorre principalmente em países em desenvolvimento, gerando emprego na indústria de remodelação, além de atenuar a exclusão digital em comunidades de baixa renda, aumentando a acessibilidade a computadores com peças

acessíveis. Outro impacto social é a doação para entidades como escolas, bibliotecas, sem fins lucrativos e organizações de aprendizagem (KAHHAT; WILLIAMS, 2009).

Segundo HAQUE et al. (2000), a reciclagem informal de REEE, na Índia, se apresenta como um mercado atrativo há praticamente uma década. Segundo BAUD et al. (2001), apud Wath et al. (2010), o baixo investimento inicial necessário para começar a coleta, o desmanche e a segregação ou uma atividade de recuperação torna o negócio muito mais atraente para pequenos e microempresários. Em vez de se preocupar com o impacto socioambiental, o lucro financeiro é o principal incentivo para a instalação desses empreendimentos informais na Índia.

Além disso, como a maioria das pessoas que trabalham nessa atividade, são de baixa renda e baixo nível de alfabetização, são pouco conscientes sobre os efeitos nocivos da reciclagem de REEE na saúde e no ambiente. Como o recolhimento, a triagem, a desmontagem, a segregação e a recuperação de REEE são feitas, na maioria manualmente, na Índia o negócio possui um elevado potencial de emprego em várias cidades (SANTOS, 2012).

3.1 impactos ambientais

WILLIAMS et al. (2008) pesquisam os impactos ambientais relacionados aos resíduos de computadores pessoais. Para os autores, os principais impactos são geralmente as emissões potenciais de toxinas das disposições de equipamentos eletrônicos em aterros e os impactos sobre trabalhadores e as comunidades envolvidas em operações de reciclagem informal nos países em desenvolvimentos. Em relação às emissões de toxinas, em função dos computadores conterem substâncias tóxicas, como chumbo, arsênio, mercúrio, ocorre contaminação do solo, do ar e da água em função dos processos de extração caseira.

WILLIAMS et al. (2008) menciona os impactos da disposição de metais pesados na água, decorrente da lixiviação ácida de PCI próxima de rios e da combustão ao ar livre de EEE. Sobre os impactos nos trabalhadores da reciclagem informal, WILLIAMS et al. (2008) evidencia que as práticas caseiras de reciclagem de computadores pessoais aumentaram em países como China, Índia e Nigéria. Nestes locais, um procedimento comum que ilustra esta

prática refere-se aos fios dos computadores, que são queimados em locais abertos para remover o plástico e recuperar o cobre. As PCIs também são processadas com métodos caseiros, muitas vezes ao lado de córregos e rios. Destas placas, os trabalhadores extraem cobre e metais preciosos usando ácido, cianeto e/ou mercúrio sem as devidas precauções.

Segundo relatório da UNESCO (2008), determinados processos de reciclagem, inclusive trituração, moagem, queima e derretimento dos componentes, podem liberar gases nocivos à saúde e ao ambiente. Praticadas principalmente em alguns países em desenvolvimento, as redes informais de resíduos eletrônicos empregam técnicas como queima a céu aberto, sem adequados aparatos de segurança necessários para proteger a saúde dos trabalhadores envolvidos.

Uma das consequências para a saúde humana foi constatada por HUO et al. (2007) ao realizar exames de sangue para medir os níveis de chumbo em crianças de Guiyu, China. Seus resultados evidenciaram níveis acima de 80% dos níveis indicado pelo Centro de Prevenção e Controle de Doenças dos EUA. PUCKET et al. (2007) também evidencia as práticas decorrentes de processos informais de tratamento dos resíduos de computadores na Ásia. Para os autores, os principais impactos estão na contaminação das águas subterrâneas e na acidificação de rios. Esses impactos são decorrentes de queimas de fios de cobre, de utilização de produtos químicos para remover os metais preciosos das PCIs, da quebra de tubos de imagem para retirada do cobre, entre outras práticas informais de recuperação do valor econômico destes resíduos.

Para HAQUE et al. (2000) essas atividades informais são praticadas por microempreendedores geralmente com baixos níveis de alfabetização e pouca ou nenhuma consciência sobre os efeitos nocivos que a reciclagem dos REEE pode causar à saúde e ao meio ambiente.



Figura 3. Huge tangles of wires and cables lay on street corners- Guiyu, China, December, 2001. Wire Burning Village. Fonte: BAN, 2001

Há falta de estrutura adequada de coleta e de informação a esse respeito, além do consumidor brasileiro não ter o hábito de dar a destinação adequada a seus REEE. Existem casos que as pessoas depositam os REEE junto ao resíduo comum, os que guardam em suas residências e outros que doam ou vendem (INVENTTA, 2012). Após o consumo, os produtos são descartados por vários motivos. (i) não atendem mais às necessidades do consumidor; (ii) não são mais utilizados; (iii) são substituídos por produtos mais novos, eficientes e econômicos.

Os aspectos ambientais decorrentes da geração e destinação de REEE estão diretamente relacionados ao potencial tóxico dessa classe de resíduos, que resultam em impactos negativos ao ambiente e à saúde humana. Assim, os REEE, por serem classificados como perigosos e apresentarem risco ao ambiente e à saúde, tem causado preocupação a respeito da ocorrência do descarte ambientalmente inadequado, principalmente em países em desenvolvimento (FRAZZOLI et al., 2010). Os REEE são compostos por diversas substâncias, muitas das quais perigosas, como os metais pesados, mercúrio, chumbo cádmio, arsênio, bário e cromo; gases de efeito estufa, como os clorofluorocarbonetos (CFC); substâncias halogenadas; bifenilas policloradas (PBCs); cloreto de polivinila (PVC) e

retardantes de chama bromados (WIDMER et al., 2005). Na verdade, os REEEs são um problema socioambiental e uma oportunidade econômica, segundo THE WORLD BANK, (2012). Os problemas se devem:

- Pela geração de impactos ambientais negativos devido à gestão inapropriada no fim de vida dos REEE
- Pelos impactos ocupacionais devido à segregação manual
- Por conta da contaminação do solo e da água por substâncias presentes nos REEE
- Pela incineração inapropriada dos plásticos dos REEEs que gera dioxinas e outros contaminantes

A maioria desses elementos é desperdiçada em coletas insuficientes, reciclagens inapropriadas e também com a exportação ilegal do lixo. Nesse processo, grandes emissões de substâncias perigosas são liberadas, podendo afetar a sociedade diretamente, pois o descarte inadequado pode contaminar o solo, e o lençol freático, contaminando a água potável, a água de irrigação de plantações e os alimentos cultivados nesse solo.

ROSA (2007) cita um estudo coordenado pelo professor Ruediger Kuehr (Universidade das Nações Unidas), onde se descobriu que 1,8 tonelada de materiais dos mais diversos tipos são utilizadas para se construir um único computador. O cálculo foi feito tomando-se como base um computador de mesa com monitor CRT de 17 polegadas. Somente em combustíveis fósseis, o processo de fabricação de um computador consome mais de 10 vezes o seu próprio peso. São, por exemplo, 240 quilos de combustíveis fósseis, 22 quilos de produtos químicos e 1,5 mil litros de água. Cada etapa da produção de um circuito integrado, da pastilha de silício até o microprocessador propriamente dito, exige lavagens seguidas em água extremamente pura, que posteriormente não sai pura do processo.

O Brasil produz meio quilo de resíduo eletrônico per capita, gerando no país 96,8 mil toneladas de lixo oriundos de PCs e monitores, 17,2 mil toneladas de sucatas de impressoras, 2,2 mil toneladas de descarte de celulares, 115,1 mil toneladas de refrigeradores e 137 mil toneladas de televisores (DEMETRIO e ROMANI, 2010). Os números evidenciam a importância e necessidade de redução e do reaproveitamento dos produtos.

Annie Leonard ganhou notoriedade com o documentário “A história das coisas” ([HTTP://www.storystuff.org](http://www.storystuff.org)), amplamente divulgado na mídia eletrônica. A ONG da qual participa, The Story of Stuff Project, questiona os padrões de produção e consumo contemporâneos, alertando para os elementos tóxicos presentes nos bens consumidos diariamente por um indivíduo comum e procura mostrar os riscos à saúde e ao meio ambiente, presente em diferentes produtos.

3.2 impactos sociais

O Decreto Federal nº 7.404 regulamentou a Lei nº 12.305/2010, em 23 de dezembro de 2010. O documento estabelece que “o sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos priorizará a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda”.

Nos países em desenvolvimento, considera-se a gestão de resíduos como uma significativa oportunidade de obtenção de recursos a partir da mobilização da mão de obra para fins de inclusão social. As condições dos trabalhadores de associações ou cooperativas são precárias e insalubres, geralmente mal remunerados e não dispõem de condições mínimas de segurança. O estabelecimento de formas de organização como cooperativas e associações de catadores representou um avanço na organização do trabalho, principalmente em países em desenvolvimento, cuja mão de obra que se dedica à coleta e à triagem de resíduos tem aumentado com o passar do tempo, principalmente com o trabalho informal (WILSON et al., 2006; BESIOU, 2012). De acordo com Medina (2007), a China possui um número expressivo de pessoas alocadas na cadeia da reciclagem.

Em cooperativas e associações de catadores existe uma diversidade de produtos pós-consumo, o que faz da atividade de coleta e triagem de resíduos a força motriz da indústria da reciclagem. No entanto, o estado atual da regulamentação ambiental não parece muito alinhado com esta realidade. Na maioria dos países, não se verifica aderência entre as políticas preconizadas e os modelos de gestão focados na saúde e segurança do trabalho, principalmente com os que estão envolvidos diretamente na reciclagem dos REEE.

Organizados em cooperativas, catadores tem o trabalho valorizado como agentes formais na gestão dos resíduos urbanos, com benefícios para a geração de renda para a qualidade de materiais separados do lixo. A força de trabalho que faz a separação dos materiais recicláveis atinge aproximadamente um milhão de pessoas no Brasil, incluindo aqueles que percorrem as ruas da cidade para a coleta com suas carrocinhas. Na base da pirâmide, situam-se os catadores autônomos e informais, sujeitos à exploração por atravessadores que revendem os materiais recicláveis para sucateiros de maior porte ou para indústrias. No final dessa cadeia, o preço pode ser quatro vezes superior ao inicialmente pago aos carroceiros.

Apenas 10% dos catadores estão melhores organizados, sem a dependência dos intermediários. São aqueles que trabalham em galpões de reciclagem, mais equipados e com melhor infraestrutura, principalmente sob forma de cooperativas. Nesses locais, unem força para melhorar e aumentar a qualidade e agregar valores aos materiais separados do lixo. Dessa maneira, conseguem preços mais atraentes no mercado e renda mais elevada com ganhos sociais (CEMPRE, 2012).

A parceria com a força de trabalho de baixa renda, que pode ser contatada pelos municípios sem licitação pública, passa a ser critério de prioridade para o acesso a recursos da União. Hoje, as cooperativas processam uma pequena parte do total de materiais encaminhados para a reciclagem no Brasil (IPEA, 2010). O desafio é mobilizar os catadores, capacitar e aparelhar as cooperativas para exercer esse importante papel, definido pela PNRS. Com maior absorção dos materiais separados do lixo, menor é a pressão sobre os aterros sanitários resultando em geração de emprego e renda.

3.3 Impactos econômicos

De acordo com a PNRS, o fluxo reverso de produtos e materiais pós-consumo deve ocorrer a partir do descarte pelo consumidor até atingir a destinação final adequadamente correta. Por razões econômicas, o fluxo iniciará no consumidor, que pode ser pessoa física ou jurídica, e após pode seguir para uma indústria recicladora, ser entregue a uma cooperativa de catadores, ou ser revendido no mercado secundário e até mesmo ser doado. A dificuldade de controle de retorno dos REEE pela cadeia produtiva no Brasil é considerável, pois tendo em vista seu valor econômico, mesmo depois do equipamento perder sua utilidade, ele

difícilmente retorna para a indústria, já que o sistema de venda no mercado secundário e de doação são hábitos da cultura brasileira. Além destes fatores, cabe ressaltar que muitos consumidores mantêm seus EEE em suas residências, por não saber o que fazer com eles após a obsolescência dos mesmos.

Os agentes da cadeia produtiva direta e reversa são co-responsáveis na gestão dos REEE. Em fevereiro de 2013, foi publicado edital nº 01/2013 pelo MMA, onde estabelecem-se que as empresas envolvidas devem efetuar o recolhimento e a destinação final, ambientalmente adequada, de 17% de peso dos produtos eletroeletrônicos colocados no mercado. Na gestão de resíduos, de modo geral, a mensuração dos indicadores quantitativos baseia-se na atribuição de valores monetários, por meios dos quais se tornam mais viáveis métodos de comparação entre outros países. Nesse sentido, a valoração ambiental surge como um instrumento de significativa importância na gestão que se presta às necessidades econômicas e exigências legais. Ressaltam-se os aspectos econômicos relacionados às questões socioambientais, como a inserção dos catadores na cadeia da logística reversa e a própria gestão dos REEE (SEGER e GUARNIERI, 2014).

Na fase pós-consumo, os produtos necessitam serem desmontados e cada parte ou peça seguirá para destino diferenciado. Portanto, há a necessidade de aumento de volume de resíduo para gerar vantagem econômica no transporte e no processamento dos REEE. Barreiras relatadas por fabricantes e recicladores dos REEE consistem na burocracia vinculada à identificação dos materiais residuais, com vistas ao transporte, bem como na ampla diversidade de documentos exigidos para atender às diferentes demandas legais de cada estado pelo qual necessita trafegar (SEGER e GUARNIERI, 2014).

Um fator importante quando uma empresa opta por implantar a atividade de logística reversa é a necessidade de recursos para essa atividade. O capital de giro se constitui num dos principais aspectos que deve ser levado em conta. São necessários recursos financeiros com controle permanente, pois tem a função de mitigar o impacto no ambiente de negócios no qual a empresa atua, levando em conta o volume dos materiais residuais. O capital de giro é constituído de ativos circulantes, também chamados de ativos correntes, e representa a quantidade de dinheiro que a empresa utiliza para movimentar seus negócios, na atividade ambiental. Geralmente, o nível de capital de giro para o segmento de logística reversa ou

atividades que a compõem deve ser suficiente para suportar a movimentação operacional em torno de 18 meses e elaborado em relação aos desembolsos que compõem o início das atividades empresariais. Vale ressaltar alguns fatores importantes:

- Variação dos diversos custos absorvidos pela empresa
- Aumento de despesas financeiras, em decorrência das instabilidades do mercado
- Baixo volume de vendas
- Aumento dos índices de inadimplência
- Pagamentos das parcelas de possíveis financiamentos
- Baixa entrada de produtos para a reciclagem, e
- Altos níveis de estoques em determinados períodos

Algumas análises em termos de rentabilidade e lucratividade devem ser feitas antes da adesão a atividades ou programas de logística reversa, pois como em qualquer outra atividade, espera-se que gere lucro em longo prazo. O lucro da atividade pode ser obtido pela seguinte fórmula:

$$\text{Lucro} = \text{Receitas} - (\text{custo variável} + \text{despesas fixas} + \text{despesas comerciais})$$

Retornar o investimento significa que mensalmente a atividade de logística reversa devolve parte do investimento realizado inicialmente ou durante o tempo de duração da atividade. A taxa interna de retorno (TIR) é a que equaliza o valor presente dos pagamentos (saídas de caixa) com o valor presente dos recebimentos (entradas de caixa). Há, portanto, um fluxo de caixa inicial que representa o valor de investimento, do empréstimo ou do financiamento, e diversos fluxos futuros representando os valores das receitas e custos envolvidos no ciclo de vida do empreendimento. O cálculo do prazo de retorno do investimento pode ser realizado pela seguinte fórmula:

$$\text{Taxa de retorno do investimento} = \frac{\text{Lucro} \times 100}{\text{investimento}}$$

Caso seja tomada a decisão por aderir a atividades de logística reversa, torna-se necessário registrar e controlar todos os fatos decorrentes. Tais fatos geram impactos financeiros e econômicos que devem ser mensurados corretamente, de forma a fornecer informações úteis e confiáveis nos gestores (SEGES e GUARNIERI, 2014).

O desenvolvimento e a implantação de um sistema integrado do controle de geração e do retorno de resíduos de pós-consumo possibilitará à empresa demonstrar, com maior facilidade e segurança, seus processos produtivos relacionados à valorização e à destinação dos seus resíduos; auxiliar na identificação de seus ganhos ambientais, legais, econômicos; e, ainda, disponibilizar para seus gestores, clientes, fornecedores, parceiros e sociedade informações úteis relativas às suas ações nesse sentido (SEGES e GUARNIERI, 2014).

O conceito de logística reversa apresentado na PNRS permite evidenciar a vinculação entre os aspectos econômicos e sociais nesta prática. No entanto, é importante acrescentar que o processo de Logística Reversa possui três dimensões que devem ser destacadas: logística, financeira e ambiental.

- Logística: o ciclo de vida não se encerra com a sua entrega ao cliente. Produtos que não funcionam mais, e se tornam obsoletos, ou danificados devem retornar ao seu ponto de origem.
- Financeira: existe o custo do gerenciamento da cadeia reversa, onde são somados os custos de compra da matéria-prima, de armazenagem, transporte e estocagem. Existem também valores gerados com a venda dos resíduos e a economia pela compra de componentes reciclados.
- Ambiental: devem ser avaliados os impactos do produto sobre o meio ambiente durante toda a sua vida. Os materiais provenientes de desmontagem apresentam valor de mercado para associações e cooperativas de catadores ou pelas próprias indústrias de reciclagem, que vendem os componentes ou destroços, estimulando o processo de reaproveitamento.

A implantação de sistemas de contabilidade ambiental possibilita:

- Verificar se a legislação está sendo cumprida
- Auxiliar os gestores no processo de decisão no estabelecimento de objetivos e políticas ambientais
- Comprovar a evolução do desempenho ambiental e identificar tendências
- Detectar áreas críticas da empresa que precisam de atenção especial em termos de aspectos ambientais
- Descobrir como a empresa pode obter vantagem competitiva devido a melhorias concretas no gerenciamento ambiental
- Fornecer informações em tempo real sobre custos, receitas, investimentos e passivos ambientais para gestores

Os impactos econômicos dos REEEs podem ser analisados também sob o grau de formalização das organizações, de modo que estas oportunidades econômicas não são percebidas apenas pelas empresas formais, mas também pelas empresas informais. Em relação à ótica econômica, as práticas produtivas informais não são tão eficientes se comparadas com a utilização de equipamentos de alta tecnologia, principalmente porque os processos de extração e recuperação do setor informal são manuais, resultando em muitas perdas de eficiência, além das consequências socioambientais (WILLIAMS et al., 2008; UNESCO, 2008).

3.4 Estudo de casos

A Unidade de Triagem Vila Pinto (UTVP), localizada na zona leste de Porto Alegre, tem parceria com a Prefeitura, onde desenvolve o Centro de Educação Ambiental (CEA), criado em 1996 pela líder comunitária Marli Medeiros. A Vila Pinto está integrada com outras duas vilas, onde a miséria, o alto índice de prostituição, de drogadição, a baixa renda e a baixa escolaridade, impulsionaram um grupo de mulheres a mudar este quadro e melhorar a qualidade de vida e renda das famílias que ali residem. Hoje, o projeto CEA conta com 45 associados e os trabalhadores do galpão têm ganhos mensais de um salário mínimo, com o

material mensal recebido pela coleta seletiva de Porto Alegre, que é estimada em 130 toneladas ao mês, o perfil dos trabalhadores do UTVP são de pessoas de baixa renda.

Segundo a entrevistada, a principal fonte de renda no UTVP são os demais resíduos provenientes da coleta seletiva de Porto Alegre, tais como o alumínio, o vidro, o papel e o plástico. A entrevistada alega que o lixo eletrônico que chega ao galpão ainda é pouco expressivo, vindos tanto da coleta seletiva da prefeitura como de doações de empresas que realizam a troca dos equipamentos eletroeletrônicos, um exemplo citado pela coordenadora, foi a doação de dezenove computadores pelo Banco Holandês que foram alocados em uma oficina de Informática do Centro Cultural, que existe no UTVP. Segundo a entrevistada, o foco principal é a reutilização por parte dos trabalhadores da Cooperativa, tendo uma importância em aspectos relacionados à inclusão social das pessoas que são beneficiadas com as doações dos equipamentos.

Portanto, as práticas de gestão dos REEE do UTVP tem foco, principalmente, em questões sociais, pois as doações de equipamentos geram inclusão digital na comunidade carente, contribuindo para a geração de emprego e renda para pessoas que estão em estado de vulnerabilidade (TONG; WANG, 2004), mesmo que estes não sejam os principais resíduos comercializados pelo UTVP. Em contrapartida, os Tubos de Imagem CRT, mesmo não entrando em contato direto com o solo e rios, acabam tendo um descarte inadequado, pelo baixo valor de mercado que possuem, gerando um passivo ambiental, que está longe de ser resolvido.

O Gabinete de Inovação e Tecnologia de Porto Alegre (Inovapoa) , coordena a realização de descarte dos REEE recolhidos em Porto Alegre, em parceria com o Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU). A partir da PNRS, a prefeitura iniciou algumas ações para a coleta dos REEE, a primeira foi a “Feira de Descarte de Equipamentos de Informática”, ocorrida no dia 04 de dezembro de 2010, na Usina do Gasômetro, lugar público de muita circulação, com o objetivo de promover o correto descarte dos equipamentos de informática. Na ocasião, foram recolhidas 14 toneladas de REEE. Em ação conjunta do Inovapoa que coordenou o projeto, do DMLU, que realizou a coleta, a pesagem e os registros dos equipamentos eletrônicos recebidos, do Cesmar, que realizou a remanufatura dos equipamentos que estavam em condições e reuso e da empresa IZN Recycle Brasil, que

segregou e encaminhou para o descarte e reciclagem os resíduos que não estavam em condições de serem reaproveitados. Em 2011, foi realizada nova feira de coleta de REEE, chegando a 73 toneladas. Em 2012, a coleta dos REEE alcançou 75 toneladas, com a parceria da Fecomércio para divulgação, segundo entrevistada.

Hoje, Porto Alegre conta com cinco pontos de recebimentos fixos de REEE: DMLU Conceição, Seção Norte, Procempa, Capatazia da Glória e Lojas Leroy Merlin (empresa privada). Existem coletas itinerantes realizadas em sábados, com locais previamente agendados na cartilha do DMLU, contendo informações sobre o descarte do lixo eletrônico, em parceria com empresa privada e Sindilojas. Os resíduos recolhidos são aproveitados, através de convênio por meio da cadeia reversa, firmado entre a empresa privada e a Cooperativa de Trabalho socioambiental Paulo Freire. A Cooperativa em parceria com a prefeitura de Porto Alegre capacita pessoas que vivem em albergues, e não tem meio de sustento algum, eles recolhem ou recebem os REEE fazem a triagem e a desmanufatura dos resíduos.

Os materiais podem ser comercializados entre a Cooperativa e a empresa privada ou para terceiros, reduzindo o volume de resíduos encaminhados para o aterro e uso de recursos naturais. A entrevistada ressalta o fato de que o ciclo reverso criado é economicamente sustentável, tendo em vista que “os resíduos eletrônicos são bem econômicos. Eles são tão importantes que o tratamento e a destinação irrigam o ciclo econômico em todas as suas etapas, inclusive a da logística”. Além disso, a entrevistada enfatiza que o programa municipal tem três premissas: “Ele tem que ser economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente responsável”. A entrevistada alega que o projeto atualmente atende a demanda de REEE, mas que para conseguir atender a demanda futura, serão necessários mais pontos de recolhimento: “As pessoas podem estar descartando ainda na coleta seletiva ou domiciliar e não vão lá no correto local porque acham muito difícil descartar”, segundo entrevistada.

Uma das dificuldades mencionadas pela Coordenadora dos Postos de Entrega de Resíduos Eletrônicos é o volume e peso de alguns REEE, como CPUs, monitores e impressoras, que dificultam o transporte, aliado ao reduzido número de postos fixos, acabam interferindo

diretamente na baixa adesão da população em entregar os equipamentos obsoletos ou sem funcionamento.

A prefeitura de Porto Alegre conta com duas empresas privadas conveniadas para reciclagem de REEE provenientes dos postos de coletas fixos. Uma delas, a empresa Otser Gerenciamento de REEE, localizada na cidade de Campo Bom, empresa recicladora, que faz a triagem, a remanufatura e após a venda para as indústrias que utilizam os componentes. Outra empresa parceira é a Trade Recycle Ltda., localizada na cidade de Cachoeirinha, Grande Porto Alegre. Segundo o responsável comercial, “a empresa recebe eletroeletrônicos, exceto pilhas e baterias. Os resíduos chegam à empresa, passam primeiramente por triagem, o desmonte é realizado por três funcionários, que utilizam os EPIs necessários. É neste momento em que os diferentes componentes são separados: plásticos, ferro, cobre, vidro, PCIs (manufatura reversa) e vão para os fabricantes dos respectivos componentes resultantes, que são parceiros da empresa”. Os monitores não são reciclados no Brasil, por não existir planta industrial preparada para logística reversa.

Portanto, percebe-se que existem ações públicas municipais em Porto Alegre, algumas delas com características de ações intersetoriais preconizadas por Junqueira (2004), tendo em vista que os resultados acabam impactando na qualidade de vida de diversos segmentos sociais e ainda procuram atender às três dimensões do desenvolvimento sustentável.

A instituição CESMAR – Centro Social Marista, que completou 15 anos em 2014, localizado em um dos bairros de maior pobreza de Porto Alegre, Mário Quintana, tem por objetivo principal a inclusão social, sendo aceitos jovens aprendizes e alunos preferencialmente do bairro. O programa inicia desde o jardim da infância, colégio de ensino médio, atendimento sócio educativo e qualificação profissional e nesta está inserido o Pólo Tecnológico, com jovens de 14 a 24 anos. O programa disponibiliza, na capital, 15 Eco-pontos de resíduos eletroeletrônicos.

Quando o material chega ao Pólo, são catalogados, para ter o controle de responsabilidade de cada Eco-ponto, após, pesados, separados por categorias. Após, os alunos são encaminhados para as aulas práticas, onde os jovens desmontam e testam os equipamentos. Os alunos montam máquinas com sistema operacional livre que pode ter duração de mais dois ou três

anos. Essas máquinas são disponibilizadas para a sociedade, associações de bairro, escolas e ONGs. As máquinas que saem são de responsabilidade do CESMAR, devendo retornar à instituição, que tem parceria com a Empresa JG reciclagem, com certificação para a destinação correta.



Figura 4. Centro Social Marista- CESMAR 15 anos. Alunos jovens aprendizes, fazendo a remanufatura de computadores. Março, 2015.

O Setor de Patrimônio da UFRGS, localizado na Avenida Bento Gonçalves, recolhe todos os equipamentos e/ou mobiliários de todos os campi da Universidade que estejam obsoletos, estragados ou desatualizados. Os equipamentos são testados e após é feito o desfazimento (retirada do número de patrimônio) e, conforme o caso, são descaracterizados. Em 2010 e 2011, a Secretaria da Fazenda recebia a relação de todos os materiais que haviam sido recolhidos e liberava os equipamentos para várias instituições públicas ou privadas. A partir de 2012, essa parceria acabou, e o patrimônio atualmente faz leilão, principalmente dos REEE, para sucateiros, ficando assim, sem o controle da destinação final destes REEE. Segundo o Diretor do setor, a burocracia ainda é um entrave para dar a destinação correta aos REEE. Os equipamentos eram destinados ao CESMAR; hoje não mais, devido à burocracia.



Figura 5: Depósito do setor de Patrimônio da UFRGS onde os equipamentos obsoletos são recolhidos á espera da destinação mais adequada.

Na Engenharia de materiais da UFRGS, os pesquisadores realizam vários trabalhos científicos sobre reciclagem de resíduos eletroeletrônicos. A parceria com empresa de EEE eletrônicas auxilia na doação das sucatas utilizadas nos laboratórios. Segundo pesquisador Hugo Veit, a falta de regulamentação da Lei sobre REEE, favorece a um ineficiente tratamento pós-consumo.

O Rio Grande do Sul não é diferente de outros estados brasileiros em questão de tratamento de REEE, com empresas sucateiras, recolhem as sucatas, separam seus componentes e vendem para as indústrias, não fazendo a reciclagem, nem a logística reversa, de acordo com Hugo Veit. As PCI são os componentes que tem maior valoração, por conter ouro, cobre e prata, e não tem tratamento no Brasil. Estas PCI vão para Bélgica, Singapura ou Canadá, onde os minerais são reciclados e retornam como matérias-primas na cadeia reversa. Hugo Veit ressalta que os resíduos não podem ser exportados, pela Convenção de Basiléia, porém saem daqui com um código de componente eletrônico de segunda mão, pela Receita Federal, driblando a legislação.

Os resultados das visitas e entrevistas foram:

- Ambiental: Redução de utilização de matéria-prima via reaproveitamento dos REEE, descarte seguro, via encaminhamento para reciclagem, descarte incorreto, falta de controle e fiscalização após leilão dos REEE.
- Social: Inclusão digital através de remanufatura dos equipamentos, qualificação profissional de jovens com vulnerabilidade social, geração de empregos temporários e empregos formais diretos, reutilização dos computadores nas escolas carentes, ONGs e Cooperativas.
- Econômica: Concessão de bolsas para jovens aprendizes, revalorização dos REEEs, ingresso de receita via leilões, transporte dos resíduos.

Consequências ambientais, sociais e econômicas relacionadas à gestão dos REEE

Dimensão	Autor	Possíveis implicações/consequências
AMBIENTAL	Puket et al (2002) Huo et al (2007) Williams et al(2008) UNESCO (2008)	Emissões de toxinas em aterros e lixões a céu aberto. Contaminação do solo, ar e água. Contaminação de rios e águas subterrâneas com as subst tóxicas e metais pesados. Contaminação dos seres humanos. Redução e utilização e matéria-prima virgem.
SOCIAL	Haque et al (2000) Tong e Wang (2004) Labuschagne et al (2005) Huo et al (2007) UNESCO (2008) Kahhat e Williams (2009) Sarks et al (2010)	Geração de grande número de empregos informais, em especial de comunidades carentes. Práticas nocivas à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente. Não apresenta riscos à saúde humana.

		Reutilização dos computadores. Doação de computadores usados para comunidades e associações.
ECONÔMICO	Haque et al (2000) Baud et al (2001) UNESCO (2008) Kahhat et al (2008)	Extração de metais pesados e demais matérias primas. Reaproveitamento de componentes. Redução de custos ao adquirir matérias primas recicladas em comparação com matérias primas virgens. Geração de empregos (formais e informais), na reciclagem, na reutilização e no mercado de segunda mão. Criação de organizações (formais e informais) de reciclagem e reutilização de equipamentos.

Quadro 4 – Consequências ambientais sociais e econômicas relacionadas à gestão dos REEEs. Fonte: (SANTOS, 2012).

É possível constatar que as consequências ambientais, sociais e econômicas dos REEEs se relacionam entre si, como por exemplo, a queima de fios para retirada do cobre, esta atividade gera impactos sobre a saúde dos trabalhadores envolvidos diretamente com esta prática, o ambiente também sofre impacto, pela liberação de substâncias tóxicas, e em contra ponto gera empregos para muitas pessoas, principalmente as que estão em condições de vulnerabilidade.

Impactos sociais, econômicos e ambientais com a implementação da logística reversa dos REEEs

Sociais	Econômicos	Ambientais
Geração de empregos formais.	Maior retorno ao mercado de matérias-primas advindas da	Diminuição de casos de descarte incorreto de REEE

	reciclagem de REEE	
Fortalecimento das associações de catadores com geração de oportunidades de prestação de serviço ao sistema.	Fortalecimento da indústria da reciclagem pelo consequente aumento da demanda.	Melhoria da qualidade dos serviços de reciclagem e consequente menor nível de rejeitos nos aterros.
Promoção de maior conscientização da população quanto às questões ambientais relacionadas aos equipamentos eletroeletrônicos.	Desenvolvimento de conhecimento e tecnologias relacionadas à reciclagem de REEE.	Redução de gasto energético por conta de uso de reciclados (ex: o gasto de energia para reciclagem de alumínio é 95% menor do que para a produção primária).
Minimização de problemas de saúde causados pelo manuseio incorreto de REEE.	Geração de emprego e renda.	Redução do volume e diversidade de eletroeletrônicos destinados a aterros.

Quadro 6 – Impactos sociais, ambientais e econômicos com a implementação da LR dos REEE. Fonte: INVENTTA, 2012.

Os REEE quando descartados geram problemas ambientais sérios, não só pelo volume de entulhos, mas também pelo fato de que esses produtos contêm materiais que demoram tempo para se decomporem, como plástico, metal e vidro e, principalmente, pela existência de metais pesados em sua composição que são prejudiciais à saúde humana. Desta forma, o procedimento de coleta e destinação final desses materiais é um dos desafios a ser enfrentado pela sociedade moderna. Felizmente, nos últimos anos, nota-se uma tendência mundial em reaproveitar cada vez mais os produtos descartados para fabricação de novos objetos por meio de processos como a reciclagem, o que representa economia de matéria-prima e de energia fornecida pela natureza (RODRIGUES e GRAVINATTO, 2003).

A cadeia de reciclagem possui crescente participação de pessoas no processo de catação desses materiais, pois à medida que os problemas sociais vão avolumando-se como, por

exemplo, o desemprego, a comercialização desses materiais recicláveis tornou-se uma alternativa de renda para famílias inteiras que necessitam gerar ganhos para seu sustento. Nos últimos anos, a crescente busca por ações ambiental e socialmente corretas, culminou, tanto por parte de organizações não governamental como pelo poder público, no aumento em incentivos ao agrupamento desses trabalhadores (catadores) em associações ou cooperativas (GUEDES et al., 2010).

Neste cenário, pode-se constatar a relevância que a logística reversa assume, entendida como o processo de planejamento, implantação e controle da eficiência, do custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de origem com o objetivo de reagregar valor ou efetuar o descarte adequadamente. As atividades de logística reversa consistem em coletar os materiais utilizados, danificados ou até mesmo rejeitados, produtos fora de validade, a embalagem e o transporte do ponto do consumidor até o revendedor (ROGERS & TIBBEN-LEMBKE, 1999).

CONCLUSÃO

O estudo de vários casos realizado na região metropolitana de Porto Alegre permitiu uma primeira visão a respeito das tendências regulamentares, da atuação dos agentes na cadeia pós-consumo dos EEE no Brasil. Identifica-se de grande importância a responsabilidade de setores governamentais, privados e de consumidores no potencial de geração dos resíduos. Esses resíduos ou seus componentes possuem substâncias reconhecidamente tóxicas e perigosas, segundo Anexo C da NBR 10.004/04 da ABNT- “Substâncias que conferem periculosidade aos resíduos”, e não devem ser encaminhados ou depositados livremente em aterros municipais destinados aos resíduos urbanos domiciliares. Esses locais não possuem infraestrutura sanitária adequada para evitar problemas relacionados à contaminação do solo e de águas subterrâneas.

Na análise das organizações que realizam a coleta, a segregação, a remanufatura e destinação final, a pesquisa verificou que o ciclo tem dois focos principais: a reutilização e o envio para reciclagem, reduzindo a necessidade de extração de matérias-primas e redução do consumo de energia. Em contrapartida, pela existência de grande quantidade de resíduos pós-consumo, verificando-se que muitos REEE são descartados de maneira inadequada, juntos a resíduos domiciliares ou mesmo calçadas, gerando um passivo ambiental e perigo à saúde das pessoas, com a segregação, sem os cuidados necessários para evitar contaminação pelos componentes perigosos que tais resíduos apresentam.

A inclusão social é um aspecto a ser evidenciado pela PNRS, quando Cooperativas e Associações foram reconhecidas como atores fundamentais para a cadeia reversa. A capacitação de trabalhadores, além de gerar emprego e renda para uma parcela da sociedade em situação de vulnerabilidade, gera consciência ambiental, pois um menor número de REEE são dispostos em locais inadequados. Em relação à inclusão social, os resultados indicam o CESMAR como ator fundamental para a inclusão digital, tendo em vista o trabalho sócio educativo realizado por aquela instituição. Estabelecida em um dos bairros mais pobres de Porto Alegre, Mário Quintana, o CESMAR oferece oportunidade de estudo, de ingresso no Programa Jovem Aprendiz e de obtenção de qualificação, com inserção profissional, no curso de remanufaturamento de computadores.

Além disso, outros REEE são recolhidos e enviados para empresa recicladora parceira, reduzindo a quantidade de resíduos dispostos inadequadamente. A geração de emprego nas empresas que realizam a coleta, a segregação e a remanufatura de REEE, além do próprio estímulo aos elos desta cadeia, geram produtos de segunda mão, auxiliando na redução destes resíduos, no consumo de energia e na poluição ambiental. Apesar de todas as etapas verificadas da cadeia, os REEE são resíduos que merecem atenção e cuidados diferenciados.

O número de empresas sucateiras ainda é pequeno, em relação à elevada quantidade de REEE, tendo neste ramo de negócio enorme potencial gerador de emprego e renda. Mesmo com várias pesquisas no campo de reciclagem de materiais de REEE, o Brasil caminha em passos lentos para a regulamentação da PNRS para estes componentes, uma vez que as PCIs, que são os componentes de maior valorização, enviados à países desenvolvidos, principalmente Bélgica, cujas plantas industriais estão estruturadas para realizar a cadeia reversa de maneira completa.

Outro ponto a salientar é a falta de informação aos usuários públicos ou privados sobre o que fazer com seu equipamento pós-consumo. Essa falta de informação gera muitas dúvidas aos consumidores. Em conversas informais sobre o assunto, verificamos que colegas na UFRGS, professores e servidores guardam os REEE em suas residências por não saber onde descartar corretamente. A falta de educação ambiental efetiva, informando para a sociedade da necessidade de diminuir o consumo, e os danos que esses REEE causam ao ambiente e à saúde das pessoas, quando do descarte inadequado, é uma constatação.

Impactos ambientais, sociais e econômicos ocorrem ao longo do pós-consumo de REEE, quando do descarte inadequado, uso ineficiente das etapas da cadeia reversa, como exemplo, pessoas sem capacitação profissional para realizar a segregação, e a remanufatura dos REEE, ocasionando risco à saúde humana e ao meio ambiente, Em contrapartida, a inclusão Social, com Associações e Cooperativas trabalhando em parceria com prefeituras na capacitação de trabalhadores para atividades na cadeia reversa, gerando emprego e renda para muitas famílias em situação de vulnerabilidade, é um ponto importante nesse atual cenário brasileiro, contribuindo para o crescimento do país.

Em relação às oportunidades acerca do mercado em potencial dos REEE no país, apontam a existência de espaço para desenvolvimento de empresas e indústrias especializadas neste segmento. Em consequência, ao surgimento de novas empresas, constata-se a oportunidade de novos empregos, com geração de renda a partir da valoração dos materiais que são reutilizados ou reciclados. A qualificação profissional e a inclusão social são grandes benefícios que a PNRS trouxe consigo, pois ao indicar as Cooperativas e as Associações como atores da cadeia reversa, ela beneficia uma camada da sociedade com alta taxa de vulnerabilidade.

Os incentivos fiscais para cadeia de reciclagem e setores produtivos da logística reversa podem ganhar impulso de aprovação de PL que estão no Senado. Os instrumentos econômicos previstos na lei foram tímidos e o benefício para o setor é limitado à concessão de crédito presumido do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) pela PNRS, segundo consultora legislativa do Senado Carmem Scavazzini. O incentivo dado a indústrias é limitado às compras de resíduos sólidos utilizados como matérias-primas, em Cooperativas de catadores de materiais recicláveis que não tenham participação de pessoas jurídicas, porém o benefício esgotou-se em 31 de dezembro de 2014.

O PLS 187/2012 do senador Paulo Bauer, prevê que 50% dos valores doados a projetos e atividades de reciclagem sejam deduzidos do Imposto de Renda, com limite de 4% para empresas e 6% para o cidadão comum. Na análise de Paulo Bauer “as doações no Brasil tem sido tímidas, mas demonstram potencial para o custeio com recursos privados de atividades de reciclagem, fundamentais para redução das pressões sobre os recursos ambientais”. A proposta aguarda parecer do Senador Romero Jucá na Comissão do Meio Ambiente e posteriormente terá decisão final da Comissão de assuntos Econômicos.

Segundo ABRELPE, 2012, a PNRS só terá êxito se a iniciativa privada e as prefeituras se unirem nesse esforço. É preciso estabelecer incentivos tanto para indústrias que se dedicam em reciclar os materiais recicláveis quanto para os que deles se utilizam. A educação ambiental, a capacitação dos gestores municipais e a responsabilidade compartilhada na gestão dos resíduos sólidos, completam as medidas.

REFERÊNCIAS

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Disponível em: <http://www.abinee.org.br>. Acesso em Janeiro de 2014.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Normatização em:< http://www.abnt.org.br/m3.asp?cod_pagina=931. Acesso em 11 de março de 2015.

NBR ISO 14001, Sistema de gestão ambiental- Requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2004.

NBR ISSO 16156, Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos- requisitos para atividade de manufatura reversa. Rio de Janeiro, 2013.

ADEME – Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, DEEE, disponível em: <<http://www.ademe.fr>>.

ALEXY, R. Teoria dos direitos fundamentais. São Paulo: Ed. Malheiros, 2008.

ANSANELLI, S. L. M. Os impactos das exigências ambientais europeias para equipamentos eletroeletrônicos sobre o Brasil. Campinas: Unicamp, 2008. Tese de doutorado.

ASHLEY, P. Gestão Ecocêntrica e Consumo Responsável: Desafio para responsabilidade social corporativa, in Ashley, P (ORG.) Ética e Responsabilidade Social nos Negócios. São Paulo: Ed. Saraiva, 2002.

BALLOU, R. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial- 5º ed.

BEIRIZ, F.A.S. Gestão Ecológica de Resíduos Eletrônicos – Proposta de modelo conceitual de gestão. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2005. Tese de doutorado.

BERTUOL, D. A.; BERNARDES, A. M.; TENÓRIO, J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R. Resíduos Urbanos Tecnológicos- desafios e tendências. Revista Metalúrgica e Metais, v.61,n.554, 2005, p. 167-170.

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

CARVALHO, T. C. M. de B. e XAVIER, L. H. Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos – Uma abordagem prática para a sustentabilidade, 2014.

CUI, J.; FORSSBERR, E. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. Journal of hazardous Materials. V.B99: 2003, pp. 243-263.

- DALCOL, P. R. T. e ZUKIN, M. Flexibilidade de Manufatura na Indústria Eletroeletrônica: percepção gerencial e aplicação. *Gestão e produção*. V.5 n.1, p.18-33, 1998.
- DEMÉTRIO & ROMANI. E-Lixo e seus perigos. *Folha de São Paulo*, 24 de Março de 2010. *Caderno de Informática*, p. F1.
- DIAS, S.L.F.G. Há vida após a morte: um re(pensar) estratégico para ao fim das embalagens. *Gestão e Produção*. V.13 n.3, p. 463-474, set-dez, 2006.
- EPEAT – Eletronic Product Environment Assessment Tool. <www.epeat.net>. Ferramenta de Avaliação Ambiental de EEE. Acesso em: 12 de abril de 2015.
- ESPINDOLA, D. C. R. Reciclagem de baterias de níquel-cádmio. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2003. Tese de doutorado.
- FAVELA, E. C. D. Lixo Eletrônico e Sociedade. Disponível em: www.usr.inf.ufsm.br. Acesso em 12 de abril de 2015.
- FERNANDES, A. J. Implicações Ambientais do Marketing Contemporâneo. Santa Bárbara D'Oeste, p. 157, 2001.
- FRAZZOLI, et al. Diagnostic health risk assessment of electronic waste on the general population in developing countries scenarios. *Environmental Impact Assessment review*, v.30 n.6, november of 2010, pp. 388-399.
- GEYER, R. e BLASS, V.D. The economics of cell phone reuse and recycling. *Int. Adv. Manuf. Technol*, 2009, pp. 1-11.
- GREENPEACE. Guide to Eletronics. 18ª edição. Nov. 2012. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/international/en/Guide-to-Greener-Eletronics/18th-Edition>>. Acesso em 10 de maio de 2015.
- GRIMBERG, M.E. Abrindo sacos de “lixo”: um novo modelo de gestão de resíduos está em curso no país. Instituto Pólis São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.polis.org.br/artigo_interno.asp?codigo=176>. Acesso em 10/12/2014.
- GUARNIERI, P. e SEGER, S. Elementos Econômicos da Gestão de resíduos Eletroeletrônicos. Editora Elsevier, 2014.
- GUEDES, A.C.; OLIVEIRA, R.L.; LIMA, R.S. Lixo eletrônico e LR: Um estudo de caso em associação de catadores de Materiais Reciclados. ENEGEP, 2010.
- HAQUE, A.; MUJTABA, I.; BELL, J. A simple model for complex waste recycling scenarios in developing countries. *Waste Management*, v.20, p. 625-631, 2000.

HISCHIER, R.; WAGNER, P.; GAUGLHOFER, J. Does WEEE recycling systems for waste electrical and electronic equipment. *Environmental Impact Assessment Review*, v.25: 2005, pp. 525-539.

HUO, X.; PENG, L.; XU, X.; ZHENG, L.; QIU, B.; ZANG, B.; HAN, D.; PIÃO, Z. Elevated Blood Lead Levels of Children in Guiyu, an Electronic Waste Recycling Town in China. *Environmental Health Perspectives*. v. 115, n.7, p. 1113-1117, 2007.

JORGE FILHO, A. Mercado de PCs deve crescer 9% em 2012. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/noticias/com48.htm>. Acesso em 05 de dezembro de 2014.

JURAS, F.M. Legislação sobre Resíduos Sólidos: Comparação com a lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos. 2012.

KOTLER, P. Administração e Marketing. São Paulo: Pratices Hall, 10ª ed., 2000.

KOTLER, P. Marketing de A a Z- 80 conceitos que todo profissional precisa saber. Trad. Alonso Celso Cunha Serra- Rio de Janeiro: Campus, 2003.

LEITE, P.R. Empresas brasileiras adotam políticas de logística reversa relacionada com o motivo de retorno com o direcionador estratégico? In: XXXIV Encontro Nacional de Pós-Graduação em Administração da AMPAD, 2010, Rio de Janeiro, RJ. Anais. 1 CD-ROW.

LEMOS, P.F.I. Meio Ambiente e Responsabilidade Civil do Proprietário: Análise do nexos causal. 2ª ed. Editora Revista dos Tribunais, 2012.

LEMOS, P.F.I. Resíduos Sólidos e Responsabilidade Pós-Consumo. 3ª ed. Editora Revista dos Tribunais, 2014.

MATTAR, M.E. Lixo eletrônico um problema que não se deleta. *Ciência y tecnologia*. Rets. Brasil, marzo de 2002. Disponível em:< http://www.lainsignia.org/2002/marzo/cyt_008.htm>. Acesso em 10 de maio de 2015.

MERCADO, A e CORDOVA, K. Desarrollo sustentable- Industria: más controversias menos respuestas, *Ambiente & Sociedad*. v.VIII n. 01 jan-jun, 2005.

MIGUEZ, E.C. Logística reversa como solução do lixo: Benefícios Ambientais e Financeiros. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2012.

MORAES, V.T.; ESPINOSA, D.C.R.; TENÓRIO, J.A.S. LCD (Liquid Crystal Display) Separation aiming recycling. TMS, EMD Congress 2009, In EPD Congress 2009, San Francisco, p. 1127-1130, 2009.

- NEUWIRTH, R. *Shadow Cities: a Billion Squatters, a New Urban World*. Routledge, 2006.
- ONGONDO, F.O.; WILLIAMS, I.D.; CHERRETT, T.J. How are WEEE doing? A Global review of the management of electrical and electronic wastes. *Waste Management*, v.31, n. 4, p. 714-730, 2011.
- PARSONS, D. Printed circuit board recycling in Australia. 5^a Australian Conference on life cycle assessment, 2006.
- PIRES, S.R.I. *Gestão da Cadeia de Suprimento (Supply Chain Management): Conceitos, estratégias, práticas e casos*. São Paulo. Atlas, 2004.
- PUKETT et. al. *Exporting Harm: the High-Tech Trashing of Asia* The Basel Action Network. Seattle: Silicon Valley Toxics Coalition, 2002.
- ROBISON, B.H. E-waste: an assessment of global production and environmental impacts. *Science of the environment*, v.408:2009, pp. 183-191.
- RODRIGUES, F.L. e GRAVINATTO, V.M. “Lixo de onde vem? Para onde vai?” Editora Moderna, 2003.
- ROHS- Restriction of Certain Hazardous Substances. Diretiva: 2002/95/EC.
- SANTOS, C.A.F. dos; SILVA, T.N. da. Resíduo Informático em Porto Alegre: Afinal de quem é a Responsabilidade? In: XVII Simpósio de Engenharia de Produção, 2010, Bauru, SP. Anais. SIMPEP. 2010.
- SASSEN, S. The Informal Economy: Between New Developments and Old Regulations. *Yale Law Journal*, 103(8), 1994.
- SLACK, N. *Administração da Produção*. Trad. Maria Tereza Correa de Oliveira, 2^aed. São Paulo: Atlas, 2002.
- STEP- Solving The E-Waste Problem, 2011.
- TENÓRIO J.A.S.; ESPINDOLA, D.O.R. Capítulo 5 Controle Ambiental de Resíduos. A, Romero, M.A.; Bruna, G.C.; Philippi jr *Curso de Gestão Ambiental*. Manole, p. 155-211, 2004.
- TIEZZI, E. *Tempos históricos, tempos biológicos: a Terra ou a morte: Os problemas da nova ecologia*; Trad. Frank Roy C. Ferreira, Luiz Eduardo de Lima Brandão, SP: Nobel, 1998.
- TONG, X. e WANG, J. Transnational Flows of E-Waste and Spatial Patterns of Recycling in China *Eurasian Geography and Economics*. V.45, n.8, p. 608-621, 2004.

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

UNIÃO EUROPEIA- Directive 2002/96/EC of the European Parliament and the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE) *Official Journal of the European Union*, Luxemburg, v.46, p. 24-39, 2003.

UNESCO- Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2008.

UNEP- United Nations Environment Program. *Recycling- From e-waste to Resources*, Julho de 2009.

VALLE, C.E. *Qualidade Ambiental ISO 14000*. 4ª Ed. São Paulo: SENAC, 2002.

VERGARA, S.C. *Métodos de Pesquisa em Administração*, São Paulo. Ed. Atlas, 2005.

WIDMER, R.;OSWALD-KRAPF, H.; SINHA-KHETRIWAL, D.; SCHNELLMAN, M.;

BONI, H. *Global Perspectives on e-waste*. *Environmental Impact Assessment Review*

WILLIAMS, E.; KAHHAT, R.; ALLENBY, B.; KAVAZANJIAN, E.; KIM, J.; XU, M. *Environmental, social and economic Implication of Global Reuse and recycling of Personal Computer*. *Environment Science & Technology*. v.42, 2008.

WWI- World Watch Institute- *Estado do Mundo- Relatórios sobre o Avanço em Direção a uma Sociedade Sustentável*. 1999 a 2010.

YOSHIDA, F. *High- Tech Pollution*. 1994