

FERNANDA LEOPOLDINA DUTRA BRANDANI TIISEL

**A APLICABILIDADE E EFICÁCIA DA RESPONSABILIDADE
COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DO PRODUTO - LEI N.
12.305/10 - ACERCA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS
ELETROELETRÔNICOS**

Projeto de Artigo Científico apresentado à COGEAE-
PUCSP, como pré-requisito à conclusão do curso de Pós-
graduação *Latu Sensu* em Direitos Difusos e Coletivos,
sob orientação da Prof.^a Dr.^a Clarissa Ferreira Macedo
D'Isep.

São Paulo

2015

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC – COGEAE

CURSO DE DIREITOS DIFUSOS E COLETIVOS
COORDENADORIA GERAL DE ESPECIALIZAÇÃO,
APERFEIÇOAMENTO E EXTENSÃO.
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**A APLICABILIDADE E EFICÁCIA DA RESPONSABILIDADE
COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DO PRODUTO - LEI N.
12.305/10 - ACERCA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS
ELETROELETRÔNICOS**

ORIENTANDO (A): FERNANDA LEOPOLDINA DUTRA BRANDANI TIISEL

ORIENTADOR (A): PROF^a. DR^a. CLARISSA FERREIRA MACEDO D'ISEP

São Paulo

2015

TIISEL, Fernanda Leopoldina Dutra Brandani.

A Aplicabilidade e Eficácia da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida do Produto – Lei n. 12.305/10 – Acerca da Gestão dos Resíduos Eletroeletrônicos /Fernanda Leopoldina Dutra Brandani Tiisel –São Paulo,2015.

61f.

Artigo científico como requisito para conclusão de Curso – Pontificia Universidade Católica de São Paulo, COGEAE, 2015.

Orientadora: Profa. Dra. Clarissa Ferreira Macedo D’Isep

Título em inglês: A Aplicability and Shared responsibility of Effective by the Product Life Cycle – Law N. 12.305/10 – About Waste Management Electronics.

1. Ciclo de Vida do Produto. 2. Lei n. 12.305/10. 3. Gestão de Resíduos. 4. Responsabilidade Compartilhada. I. D’Isep, Clarissa Ferreira Macedo. II. Título.

À Professora Doutora Clarissa Ferreira
Macedo D'Isep, que ouviu minhas inquietudes
e angustias. Com paciência e afeto, guiou-me
nos caminhos das ideias e do conhecimento.

À minha família por acreditar em mim. Em especial à minha filha Julia, minha fonte de inspiração.

Aos meus colegas de sala, por trilharmos e compartilharmos o caminho do conhecimento.

Aos Professores do curso de Direito Difusos e Coletivos que nos acompanharam ao longo da nossa jornada de conhecimento e esclarecimentos. Aos funcionários da PUC-SP, sempre solícitos aos nossos pedidos de informações.

A todos os meus amigos e amigas que sempre emanaram boas vibrações ao longo dos meus projetos.

LISTAS DAS PRINCIPAIS SIGLAS E ABREVIATURAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

Cd - cádmio

CF - Constituição Federal

CONOMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

Cr(VI) - cromo hexavalente

EPEAT - Electronic Product Environmental Assessment Tool

Hg - mercúrio

idec - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MMA - Ministério do Meio Ambiente

ONU - Organização das Nações Unidas

ONUDI - Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial

PB - chumbo

PBB - bifenilas polibromadas

PBDE - éteres difenil-polibromados

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

REEE - Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

RoHS - *Restriction of Certain Hazardous Substances*

UNEP - United Nations Environment Programme

WEEE - *Waster Electrical and Electronic Equipment*)

RESUMO

Historicamente, a geração de resíduos, em variáveis escalas, de diferentes origens e espécies, incluindo os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), com diversos impactos socioambientais pode ser compreendida como inerente à vida humana e ao desenvolvimento de suas relações sociais. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), já com grande atraso instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010, estabeleceu um esquema de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, de que decorrem inúmeros deveres legais para a cadeia produtiva, como, por exemplo, a obrigação de estruturar e implementar sistemas de logística reversa para os produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Comparativamente à regulação europeia dos REEE e mesmo à situação regulatória brasileira de outros tipos de resíduos sujeitos à logística reversa, ainda se mostra bastante tímida no Brasil a regulamentação dos REEE, inexistindo nos dias atuais um marco regulatório federal que forneça uma simples definição do que sejam propriamente os REEE, não obstante algumas experiências legislativas estaduais e municipais, e mesmo com o advento da PNRS que finalmente incluiu os produtos eletroeletrônicos e seus componentes no rol das espécies de resíduos abrangidas pelas regras de logística reversa obrigatória.

Palavras chaves: resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE); Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto; sistemas de logística reversa.

ABSTRACT

Historically, waste generation, on scales variables from different sources and species, including waste electrical and electronic equipment (WEEE), with several social and environmental impacts can be understood as inherent in human life and development of their social relations. In Brazil, the National Policy on Solid Waste (PNRS), already far behind schedule established by Federal Law No. 12.305 / 2010 and regulated by Decree No. 7,404 / 2010 established a shared responsibility scheme by the product life cycle, from taking place numerous legal duties for the supply chain, for example, the obligation to design and implement reverse logistics systems for consumer electronics products and their components. Compared to European regulation of WEEE and even the Brazilian regulatory situation from other types of waste which require reverse logistics, still shows quite shy in Brazil the regulation of WEEE, not existing nowadays a federal regulatory framework that provides a simple definition of what constitutes WEEE properly, despite some state and local legislative experience, and even with the advent of PNRS finally included electrical and electronic products and components in the list of waste species covered by mandatory reverse logistics rules.

Key words: waste electrical and electronic equipment (WEEE); National Solid Waste Policy (PNRS); shared responsibility for the product life cycle; reverse logistics systems.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
I - DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ACERCA DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS	13
1.1 - Consumo Sustentável	13
1.1.1 - Consumo Sustentável em face da Redução da Geração de Resíduos	14
1.2 - Educação Ambiental	16
1.2.1- A Educação Ambiental na Gestão de Resíduos Sólidos e Rejeitos	17
2 - GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS	20
2.1 - Os Impactos dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos na Saúde	22
2.2 Os impactos decorrentes da destinação inadequadas desses produtos	24
3 - TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO PARA RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS	26
3.1 Métodos de tratamento de resíduos eletroeletrônicos.....	28
4 - ELEMENTOS ECONÔMICOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS	32
4.1 - O valor do resíduo eletroeletrônico na cadeia reversa	33
4.2 - Valoração dos materiais e do processo dos REEEs	34
4.3 - Abordagem legal e econômica	36
4.4 - Barreiras e oportunidades.....	37
5 - A APLICABILIDADE E EFICÁCIA DA RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DO PRODUTO - LEI N. 12.305/10 - ACERCA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS.....	39
6 - DA RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA - RESPONSABILIDADE DOS EMPREENDEDORES, CONSUMIDORES, DO TITULAR DOS SERVIÇOS PÚBLICO, DOS ESTADOS E DOS MUNICÍPIOS	41
6.1 - Responsabilidade dos empreendedores.....	41
6.2 - Responsabilidade dos consumidores.....	42
6.3 - Responsabilidade do titular dos serviços públicos.....	43
6.4 - Responsabilidade dos Estados.....	43
6.5 - Responsabilidade dos Municípios.....	44
7 - O PRINCÍPIO DO POLUIDOR-PAGADOR E O DA PREVENÇÃO EM FACE DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS	45
7.1 - O Princípio da Prevenção em face dos resíduos eletroeletrônicos.....	47
8 - O SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA	49
8.1 - O Sistema de Logística Reversa de REEE	50
8.2 - A importância da economia na Logística Reversa.....	52
8.3 - Produtos pós-consumo e resíduos na logística reversa de REEEs.....	53
8.4 - Capital de giro dedicado às atividades de Logística Reversa.....	54

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

INTRODUÇÃO

Como consumidores, todos somos geradores de resíduos de algum modo – indivíduos, empresas, organizações, governos – e cada um de nós precisa atuar responsavelmente, cuidando de diminuir conscientemente a sua parte na geração de resíduos. Com os resíduos eletroeletrônicos o contexto não é diferente.

Para que a problemática fique melhor delineada, é possível que a seguinte pergunta seja proposta: o que vem a ser resíduos eletroeletrônicos?

Segundo o Instituto Brasil PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), podemos conceituar resíduos eletroeletrônicos da seguinte forma:

“Tudo o que é proveniente de equipamentos eletroeletrônicos, incluindo celulares, computadores, impressora, que são resultantes da obsolescência dos equipamentos eletrônicos, e causam graves problemas ao meio ambiente, pois consomem uma enorme quantidade de recursos naturais com a produção e os seus resíduos”¹.

Milhões de celulares, câmeras digitais, computadores, tablets e outros *gadgets* eletrônicos acabam a cada ano no lixo comum. Isso representa um enorme perigo para a saúde e para o meio ambiente, pois determinados produtos possuem em sua composição metais pesados como chumbo, cádmio e mercúrio, segundo adverte as Nações Unidas².

No ano passado, a produção de resíduos eletroeletrônicos no mundo todo alcançou quase 49 milhões de toneladas métricas, sete quilos por cada habitante do planeta. Em 2017, o número aumentará 33%, de acordo com um estudo publicado pela Universidade das Nações Unidas (UNU). O estudo é da iniciativa Step, uma aliança entre a Organização das Nações Unidas (ONU), empresas, governos e organizações não-governamentais (ONGs). É o primeiro mapa global de resíduos eletroeletrônicos e mostra a quantidade de resíduos eletrônicos que cada país gera. Segundo o estudo citado, para 2017 o volume anual de resíduos eletroeletrônicos será de 65,4 milhões de toneladas, o equivalente a 200 edifícios como o Empire State de Nova York.

Na América Latina, Brasil e México foram os países que geraram mais resíduos eletroeletrônicos. Em 2012, o Brasil pôs no mercado 2 milhões de toneladas de equipamentos eletrônicos elétricos (EEE) e gerou 1,4 milhão de toneladas de resíduos eletroeletrônicos, o que

¹ http://www.brasilpnuma.org.br/informativo/antena_112.html

² <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/onu-lanca-primeiro-mapa-global-lixo-eletronico-e-lixo-world-map-763469.shtml>

representa 7 quilos por habitante. Já o México vendeu 1,5 milhão de toneladas de eletrônicos e gerou 1 milhão de toneladas de lixo, o equivalente a 9 quilos por habitante.

À luz do Princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos³, disciplinada da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10), em constante questionamento à gestão dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil.

Apresenta-se, em consonância com o aludido princípio e para efetivação da resolução da problemática, a implementação de sistemas de logística reversa⁴ e incentivos fiscais, financeiros e creditícios⁵ como instrumentos de desenvolvimento social e econômico.

No quadro de complexidade oferecido pela problemática dos resíduos eletroeletrônicos – tablets, notebooks, aparelhos de celulares, desktops, impressoras, entre outros – apresenta-se uma investigação da aplicação do princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. Nesta pesquisa, diferentes abordagens jurídicas, em especial aquelas relacionadas aos instrumentos disponíveis para tal compartilhamento, serão tratadas.

A questão ambiental sempre nos move para o futuro, seja ele próximo ou remoto. A construção de um planeta sustentável, de uma nova consciência de consumo, requer que a sociedade repense valores e mude comportamentos, unindo desenvolvimento e consciência ética, política, ambiental, social e econômica sobre as formas de vida com as quais compartilhamos este planeta, respeitando seus ciclos vitais e impondo limites à exploração dos bens ambientais.

Destaca-se, diante da presente pesquisa, como objetivos importantes em face da problemática dos resíduos eletroeletrônicos, tais como: (i) Avaliar a compatibilização dos interesses dos agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, no desenvolvimento de estratégias sustentáveis; (ii) Promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas; (iii) Apresentar formas para reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais; (iv) Incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade; (v) Estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis; (vi) Propiciar que as atividades

³ Artigos 30, 31, 32, 34, 35 e 36 e seus incisos da Lei 12.305/10.

⁴ Artigo 33 e incisos da Lei 12.305/10.

⁵ Artigos 42, 43, 44, 45 e 46 seus incisos da Lei 12.305/10.

produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade; (vii) Incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental⁶

Diante do contexto exposto, a realização dessa pesquisa será de extrema relevância e importância para a sociedade, a economia e o meio ambiente, pois estimulará o questionamento e trará uma perspectiva de solução para a problemática dos resíduos eletroeletrônicos na cidade de São Paulo, abordando a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos em um conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, comerciantes e consumidores. Além disso, serão analisados os sistemas de logística reversa com acordos setoriais que consistem em atos de natureza contratual de abrangência nacional, estadual e municipal, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes⁷. Também, analisar os incentivos fiscais, financeiros e creditícios oportunos para a identificação e implementação de um modelo sustentável para a gestão dos resíduos eletroeletrônicos.

A realização dos estudos dessa pesquisa terá como premissa a Constituição da República Federativa do Brasil, destacando os artigos 170, 182, 220 e 225 e seus incisos, além da Lei que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10) e a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81) em seus artigos 6º, § 3º, e 10º, com o Princípio da Informação Ambiental.

Os documentos da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ECO-92, AGENDA 21 e da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUDI) entrarão, para compor esta pesquisa, de forma interdisciplinar.

A visão sistêmica da problemática em questão será dada a partir das propostas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Ministério das Cidades, do Ministério de Ciência e Tecnologia e do Ministério do Meio Ambiente.

A pesquisa contará com a utilização de estatísticas, como análise de resultado. Em consonância com o processo de investigação proposto, serão utilizadas bibliotecas, artigos internacionais, endereços eletrônicos e periódicos.

⁶ Artigo 30, parágrafo único da Lei 12.305/10.

⁷ Artigo 15, inciso I do Dec. 7.404/10.

1 - DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ACERCA DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

A Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento definiu o desenvolvimento sustentável como aquele que "atende as necessidades do presente sem comprometer as necessidades de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades⁸".

De acordo com Patrícia Faga Iglecias Lemos (pág. 51), esse princípio tem reflexos na atividade econômica e nas relações sociais. O crescimento da produção diante da demanda e a possível causação de sobrecarga aos recursos naturais são temas de grande relevo quando se analisa a tutela ambiental e a responsabilidade pós-consumo⁹.

Adotar o princípio do desenvolvimento sustentável, significa utilizar um conjunto de instrumentos preventivos que possam afetar as práticas econômicas, científicas, educacionais, buscando a realização do bem-estar da sociedade. Deve haver a compatibilização da atividade econômica com a proteção ao meio ambiente.

O desenvolvimento sustentável deve ser visto como uma máxima política, um modelo ou ideal que importe em diminuição do consumo, promoção de investimento e ampliação da capacidade dos indivíduos, concretizada por meio da adoção de planos e estratégias, ou seja, um guia para a elaboração de políticas públicas.

1.1 - Consumo Sustentável

(...) Chegamos ao ponto em que o consumo invade toda a vida, em que todas as atividades se encadeiam do mesmo modo combinatório, em que o canal das satisfações se encontra previamente traçado, hora a hora, em que o envolvimento é total, inteiramente climatizado, organizado, culturalizado¹⁰.
(...) Jean Baudrillard

A Agenda 21 Global, assinada na Rio 92, traz em seu Capítulo 4º a relevância em se atentar para o consumo como causador de diferentes impactos ambientais e sociais.

O Consumo Sustentável envolve a escolha de produtos que utilizaram menos recursos naturais em sua produção, que garantiram o emprego decente aos que os produziram, e que

⁸<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/documentos/relatorio-final-da-subcomissao-rio-20>.

⁹ Resíduos Sólidos e Responsabilidade Civil Pós-Consumo, Patrícia Faga Iglecias Lemos, pág., 51. São Paulo, 3ª edição. Editora Revista dos Tribunais.

¹⁰ Jean Baudrillard - A Sociedade de Consumo, página 18. Edições 70, Portugal 2010.

serão facilmente reaproveitados ou reciclados. Significa comprar aquilo que é realmente necessário, estendendo a vida útil dos produtos tanto quanto possível. Consumimos de maneira sustentável quando nossas escolhas de compra são conscientes, responsáveis, com a compreensão de que terão consequências ambientais e sociais – positivas ou negativas.

Mudança de comportamento é algo que leva tempo e amadurecimento do ser humano, mas é acelerada quando toda a sociedade adota novos valores. O termo “sociedade de consumo” foi cunhado para denominar a sociedade global baseada no valor do “ter”. No entanto, o que observamos agora são os valores de sustentabilidade e justiça social fazendo parte da consciência coletiva, no mundo e também no Brasil. Este novo olhar sobre o que deve ser buscado por cada um promove a mudança de comportamento, o abandono de práticas nocivas de alto consumo e desperdício e adoção de práticas conscientes de consumo.

Consumo consciente, consumo verde, consumo responsável são nuances do Consumo Sustentável, cada um focando uma dimensão do consumo. O consumo consciente é o conceito mais amplo e simples de aplicar no dia a dia: basta estar atento à forma como consumimos – diminuindo o desperdício de água e energia, por exemplo – e às nossas escolhas de compra – privilegiando produtos e empresas responsáveis. A partir do consumo consciente, a sociedade envia um recado ao setor produtivo de que quer que lhe sejam ofertados produtos e serviços que tragam impactos positivos ou reduzam significativamente os impactos negativos no acumulado do consumo de todos os cidadãos.

Nossa população cresceu – somos 192 milhões em 2011 – e nosso poder aquisitivo aumenta gradativamente – em 2020, 117 milhões de brasileiros farão parte da nova classe média. Este momento singular na História do Brasil tem reflexo no aumento do consumo: carros, imóveis, celulares, tvs, etc. Não há razão para impedir que esta demanda reprimida de consumo seja refreada, pois o consumo fortalece nossa economia. No entanto, é a oportunidade histórica de abandonar os padrões de consumo exagerado copiados de países de primeira industrialização e estabelecer padrões brasileiros de consumo em harmonia com o meio ambiente, a saúde humana e com a sociedade.

1.1.1 - Consumo sustentável em face da redução da geração de resíduos

Ao mesmo tempo que a sociedade precisa desenvolver formas eficazes de lidar com o problema da eliminação de um volume cada vez maior de resíduos, o governo juntamente com a indústria, as famílias e o público em geral, devem envidar um esforço conjunto para reduzir a geração de resíduos de todas as formas.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n. 12.305/2010) em seu artigo 7º, inciso XI, alínea a)¹¹, nos mostra que nas aquisições e nas contratações governamentais terão prioridade os bens, serviços e obras que sejam ambientalmente sustentáveis. O consumo sustentável é considerado como um dos objetivos da mesma lei aludida em seu artigo 7, inciso XV que revela-se ao "estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável".

Os padrões de produção e consumo sustentáveis estão conceituados como produção e o consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental das necessidades das gerações futuras.

De acordo com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento na Agenda 21¹² a redução de geração dos resíduos far-se-á por meio do estímulo à reciclagem no nível dos processos industriais e do produto consumido, a redução do desperdício na embalagem dos produtos, à introdução de novos produtos ambientalmente saudáveis de compra de um público consumidor mais consciente do ponto de vista ecológico.

Os governos e as organizações internacionais, juntamente com o setor privado, devem desenvolver critérios e metodologia de avaliação de impactos sobre o meio ambiente e das exigências de recursos durante a totalidade dos processos e ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos. Os resultados de tal avaliação devem ser transformados em indicadores claros para informação dos consumidores.

Com a oferta de informações sobre as consequências das opções de comportamento de consumo de modo a estimular a demanda e o uso de produtos ambientalmente saudáveis com a conscientização dos consumidores acerca do impacto dos produtos sobre a saúde e o meio ambiente por meio de legislação que proteja o consumidor e de uma rotulagem com indicações ecológicas. Os próprios governos também desempenham um papel no consumo, especialmente nos países onde o setor público ocupa uma posição preponderante na economia, podendo exercer considerável influência tanto sobre as decisões empresariais como sobre as opiniões do público.

Nos é de extrema relevância tratar-se em suma da política dos três erres (RRR), ou seja: a redução do consumo, pura e simplesmente, a reutilização de produtos, evitando-se não apenas o desperdício, como também a poupança de recursos naturais e sua renovação, e a reciclagem, o reaproveitamento dos próprios materiais, visando ao consumo sustentável.

¹¹ Art. 7º São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: (...) XI - prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para: a) produtos reciclados e recicláveis; (...)

¹² <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf> - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - Mudanças dos padrões de consumo, página 37.

1.2 - Educação ambiental

A Constituição Federal de 1988, em seu art. 225, parágrafo 1, inciso VI, estabelece a obrigatoriedade do Poder Público de "promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente". Por sua vez, a Política Nacional do Meio Ambiente¹³ prescreve a "educação ambiental tal a todos os níveis do ensino, inclusive a educação a comunidade, objetivando capacitá-la para a participação ativa na defesa do meio ambiente". Ademais, a legislação ambiental, em seu conjunto (inclusive as Resoluções do CONAMA), lembra repetidas vezes a necessidade de participação da coletividade na promoção da defesa e melhoria da qualidade ambiental, sendo aí secundada pelas práticas do planejamento e da gestão ambiental que canonizam a necessidade do processo participativo, da conscientização e da mobilização das comunidades.

Anteriormente, grandes eventos sobre Educação Ambiental, sob a égide das Nações Unidas, já vinham propondo princípios e práticas a respeito. É o caso da Conferência de Belgrado (1975); da Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental realizada em Tbilisi, Geórgia (unidade política da antiga União Soviética), em 1977; do Seminário sobre Educação Ambiental, na Costa Rica, 1979; do Congresso Internacional sobre Educação e Formação Ambientais, reunido em Moscou no ano de 1987; e por fim, do Seminário Latino-Americano de Educação Ambiental, que se verificou na Argentina, em 1988¹⁴.

Também a ECO-92 abordou a Educação Ambiental, com ênfase no Capítulo 36 da Agenda 21 Global¹⁵, onde o debate se alastrou e se intensificou.

Os objetivos fundamentais da Educação Ambiental e de sua política são listados e definidos no art. 5 da Lei 9.795/1999 que propõe-se uma "compreensão integrada do meio ambiente" e das suas múltiplas e complexas relações. O enredo da realidade viva não se reduz aos elementos naturais do meio físico, mas estende-se a todas as formas de organização do espaço sobre o planeta Terra que se relacionem com a presença e com a ação do ser humano.

Estimula-se o fortalecimento da "consciência crítica" sobre essa mesma realidade global. A "cidadania ambiental é enfatizada mediante o "incentivo à participação individual e coletiva" nos processos de preservação e recuperação da qualidade ambiental. Para tanto, é

¹³ Lei 6.938/1981. Artigo 2, inciso X.

¹⁴ Educação Ambiental: princípios e práticas. Genebaldo Freire Dias. 6 ed. São Paulo: Gaia, 2000, páginas 101-157.

¹⁵ <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf> - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - PROMOÇÃO DO ENSINO, DA CONSCIENTIZAÇÃO E DO TREINAMENTO, página 429.

indispensável a "democratização das informações ambientais", que não podem constituir privilégio de administradores públicos ou de técnicos e cientistas iniciados na área.

A "cooperação" entre as diversas regiões do País, nos vários âmbitos que a nossa dimensão territorial e nossas divisões político-administrativas comportam, aparecem como um fator importante de "integração nacional". Essa cooperação deve pautar-se por princípios humanistas consagrados por ideais políticos e sociais já reconhecidos amplamente.

Sustenta-se, por fim, a integração da Educação Ambiental com a ciência e a tecnologia, uma vez que estas últimas constituem, por igual, fatores do desenvolvimento da Nação no rumo da sustentabilidade.

1.2.1 - A educação ambiental na gestão de resíduos sólidos e rejeitos

Os resíduos sólidos são partes do resíduos gerados após a produção, utilização ou transformação de bens de consumo como computadores, automóveis, televisores, aparelhos celulares, eletrodomésticos e outros.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n. 12.305/2010) nos traz o conceito de rejeitos e resíduos sólidos no artigo 3, incisos XV e XVI, entende-se:

(...) XV - rejeitos: 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;

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível; (...)

Muitos desses resíduos são compostos de materiais recicláveis e podem retornar à cadeia de produção, gerando renda para catadores e lucro para empresas. Para que isso ocorra com sustentabilidade, faz-se indispensável que as cidades ofereçam um sistema de coleta seletiva e reciclagem de lixo eficiente e contínuo. Os municípios que não exercem esse tipo de processo, descartando todo tipo de resíduo sólido em aterros sanitários sem a mínima estrutura para depósito do lixo, contribuem diretamente com a poluição do meio ambiente, haja vista que os resíduos sólidos levam meses, décadas ou até mesmo séculos para serem decompostos.

Alguns tipos de resíduos sólidos são extremamente perigosos para o meio ambiente e merecem um sistema de coleta e reciclagem rigorosos, a exemplo das pilhas e baterias de celulares que são formados por compostos químicos com alta capacidade de poluição e toxicidades para o solo e água.

A Educação Ambiental é um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos disposto no artigo 8º, inciso VIII. Com efeito, segundo o art. 77, *caput*, do Decreto 7.404/2010 a Educação Ambiental, no contexto da PNRS, "tem como objetivo o aprimoramento do conhecimento dos valores, dos comportamentos e do estilo de vida relacionados com a gestão e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos".

Nessa seara, o legislador pátrio definiu medidas necessárias ao desenvolvimento da educação ambiental em sede de gestão e gerenciamento de resíduos, quais sejam: (i) incentivar atividades de caráter educativo e pedagógico, em colaboração com entidades do setor empresarial e da sociedade civil organizada; (ii) promover a articulação da educação ambiental na gestão dos resíduos sólidos com a Política Nacional de Educação Ambiental; (iii) realizar ações educativas voltadas aos fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores, com enfoque diferenciado para os agentes envolvidos direta e indiretamente com os sistemas de coleta seletiva e logística reversa; (iv) desenvolver ações educativas voltadas à conscientização dos consumidores com relação ao consumo sustentável e às suas responsabilidades no âmbito da responsabilidade compartilhada de que trata a Lei 12.305/2010; (v) apoiar as pesquisas realizadas por órgãos oficiais, pelas universidades, por organizações não governamentais e por setores empresariais, bem como a elaboração de estudos, a coleta de dados e de informações sobre o comportamento do consumidor brasileiro; (vi) elaborar e implementar planos de produção e consumo sustentável; (vii) promover a capacitação dos gestores públicos para que atuem como multiplicadores nos diversos aspectos da gestão integrada dos resíduos sólidos; (viii) divulgar os conceitos relacionados com a coleta seletiva, com a logística reversa, com o consumo consciente e com a minimização da geração de resíduos sólidos¹⁶.

Importante salientar em que o fato de haver previsão legal de mecanismos de educação ambiental não exime a responsabilidade prevista em lei dos fornecedores quanto ao dever de prestar informações adequadas aos consumidores no que toca ao cumprimento dos sistemas de logística reversa e coleta seletiva instituídos¹⁷.

¹⁶ Decreto 7.404/2010, artigo 77, § 2º.

¹⁷ Decreto 7.404/2010, artigo 77, § 3º.

Com todas as complexidades e problemas existentes na cidade de São Paulo, as questões ligadas ao manejo e destino do pós-consumo dos resíduos sólidos - em específico resíduos eletroeletrônicos - gerados estão entre as que merecem considerável atenção.

Mais do que atentarmos às consequências negativas geradas pelos descartes inadequados dos resíduos, é imprescindível buscarmos opções para, senão resolvemos, ao menos minimizarmos os seus impactos maléficos na saúde dos consumidores e o impacto ao meio ambiente.

2 - GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Os equipamentos eletroeletrônicos são partes da rotina de trabalho e de lazer da maioria da população mundial, trazendo agilidade no dia a dia. Contudo, essas máquinas - especificamente como objeto de estudo dessa pesquisa restringe-se aos equipamentos eletroeletrônicos tais como: *mainframes*, impressoras, minicomputadores, computadores pessoais, *laptop*, calculadoras, aparelho de fax, *netbooks*, celular, telefone, tablet, disquete - passaram a fazer parte da preocupação ambiental pelo crescente volume descartado diariamente no mundo todo e requerem ações de prevenção condizentes com o avanço tecnológico que proporcionam. É preciso ir além de construir canais que possibilitem a transformação dos resíduos eletroeletrônicos em matéria-prima para novos produtos. As iniciativas que até agora têm sido tomadas não parecem ter tido o efeito esperado sobre a quantidade total de resíduos gerados. A avaliação das ações de prevenção é um dos maiores problemas para as empresas e autoridades. A dificuldade se verifica ao tentar relacionar a evolução da geração de resíduos e as ações práticas de prevenção.

O potencial de impacto de cada categoria de resíduo tende a ser um dos principais fatores a serem observados para a definição das ações preventivas e corretivas a serem adotadas. Em relação à gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), os danos resultantes da exposição de metais pesados e outros compostos tóxicos consistem nos principais indicadores a serem considerados no manejo dessa categoria de resíduo.

Com base nesse entendimento, a primeira referência mundial sobre a destinação desse tipo de resíduos foi a proposição da Convenção da Basileia¹⁸, que estabelece limites para a movimentação transfronteiriça de produtos perigosos, bem como apresenta restrições a respeito da destinação de diferentes categorias de resíduos. Os REEE são contemplados a partir do Anexo VIII da Convenção da Basileia que especifica resíduos metálicos.

De acordo com o Eletronic Product Environmental Assessment Tool (EPEAT)¹⁹, são considerados Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE), aqueles que dependem de corrente

¹⁸ A Convenção da Basileia foi proposta em 1989 para adesão por parte dos signatários, mas só foi amplamente reconhecida a partir de maio de 1992. Em março de 2011 havia 175 países que se declararam signatários. <http://www.basel.int/Home/tabid/2202/mctl/ViewDetails/EventModID/8051/EventID/330/xmid/8052/Default.aspx>

¹⁹ Eletronic Product Environmental Assessment Tool (EPEAT) é uma organização não governamental - Ferramenta para Avaliação Ambiental de Equipamentos Eletroeletrônicos - com iniciativa americana para a proteção ambiental. Conforme os 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 necessários, o perfil Prata equivale 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. <http://www.epeat.net/>

elétrica ou campo eletromagnético para funcionar, bem como aqueles que geram, transferem ou medem correntes e campos magnéticos. E os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) são aqueles produtos, partes ou componentes de EEE pós-consumo. As substâncias presentes ou resultantes do uso de equipamentos eletroeletrônicos e consideradas de maior impacto à saúde humana e ao meio ambiente são os metais pesados, gases de efeito estufa (como os CFC - CloroFluorCarbonetos), as substâncias halogenadas, bifenilas policloradas, bromatos e o arsênio, além dos retardantes de chama PPBs (Bifenilas Polibromadas) e PBDE (Éteres Difenílicos PoliBromados).

A Comunidade Europeia estabeleceu duas diretivas específicas sobre a gestão de REEE: a WEEE (*Waster Electrical and Electronic Equipment*) e a RoHS (*Restriction of Certain Hazardous Substances*). Tais diretivas consistem em recomendações consensuais entre os países-membros, que servem como orientação para a regulamentação *in loco*, podendo adaptá-las de forma a conferir aderência às metas e arcabouço legal específicos de seu país. A partir dessas diretivas foram estabelecidos prazos para a adaptação das leis, com o propósito de alinhamento entre os países-membros, em prol de mecanismos operacionais e de mercado comum a eles²⁰.

A Diretiva da Comunidade Europeia sobre REEE (2002/96/EC)²¹ foi precedida pela Diretiva RoHS (2002/95/EC)²², 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), que atualiza a Diretiva sobre REEE (Directive 2002/96/EC), a Comunidade Europeia sugere que os equipamentos eletroeletrônicos sejam classificados em 11 categorias. Essa distribuição tende a facilitar a discriminação do potencial de risco de cada classe de produto em função de especificidades, como: vida útil, composição por tipo de materiais, porte do equipamento, entre outros requisitos para a categorização. Em 2012 também foi revisada a Diretiva nº 96 de 2002 e uma nova versão foi publicada (2012/19/EU) e atualizada recentemente como a Diretiva 2014/40/EU, Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia²³. Dentro dessa

²⁰<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Produtos+para+a+Saude/Assunto+de+Interesse/Publicacoes/Seminario+Internacional+sobre+Diretivas+WEEE+e+RoHS>

²¹ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32002L0096>

²² *Ibidem*

²³ http://ec.europa.eu/health/tobacco/docs/dir_201440_pt.pdf - DIRETIVA 2014/40/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO UNIÃO EUROPEIA.

categorização, cita-se os "equipamentos de TI e Comunicação que tratamos nessa pesquisa como resíduos eletroeletrônicos, tais como: *mainframes*, impressoras, minicomputadores, computadores pessoais, laptop, calculadoras, aparelho de fax, *netbooks*, celular, telefone, *tablet* e disquete.

Segundo os critérios adotados pela EPEAT²⁴, quais sejam: (i) redução e/ou eliminação de materiais tóxicos ao meio ambiente; (ii) seleção de materiais; (iii) projeto para o final da vida útil; (iv) extensão da vida útil do produto; (v) conservação de energia; (vi) gestão do fim de vida útil (pós-consumo); (vii) desempenho corporativo; e (viii) embalagens. Ao todo, são 51 critérios para as categorias mencionadas acima, sendo esses identificados como mencionados ou opcionais para fins de avaliação e certificação do produto. A proposta da EPEAT consiste em uma abordagem interessante, que possibilita a identificação do nível de comprometimento do produto com os principais critérios de sustentabilidade ambiental ao longo da cadeia produtiva.

2.1 - Os impactos dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na saúde

Destaca-se novamente a definição de forma genérica do REEE que inclui todos os equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) eliminados por seus usuários originais, desde grandes eletrodomésticos, como geladeiras, fornos de micro-ondas, televisores, computadores, equipamentos de impressão e conexão, cabos, infraestruturas de redes até aparelhos portáteis digitais, telefones celulares, etc.

O desenvolvimento tecnológico faz com que a vida útil desses produtos seja cada vez mais curta. Estima-se que o tempo de vida médio de um computador seja de 2 a 5 anos e o de um celular de 1 a 1,5 ano²⁵. Assim, o resíduo eletroeletrônico é atualmente o que mais cresce no fluxo de resíduos sólidos urbanos e equivale a cerca de 20-50 milhões de toneladas pro ano no mundo, sendo os EUA, Europa Ocidental, China, Japão e Austrália os maiores produtores²⁶. Essa grande quantidade, somada aos componentes tóxicos presentes nesses resíduos, torna os REEE uma ameaça ambiental global.

Apesar da Convenção da Basileia (1992) regular a movimentação de resíduos perigosos entre os países, quantidades significativas de REEE são exportadas de países mais

²⁴ Electronic Product Environmental Assessment Tool (EPEAT) é uma organização não governamental - Ferramenta para Avaliação Ambiental de Equipamentos Eletroeletrônicos. <http://www.epeat.net/>

²⁵ <http://www.idec.org.br/consultas/testes-e-pesquisas/em-cinco-anos-metade-dos-computadores-apresentara-qualquer-defeito> - idec - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor.

²⁶ *Ibidem*

ricos para aqueles ainda em desenvolvimento. Isso ocorre porque a reciclagem de REEE tem potencial econômico atrativo, uma vez que é possível recuperar ouro, prata, cobre, zinco, ferro, estanho e outros metais com valor significativo²⁷. Além disso, o custo do trabalho nos países em desenvolvimento é geralmente menor e as legislações específicas, ambiental e de proteção ao trabalhador, menos rigorosas.

Isso fez com que surgissem nesses países indústrias de reciclagem para dar conta do rápido crescimento no fluxo de REEE. Entretanto, alguns materiais possuem composição complexa, a qual demanda tecnologias de alto custo para a extração adequada dos componentes de valor econômico. Nesses casos, a recuperação de alguns componentes pode significar a perda de outros, ou envolver métodos ambientalmente inadequados e inseguros, o que torna, muitas vezes, essa atividade não rentável. Assim, surgiram também empresas recicladoras que utilizam tecnologias impróprias decorrentes da falta de recurso financeiro e o emprego de tecnologias mais sustentáveis.

O Brasil figura - ao lado de Colômbia, Quênia, México, Marrocos, Peru, Senegal, África do Sul e Uganda - entre os principais países em desenvolvimento que reciclam REEE em pequena escala, utilizando tecnologias primitivas, de acordo com o UNEP²⁸. Essa prática faz com que as substâncias tóxicas presentes nos REEE contaminem o ar, solo e água, conseqüentemente afetem a saúde humana.

Conforme o V Fórum de Gestão Ambiental na Administração Pública em Impactos Sócio-Ambientais do Lixo Eletrônico (Brasília 2010)²⁹ diversas substâncias presentes nos REEE têm importante ação neurotóxica, como o chumbo, cádmio, mercúrio, e poluentes.

Existem elementos tóxicos presentes nos módulos básicos dos equipamentos eletroeletrônicos, quais são: placas de circuito interno que são utilizados em quase todos os EEE, desde geladeiras modernas até computadores. Seus elementos potencialmente perigosos como chumbo (Pb) e antimônio (Sb) em ligas, cádmio (Cd) em contatos e interruptores, mercúrio (Hg) em interruptores e relés, retardantes de chama bromados. Baterias como elementos do EEE portáteis em sua composição de níquel e Cd em baterias Ni-Cd, Pb em baterias de chumbo-ácidas, mercúrio em baterias de Hg³⁰.

²⁷ <http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=26840&ArticleID=35393&l=en> - UNEP - United Nations Environment Programme

²⁸ *Ibidem*

²⁹ http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/2__impactos_socioambientais_do_resduos_eletroeletrnico__jlio_carlos_36.pdf.

³⁰ *Ibidem*

Nos monitores de computadores antigos existem componentes de tubos de raios catódicos na sua composição com seus elementos potencialmente perigosos em Pb, Sb, Cd no vidro³¹.

Cartuchos de tintas, em impressoras, aparelhos de fax e copadoras. Componentes perigosos em poeira de carbono e negro de fumo, material produzido a partir da combustão incompleta de derivados pesados de petróleo³².

Os efeitos das substâncias tóxicas presentes nos REEE na saúde de cada um de nós revelam-se nos efeitos e causas de doenças que faz parte dos nosso dia a dia. Revela-se algumas substâncias, a via de contaminação e seus efeitos, sigamos: (i) cádmio, manuseio do produto e inalação, ingestão de alimento e água contaminada, dermatite como consequência; (ii) chumbo, ingestão de alimento e água contaminada, inalação e manuseio, e na saúde causa disfunção renal, anemia, alterações no sistema nervoso e reprodutivo, alterações no fígado e aumento da pressão sanguínea; (iii) o cristal líquido, via manuseio, a causa é dermatite; (iv) mercúrio, com a ingestão de alimentos, tais como peixes e crustáceos contaminados, por meio da inalação e manuseio, causam lesões renais, alterações neurológicas e alterações no sistema digestivo; (v) níquel, por manipulação com a ingestão de água e alimentos contaminados e também a inalação de poeira contendo este metal, as consequências são alteração de células sanguíneas, alterações renais e comprometimento pulmonar³³.

2.2 - Os impactos decorrentes da destinação inadequadas desses produtos

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são química e fisicamente distintos de outras formas de resíduos urbanos ou industriais, pois contém materiais tanto valiosos quanto perigosos em sua composição. Necessitam de tratamento e métodos de reciclagem especiais para evitar a contaminação ambiental e a ocorrência de efeitos nocivos à saúde humana.

O descarte inapropriado e a reciclagem inadequada de REEE geram emissões perigosas, com impacto na saúde e no meio ambiente. Nesse contexto, três níveis de emissões tóxicas devem ser diferenciadas³⁴ :

³¹ *Ibidem.*

³² *Ibidem.*

³³ *Ibidem.*

³⁴ <http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=26840&ArticleID=35393&l=en> - UNEP - United Nations Environment Programme

a) Emissões primárias, decorrentes de substâncias perigosas presentes no resíduo eletrônico (chumbo, mercúrio, arsênico, bifenilaspolicloradas - PCBs - fluidos de refrigeração etc);

b) Emissões secundárias, decorrentes de reações resultantes do tratamento inadequado do resíduo eletrônico (dioxinas e furanos originários de incineração inadequada de plásticos contendo retardante de chama halogenado), e

c) Emissões terciárias, decorrentes do uso de substância ou reagentes empregados durante o processo de reciclagem (cianeto ou outros agentes lixiviadores, mercúrio para amalgamação etc.

Dessa maneira, o manejo adequado dos REEE é uma importante estratégia de preservação do meio ambiente, bem como de promoção e proteção da saúde. Tradicionalmente, as formas mais habituais de destinação final dos REEE incluem deposição no solo em lixões ou aterros, a incineração e a reciclagem.

3 - TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO PARA RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, também conhecidos pelas siglas REEE e WEEE (em inglês - *waste electrical electronic equipment*) podem ser compostos de componentes, periféricos, partes de equipamentos, peças de reposição ou ainda, de equipamentos eletroeletrônicos inteiros. Estes materiais se tornam resíduo a partir do momento em que não apresentam utilidade em sua forma original: isto ocorre quando apresentam defeitos na fabricação, pararam de funcionar, ou ainda se tornaram obsoletos em relação à tecnologia.

Alguns exemplos de resíduos provenientes de equipamentos eletroeletrônicos são os: refrigeradores, fornos elétricos, televisores, calculadoras, aparelhos de DVD, rádio, MP3, aparelhos de telefonia celular, computadores, pilhas e baterias, placas de circuito impresso, tubos de raio de cristal líquido (LCD - liquid crystal display).

A indústria eletroeletrônica divide esses equipamentos para uso doméstico em grandes grupos, classificados por linha branca, marrom, verde e azul³⁵:

a) A linha branca caracteriza-se basicamente por equipamentos de grande porte, tais como lavadoras, geladeiras, fogões, micro-ondas e ar condicionado;

b) A linha marrom é composta por produtos como televisões, videocassetes, DVDs, e rádios;

c) A linha verde corresponde aos computadores, notebooks, aparelhos celulares, tablets e impressoras;

d) A linha azul pode ser considerada como equipamento portáteis ou de pequeno porte, como os aspiradores de pó, batedeiras, cafeteiras, ferros de passar roupa, liquidificadores, secadores e modeladores.

Contudo, esta 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 e que podem conter substâncias tóxicas.

³⁵ <http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/noticia.php?area=2¬icia=13019> - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

Estima-se que a produção global de resíduos eletroeletrônicos está em torno de 20 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 2019³⁶.

Em 1994, foi estimado que aproximadamente 7 milhões de toneladas de computadores 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 5 anos enquanto que atualmente dura 2 ou 3 anos, além da popularização desse tipo de equipamento e diminuição de preço³⁷.

De acordo com ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica) smartphones já ultrapassam 80% do mercado de celulares em setembro - 12/11/2014. Dados da IDC, organizados pela Abinee, apontam que o mercado de celulares atingiu 56,5 milhões de unidades de janeiro a setembro de 2014, 13% superior ao desempenho registrado no mesmo período de 2013.

O resultado foi puxado pelas vendas de smartphones, que chegaram a 39,8 milhões de unidades e já representam 82,2% do total comercializado. Já os celulares tradicionais atingiram 16,6 milhões de unidades no acumulado do ano, uma queda de 35% em relação ao mesmo período do ano passado.

Vendas de tablets crescem 20% de janeiro a setembro de 2014 - 17/11/2014. As vendas de tablets somaram 6,4 milhões de unidades de janeiro a setembro de 2014. Segundo dados da IDC, organizados pela Abinee, este resultado foi 20% superior ao registrado no mesmo período do ano passado. Por sua vez, a comercialização de desktops ficou 31% abaixo das vendas de janeiro a setembro de 2013 (3 milhões de unidades), enquanto as vendas de notebooks sofreram retração de 23% (4,6 milhões de unidades).

Com isso, o total do mercado de PCs atingiu 14,1 milhões de unidades no acumulado do ano, 10% a menos do que o registrado entre janeiro e setembro de 2013. Ao final de setembro de 2014, os tablets representavam 47% do mercado total³⁸.

³⁶ http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf. Pág 39. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

³⁷ http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf. Pág 41. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)

³⁸ <http://www.abinee.org.br/noticias/rel2014.htm>. ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica).

É importante ressaltar que os resíduos eletroeletrônicos, por possuírem diversos materiais, não podem ser tratados como resíduo comum. A preocupação ambiental em se destacar estes resíduos em aterros sanitários envolve estudos relacionados a oxidação de metais, pois nos aterros ocorre a lixiviação de metais pelos ácidos orgânicos provenientes da degradação anaeróbica da matéria orgânica. Da mesma forma, a sua incineração pode gerar organohalogenados devido à presença de retardantes de chamas e resinas poliméricas³⁹.

Para se viabilizar o processo de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos é importante conhecer os materiais que os compõem a fim de se direcionar tecnologias para conseguir sua recuperação.

A composição dos resíduos eletroeletrônicos são listados com suas respectivas porcentagens, quais são: (i) ferro e aço 47,9 % em peso; (ii) plástico sem retardante de chama 15,3% em peso; (iii) cobre 7,0% em peso; (iv) vidro 5,4% em peso; plástico com retardante de chama 5,3% em peso; (v) alumínio 4,7% em peso; e (vi) placas de circuito impresso 3,1 em peso⁴⁰.

Outra forma de minimizar a variação da composição entre os equipamentos eletrônicos é segregar os materiais dos equipamentos conforme suas características, por exemplo, segregar dos equipamentos pilhas e baterias ou ainda remover os tubos de raio catódicos e telas de cristal líquido; as carcaças metálicas e plásticas, os cabos elétricos e as placas de circuito impresso, desta forma o tipo de tratamento pode ser direcionado, visando a melhor recuperação de materiais⁴¹.

Considerando a diversidade de materiais presentes nos resíduos eletroeletrônicos os processos de tratamento e recuperação devem contemplar uma série de processos que podem ser utilizados isoladamente ou associados. O que irá definir o processo de tratamento é a composição de resíduo.

3.1 - Métodos de tratamento de resíduos eletroeletrônicos

O método de tratamento de resíduos eletroeletrônicos que envolvem a reciclagem e recuperação de materiais podem ser resumidos em três estágios: pré-tratamento/desmontagem, beneficiamento (separação e concentração), desmantelamento,

³⁹ http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/2_impactos_socioambientais_do_resduos_eletroeletrnico_jlio_carlos_36.pdf.

⁴⁰ http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf. Pág. 69. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)

⁴¹ *Ibidem*.

moagem, separação granulométrica, separação magnética, separação eletrostática, processamento pirometalúrgico, processamento hidrometalúrgico, lixiviação, processamento biohidrometalúrgico e refino físico/químico⁴²:

a) Pré-tratamento ou desmontagem: separação seletiva dos componentes tóxicos e outros materiais. Exemplo: segregação de pilhas e baterias;

b) Beneficiamento (separação ou concentração): utilização de processos físicos e/ou processos metalúrgicos para concentrar os materiais. Exemplos: moagem, separação magnética e processos piro e hidrometalúrgicos;

c) Desmantelamento: consiste na separação de componentes tóxicos ou valiosos da sucata dos equipamentos eletroeletrônicos a fim de otimizar as etapas subsequentes de tratamento, ocorrendo geralmente de forma manual para os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Exemplos: baterias, tubos de raio catódico, cartuchos e toner, placas de circuito impresso, telas de cristal líquido e carcaças metálicas e plásticas;

d) Moagem: é um método de cominuição ou redução de tamanho para promover a liberação de materiais presentes em minérios, resíduos e sucatas através da ação mecânica. Um exemplo de equipamento de impacto utilizado em tratamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos são os moinhos de martelos, que são equipamentos de impacto nos quais os materiais a serem cominuídos passam por um mecanismo de compressão e abrasão;

e) Separação Granulométrica: é uma técnica utilizada para separar populações de partículas com tamanhos diferentes, mediante a passagem desta população por uma ou uma série de gabaritos com abertura fixas e pré-determinadas, conhecidas como peneiras;

f) Separação Magnética: é um método de concentração para o beneficiamento de minérios e remoção de materiais de sucatas, no qual a fração magnética é separada. Os materiais podem ser classificados em três categorias: aqueles que são atraídos e os que são repelidos pelo campo magnético, os paramagnéticos que são fracamente atraídos, e os diamagnéticos que são repelidos pelo campo;

g) Separação Eletrostática: é um processo de concentração de minérios e materiais que considera algumas propriedades como a condutividade elétrica: susceptibilidade em adquirir cargas elétricas superficiais, forma geométrica e densidade. O resíduo ou minério é separado

⁴² http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf. Pág 71. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

em material condutor e não condutor, contudo ainda pode ser obtida uma fração mista, na qual parte do resíduo condutor e não condutor ficam juntos devido a algum tipo de deficiência na liberação do material;

h) Processamentos Pirometalúrgicos: se caracterizam pelo uso de alta temperatura para o processamento de materiais. Promover a concentração de uma fase metálica e uma fase contendo escória. Na fase metálica os metais estarão em maior concentração, pois os materiais cerâmicos ficam concentrados na escória e os polímeros são degradados termicamente por meio da quebra de ligações químicas das cadeias orgânicas através do calor;

i) Processamentos Hidrometalúrgicos: são processos entre a interface de uma fase sólida com uma fase líquida que pode variar de 10 °C a 300 °C. Estes processos inicialmente envolvem operações unitárias de lixiviação de materiais, sucata, resíduos ou minérios nos quais ocorre a dissolução de metais pela ação de soluções aquosas ou agentes lixiviantes;

j) Lixiviação: está técnica permite a transferência de metais presentes em minérios e em sucata de equipamentos eletroeletrônicos utilizando como agente lixivante soluções ácidas, alcalinas e salinas. Após a lixiviação ou dissolução dos metais existem métodos de refino ou purificação visando a recuperação dos metais, cujos processos podem ser : biolixiviação, extração por solvente, precipitação e refino eletrolítico;

l) Processamento Biohidrometalúrgico: também conhecido biolixiviação envolvem lixiviação de metais com a ação dos micro-organismos, que se dá por meio de reações de oxirredução. A lixiviação bacteriana de metais possui algumas vantagens com relação aos processos hidrometalúrgicos convencionais, dos quais se destacam: economia de insumos básicos, pois a bactéria é o agente oxidante que gera ácido, simplicidade nas instalações, não necessita de mão de obra especializada;

m) Refino: é o último estágio, no qual os materiais são recuperados. Exemplos: extração por solvente e eletrodeposição⁴³.

Os resíduos eletroeletrônicos podem ter variação da sua composição devido ao ano de fabricação, modelo e tipo de REEE, e isto pode influenciar na escolha dos métodos de tratamento visando a recuperação dos metais.

Devido a esta variação da composição dos REEEs a etapa de caracterização dos materiais é essencial para se definir os processos mecânicos, hidrometalúrgicos e

⁴³ http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf. pág 74. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

pirometalúrgicos que podem ser utilizados isoladamente ou em conjunto visando à recuperação e reciclagem de materiais.

Contudo os processos mecânicos, hidrometalúrgicos e pirometalúrgicos têm como objetivo principal a reciclagem de materiais com valor agregado, favorecendo com isso a minimização do consumo de recursos naturais, além de aumentar a vida útil de aterros, pois os materiais reciclados não seriam mais descartados⁴⁴.

⁴⁴ *Ibidem*.

4 - ELEMENTOS ECONÔMICOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Para refletir sobre a gestão dos REEEs, torna-se necessário abordar elementos da análise econômica e, também, financeira, uma vez que se trata de caracterizar o potencial de revalorização de uma série de componentes que integram estes resíduos e sua reinserção no ciclo de produção, ou de circulação (ou ambos). Há algum tempo, identificou-se a oportunidade e, mais do que isso, tornou-se necessário, frente à velocidade com que o volume deste tipo de descarte se multiplica, encontrar meios de frear a superexploração de materiais finitos, a contaminação ambiental, que parte desses mesmos materiais, mencionados em capítulos anteriores, pode produzir, e o abuso do espaço urbano, cuja utilização poderia se dar para finalidades muito mais urgentes e nobres, como habitação popular, em lugar da mera deposição de resíduos sólidos, por meio de revalorização dos resíduos eletroeletrônicos.

Uma possível futura escassez de insumos utilizados na produção dos componentes dos equipamentos eletroeletrônicos deve ser também objeto da atenção da sociedade. Diversas empresas têm visto na reciclagem dos materiais constituintes a oportunidade de criar um nicho de mercado, ao passo que esperam contribuir para mitigar o risco de escassez, o que tem motivado o garimpo urbano. Entre esses constituintes, muitos são considerados metais preciosos como ouro, prata, cobre, chumbo, entre outros, possuindo alto valor de negociação, não se justificando a sua simples destinação final. A revalorização desses metais por meio da reciclagem passa a ser uma possibilidade vantajosa, sob o ponto de vista econômico.

Em uma trajetória de consolidação de um conjunto de políticas há muito reivindicadas pela sociedade brasileira, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi promulgada pelo governo Lula em 2010. Nesta norma foram estabelecidos critérios para regulamentar a destinação ambientalmente adequada dos REEEs, incluindo: fabricante, importadores, comerciantes, consumidor final e poder público. Diante das obrigações estabelecidas e dos atores envolvidos, acredita-se que crescerá progressivamente a importância da abordagem econômica das medidas aplicáveis à gestão dos REEEs. Em fevereiro de 2013, foi publicado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) o edital de chamamento para acordos setoriais no segmento de eletroeletrônicos⁴⁵. Os acordos setoriais constituem-se em um instrumento da

⁴⁵ http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf. pág 81. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)
http://www.mma.gov.br/images/editais_e_chamadas/SRHU/fevereiro_2013/edital_ree_srhru_18122012.pdf.
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTE URBANO

PNRS, situado no artigo 8º, inciso XVI da Lei 12.305/2010, para viabilizar a efetiva implementação da logística reversa de REEEs do ponto de vista da responsabilidade compartilhada.

4.1 - O valor do resíduo eletroeletrônico na cadeia reversa

Os resíduos já apresentam, há muitas décadas, fonte de recursos para pessoas em situação de vulnerabilidade social. Os resíduos são descartados ao chegarem ao final de sua vida útil, o que nem sempre significa o fim de suas funcionalidades. Apesar de uma parcela dos equipamentos eletrônicos ser descartados por razões de obsolescência tecnológica, ou seja, suas funções possuem defasagem em relação às funções de equipamentos novos. Geralmente esses equipamentos passam pelo processo de consumo em cascata que significa o repasse dos produtos para o consumo por indivíduos que não poderiam adquirir um produto novo.

Esse exemplo é observado no consumo, por exemplo, de refrigeradores que tem sua vida útil ampliada por meio da doação sucessiva para pessoas mais pobres.

No Brasil, os principais participantes do fluxo reverso dos eletroeletrônicos são os catadores de materiais recicláveis, os sucateiros, as indústrias de reciclagem, os aterros, os produtores e os distribuidores⁴⁶.

Os catadores de materiais recicláveis desempenham funções em duas diferentes etapas do ciclo de resíduo eletroeletrônico: na coleta e na recuperação do material reciclável. Eles coletam materiais provenientes dos agentes consumidores e centros de condicionamento, encaminhando-os, para a limpeza pública. Por outro lado, contribuem com a recuperação do material por meio da desmontagem dos equipamentos recebidos por assistências técnicas ou por outros agentes, já mencionados, e da venda de peças para os sucateiros e empresas de recuperação e reciclagem. Além disso, os sucateiros atuam na etapa de recuperação dos equipamentos, realizando a desmontagem do material recebido pelos catadores de recicláveis e posteriormente vendendo as peças que possam ser reaproveitadas para as empresas de recuperação e reciclagem. O material não aproveitado é encaminhado para a disposição. Os aterros funcionam, no caso de resíduo eletroeletrônico, como locais de disposição final para

Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes EDITAL Nº 01/2013.

⁴⁶ http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf. pág 88. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

resíduos gerados. Dessa forma, eles receberão materiais da limpeza pública, do transporte privado e das empresas de recuperação e reciclagem. O local de disposição final será definido de acordo com as possibilidades e necessidades de cada região ou município.

Os produtores e distribuidores atuam no início do ciclo do resíduo eletroeletrônico, a partir da fabricação e distribuição dos EEEs. Assim, são os produtores e distribuidores que possibilitam o consumo desses equipamentos pelos agentes consumidores (residências, empresas públicas e empresas privadas).

De acordo com Luiz Dário dos Santos (pág. 132), o produto pós-consumo é aquele que não apresenta mais utilidade para o respectivo consumidor, podendo ou não ser caracterizado como resíduo. Um produto pós-consumo, conforme o caso dos refrigeradores ilustrado anteriormente, ainda pode permanecer na cadeia de valor por meio da restauração de suas funcionalidades e, desse modo, o consumo acontece por meio de um consumidor secundário. Nesse caso, apesar de haver a depreciação esperada do valor do bem, o mesmo não chega a ser considerado um resíduo⁴⁷.

Seguindo esse mesmo contexto (pág. 134), o produto pós-consumo pode atingir o estágio no qual passa a não apresentar possibilidade de utilização segundo sua função original e, por este motivo, passa a ser considerado um resíduo, seguindo para o descarte convencional, quando possível. Nesse estágio, não havendo restrições, o resíduo é coletado por meio de empresas de limpeza pública, ou seja, passa a ser propriedade do poder público. Nesse estágio, o produto passa a ter mais valor agregado como resíduo do que em relação aos benefícios dos aspectos funcionais que um dia ele possui⁴⁸.

Há ainda outras situações nas quais, ainda classificados como resíduos, os materiais provenientes da desmontagem do produto apresentam valor de mercado. A compra desses materiais residuais por associações e cooperativas de catadores ou pelas próprias indústrias de reciclagem representa o estágio de valorização dos destroços, estimulando o processo de reaproveitamento de materiais residuais.

4.2 - Valoração dos materiais e do processo dos REEEs

Em geral, a parte mais difícil da reintrodução de materiais descartados no sistema produtivo, assim como outras medidas cujo caráter se aproxima do conceito de bem público, é

⁴⁷ Relação de Consumo Sustentável - A geração de resíduos sólidos sob a ótica da proteção jurídica do consumidor. Luiz Dário dos Santos, pág.132.

⁴⁸ *Ibidem*.

a valoração monetária dos materiais residuais e a consequente avaliação da viabilidade econômica dos processos, projetos, programas e ações necessárias e envolvidas nessa reintrodução. Neste caso, a visão neoclássica recorre ao conceito de falha de mercado⁴⁹ para explicar que o Estado deve assumir a responsabilidade de solucionar as contradições que o mercado não é capaz. Assim ocorre com os ditos serviços ambientais, entre os quais se pode incluir, em alguma medida, a gestão dos resíduos sólidos.

No tocante às atribuições impostas pela PNRS⁵⁰ ao segmento dos REEEs, a obrigatoriedade da implantação de sistemas de logística reversa pareceu, num primeiro momento, um grande desafio para as empresas produtoras de equipamentos eletroeletrônicos. Porém a regulamentação específica que a responsabilidade pela gestão desses resíduos deve se dar de forma compartilhada entre os diferentes agentes da cadeia reversa. O que não significa que a responsabilidade seja menor para a indústria produtora, mas implica na negociação de metas e ações, com o objetivo de tornar o sistema de destinação mais eficiente e com a devida responsabilização por eventuais danos ou geração de passivos ambientais. A indústria (produtora e recicladora), o comércio, os consumidores e os recicladores compartilharão as responsabilidades, mas também os benefícios. A ocorrência desses benefícios e sua potencial repartição tornam-se mais evidentes com a aplicação de ferramentas que permitam a valoração econômica ao longo da gestão da cadeia reversa de resíduos tecnológicos.

Pela regulamentação, os agentes da cadeia produtiva direta e reversa são corresponsáveis na gestão dos REEE. Recentemente, em fevereiro de 2013, foi publicado edital nº 01/2013 pelo MMA convocando fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes, para a elaboração de proposta de Acordo Setorial visando à implementação de sistema de logística reversa de abrangência nacional para a gestão dos REEEs. Este mesmo edital estabelece que as empresas envolvidas devem efetuar o recolhimento e a destinação final ambientalmente adequada de 17% (dezessete por cento), em peso, dos produtos eletroeletrônicos, colocados no mercado⁵¹.

Os impactos ambientais e sociais, por sua vez, podem ser avaliados tanto por meio de indicadores quantitativos quanto qualitativos. Na gestão de resíduos, de modo geral, a

⁴⁹ <http://www.ppge.ufrgs.br/giacomo/arquivos/finpub/aula4.pdf>. Teoria dos Bens Públicos.

⁵⁰ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Lei 12.305/2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos.

⁵¹ http://www.mma.gov.br/images/editais_e_chamadas/SRHU/fevereiro_2013/edital_ree_srhu_18122012.pdf. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTE URBANO Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes EDITAL Nº 01/2013.

mensuração dos indicadores quantitativos baseia-se na atribuição de valores monetários, por meio dos quais tornam-se mais viáveis os métodos de comparação de desempenho entre diferentes países, por exemplo. Nesse sentido, a valoração ambiental surge como um instrumento de significativa importância na gestão que, apesar de não tão recente, presta-se sobremaneira às necessidades econômicas e exigências legais. Esses dois últimos tópicos suscitam os principais debates a respeito da gestão dos REEE e, ao mesmo tempo, permitem a consolidação e validação das propostas para a gestão de resíduos tecnológicos. Por fim, ressaltam-se os aspectos econômicos relacionados às questões socioambientais, como a inserção da catadores da logística reversa e a própria gestão de resíduos.

4.3 - Abordagem legal e econômica

De acordo com a PNRS, o fluxo reverso de produto e materiais pós-consumo deve ocorrer a partir do descarte pelo consumidor até atingir a destinação final ambientalmente adequada. Várias etapas estão compreendidas ainda entre o final da vida útil do equipamento e a destinação. De acordo com a referida lei, entende-se como destinação final ambientalmente adequada para os REEE: a reutilização, a reciclagem, a recuperação (ou remanufatura) e a incineração de partes com o aproveitamento energético, entre outras destinações permitidas pelos órgãos competentes. Somente devem ser dispostos em aterros sanitários os resíduos considerados pela PNRS como rejeitos, os quais não são passíveis de revalorização econômica alguma. Ainda assim, é necessária sua descontaminação antes da disposição final, processo que, conseqüentemente, gera custos para as empresas envolvidas⁵².

Apesar da lei sugerir que o consumidor entregue o material residual ao comerciante, (seja ele localizado no país, um distribuidor ou importador) que, por sua vez, entregará ao fabricante, sabe-se que o fluxo nem sempre ocorre dessa forma. Por razões econômicas, o fluxo seguramente iniciará no consumidor, que pode ser pessoa física ou jurídica⁵³, mas pode seguir diretamente para uma indústria recicladora ou então ser entregue à uma cooperativa de

⁵² Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por: (...)XV - rejeitos: 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; (...)

Art. 7º São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: (...)II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; (...) Lei 12.305/210 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

⁵³ Art. 2º Consumidor é toda pessoa física ou jurídica que adquire ou utiliza produto ou serviço como destinatário final.

Parágrafo único. Equipara-se a consumidor a coletividade de pessoas, ainda que indetermináveis, que haja intervindo nas relações de consumo. Lei 8.078/90 - Código de Defesa do Consumidor.

catadores, ou ainda, ser revendido no mercado secundário e até mesmo doado. Sendo que, desses agentes da cadeia reversa, a indústria recicladora não aparece de forma evidente na PNRS.

A dificuldade de controle do retorno dos REEEs pela cadeia produtiva no Brasil deve ser considerada, pois tendo em vista seu valor econômico mesmo após o equipamento deixar de ter utilidade para o primeiro usuário, este dificilmente o retorno para a indústria, já que os canais de venda ao mercado secundário e doação são muitos presentes na cultura brasileira. Além destes fatores, cabe ressaltar que muitos consumidores mantêm seus equipamentos eletroeletrônicos obsoletos em suas residências por não terem conhecimento de como destiná-los adequadamente e também por um relativo apego a estes bens.

Diante do exposto fica evidente a importância da caracterização da função e importância econômica de cada agente da cadeia no cumprimento dos preceitos legais.

Segundo a ótica econômica, a organização da cadeia da logística reversa apresentado na PNRS, considerando o fluxo direto, a matéria-prima virgem é enviada à indústria, após seus processos produtivos serem finalizados, os produtos eletroeletrônicos são distribuídos por meio dos canais de venda dos comerciantes e distribuidores, aos quais o consumidor tem acesso. Considerando o fluxo reverso, o qual inicia pelo descarte realizado pelo consumidor, há duas opções: i) entrega do REEE diretamente a um reciclador e ii) entrega do REEE nos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) disponibilizados nos canais de venda (comerciante e distribuidor). Por meio de ambas as opções o resíduo pode ser revalorizado, pois após sua triagem e desmontagem, os componentes podem ser separados, reciclados e voltar ao ciclo produtivo como matéria-prima secundária. Há estudos que comprovam que, ao adquirir matéria-prima reciclada, as empresas obtêm de 20 a 25% de economias, ou ganhos econômicos⁵⁴.

4.4 - Barreiras e oportunidades

De acordo com os preceitos de funcionamento de mercados concorrenciais (pág. 140), quanto mais disponível estiver determinado produto, menor tenderá a ser o seu preço. Nessa relação inversamente proporcional, o preço aumenta em função da escassez do produto. Na etapa anterior, de produção, a proximidade entre unidade produtiva, a disponibilidade dos

⁵⁴ http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf. pág 90. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

insumos e matéria-prima, bem como a proximidade com o cliente, são importantes parâmetros que impactarão a composição do custo final, mantendo a relação de proporcionalidade inversa entre escassez e preço/custo⁵⁵.

Em termos de gestão de resíduos, a pulverização observada na distribuição e consumo de determinado produto tende a refletir o mesmo padrão no descarte pós-consumo. O custo de coleta e destinação de produtos dispersos em dada região geográfica tende a ser maior do que aqueles cuja coleta e destinação ocorre de forma centralizada.

Por outro lado, na fase pós-consumo, os produtos necessitam ser desmontados e cada parte ou peça seguirá para um destino diferenciado. Neste caso, torna-se necessário obter economias de escala para tornar viável o processo. Em outras palavras, há necessidade de aumento de volume de produto (reciclável) para gerar vantagem econômica no transporte e processamento dos materiais residuais, o que, pro sua vez, exige espaço para armazenagem de peças e partes até atingir os níveis mínimos estabelecidos pelas empresas recicladoras.

Barreiras relatadas por fabricantes e recicladoras de resíduos eletroeletrônicos 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 do país pelo qual for necessário trafegar.

Para fim de identificação dos materiais ou produtos residuais transportados, há, por vezes, orienta da Secretaria da Fazenda para que o Código Fiscal de Operações e Prestações (CFOP)⁵⁶ do material ou produto seja o n. 5.940 que indica "outra saída de mercadoria ou prestação de serviço não especializado", no qual, "classificam-se neste código as outras saídas de mercadorias ou prestações de serviços que não tenham sido especificados nos códigos anteriores". Ou seja, uma classificação genérica, atribuída por um documento legal estabelecido em 1970, trata da forma como os resíduos eletroeletrônicos são identificados para fins de transporte no presente.

⁵⁵ Relação de Consumo Sustentável - A geração de resíduos sólidos sob a ótica da proteção jurídica do consumidor. Luiz Dário dos Santos, pág.140.

⁵⁶ http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/ricms_2002_seco/anexov2002_7.htm

5 - A APLICABILIDADE E EFICÁCIA DA RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DO PRODUTO - LEI N. 12.305/10 - ACERCA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos são responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos.

Nos termos do artigo 3º, inciso XVII, da Lei 12.305/2010, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos consiste no conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

A seu turno, o ciclo de vida do produto vem a ser a série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final - artigo 3º, inciso IV, da Lei 12.305/2010.

De acordo com Édis Milaré (pág. 1.192), o ciclo de vida do produto, na forma da lei, termina com sua disposição final, ou seja, apenas com distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e a segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. Ou seja, somente encerra o ciclo de vida de um produto quando dele resultar um resíduo sólido não passível de tratamento ou recuperação, sendo a única possibilidade restante a disposição final ambientalmente adequada⁵⁷.

O assunto demanda maior reflexão. O ciclo de vida do produto também deveria considerar a destinação final ambientalmente adequada, para que o ciclo de vida fosse fechado juntamente com a cadeia produtiva. Isto é, uma vez destinado à reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação ou aproveitamento energético, ter-se-ia um novo produto ou embalagem⁵⁸, dotado de valor econômico e características próprias, que daria

⁵⁷ Direito do Ambiente, Édis Milaré. 8º edição - São Paulo - Editora Revista dos Tribunais.

⁵⁸ Lei 12.305/201, Art. 32. As embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem.

§ 1º Cabe aos respectivos responsáveis assegurar que as embalagens sejam:

I - restritas em volume e peso às dimensões requeridas à proteção do conteúdo e à comercialização do produto;

II - projetadas de forma a serem reutilizadas de maneira tecnicamente viável e compatível com as exigências aplicáveis ao produto que contém;

início a um novo ciclo. Mesmo porque, fora a hipótese de reutilização, todas as outras implicam necessariamente a transformação do produto originalmente concebido (pág. 1.193), com a sua inclusão em uma nova cadeia de produção para só então poder-se falar em outro produto.

Diante desse contexto, trazemos à luz da pesquisa a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto em face da gestão de resíduos eletroeletrônicos, destaca-se na Política Nacional de Resíduos Sólidos em seu art. 33 são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: (...)VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto em sua aplicabilidade e eficácia tem por objetivo: (i) - compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis; (ii) - promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas; (iii) - reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais; (iv) - incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade; (v) - estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis; (vi) - propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade; (vii) - incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental.

Considerando a amplitude do comando dogmático, verifica-se que a efetivação do princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto mostra-se essencial para o sucesso da Política Nacional de Resíduos Sólidos, com especial atenção para os distintos destinatários da norma.

III - recicladas, se a reutilização não for possível.

§ 2º O regulamento disporá sobre os casos em que, por razões de ordem técnica ou econômica, não seja viável a aplicação do disposto no **caput**.

§ 3º É responsável pelo atendimento do disposto neste artigo todo aquele que:

I - manufatura embalagens ou fornece materiais para a fabricação de embalagens;

II - coloca em circulação embalagens, materiais para a fabricação de embalagens ou produtos embalados, em qualquer fase da cadeia de comércio.

6 - DA RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA - RESPONSABILIDADE DOS EMPREENDEDORES, CONSUMIDORES, DO TITULAR DOS SERVIÇOS PÚBLICO, DOS ESTADOS E DOS MUNICÍPIOS

6.1 - Responsabilidade dos empreendedores

Para a aplicação da responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciante, nos termos do artigo 31 da PNRS⁵⁹, deverão realizar investimentos no desenvolvimento, na fabricação e na colocação no mercado de produtos que sejam aptos, após o uso pelo consumidor, à reutilização, à reciclagem ou a outra forma de destinação ambientalmente adequada e cuja fabricação e uso gerem a menor quantidade de resíduos eletroeletrônicos possível.

Além disso, deverão divulgar informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos. Deverão, ainda, recolher os produtos e os resíduos remanescentes após o uso, assim como promover a sua subsequente destinação final ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de logística reversa, e assumir o compromisso de, quando firmados acordos ou termos de compromisso com o Município, participar das ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, no caso de produtos ainda não incluso de comércio.

⁵⁹ Art. 31. Sem prejuízo das obrigações estabelecidas no plano de gerenciamento de resíduos sólidos e com vistas a fortalecer a responsabilidade compartilhada e seus objetivos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes têm responsabilidade que abrange:

I - investimento no desenvolvimento, na fabricação e na colocação no mercado de produtos:

a) que sejam aptos, após o uso pelo consumidor, à reutilização, à reciclagem ou a outra forma de destinação ambientalmente adequada;

b) cuja fabricação e uso gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível;

II - divulgação de informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos;

III - recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso, assim como sua subsequente destinação final ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de logística reversa na forma do art. 33;

IV - compromisso de, quando firmados acordos ou termos de compromisso com o Município, participar das ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, no caso de produtos ainda não incluso no sistema de logística reversa.

6.2 - Responsabilidade dos consumidores

A participação da sociedade nesse processo de implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos é essencial, sendo necessário para tanto o grande estudo e divulgação das consequências nefastas da má gestão dos resíduos eletroeletrônicos.

É de extrema importância trazeremos ao questionamento o princípio da informação e participação acerca dos resíduos eletroeletrônicos em face do consumidor. São princípios previstos no art. 225 da Constituição Federal/88 e que impõem o dever de preservação do meio ambiente ao Poder Público e a coletividade. O próprio dispositivo constitucional trata da publicidade do estudo prévio de impacto ambiental, no inciso IV e, no inciso V, do controle da produção, comercialização e emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente. Impõe ao Poder Público o dever de promover a conscientização pública para a importância da preservação ambiental, para a qual a sociedade também deve contribuir.

Interessante notar que, entre os princípios basilares da PNRS está o direito à informação e ao controle social. Ora, somente com a devida informação é possível viabilizar a participação, ou seja, a atuação da sociedade civil nos termos previstos pelo legislador.

De acordo com Patrícia Faga Iglecias Lemos (pág. 55), trata-se de um desmembramento dos princípios previstos nos artigos 3º e 4º da Constituição Federal/88, que abordam a construção de uma sociedade livre, justa e igualitária e da cooperação dos povos para o progresso da humanidade. Aliás, a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos prevê, no art. 12, *caput*, que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios organizarão e manterão, de forma conjunta, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR)⁶⁰.

Contudo, a PNRS além de consagrar a responsabilidade compartilhada como princípio, impôs, especificamente quanto ao sistema de coleta seletiva, obrigações aos consumidores que deverão acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados e disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos - nesse caso também em resíduos eletroeletrônicos - reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.

Paralelamente à imposição das obrigações, o parágrafo único do artigo 35 da Lei 12.305/10 (PNRS) prevê que o Poder Público municipal poderá instituir incentivos econômicos aos consumidores que participam do sistema de coleta seletiva.

⁶⁰ Resíduos Sólidos e Responsabilidade Civil Pós-Consumo, Patrícia Faga Iglecias Lemos, pág.55. São Paulo, 3ª edição. Editora Revista dos Tribunais.

Importante destacar o disposto no parágrafo 2º do artigo 84 do Decreto nº 7.404/2010 (que alterou o artigo 62 do Decreto nº 6.514/2008), dispondo que os consumidores que descumprirem as obrigações previstas nos sistemas de logística reversa e de coleta seletiva estarão sujeitos à penalidade de advertência. No caso de reincidência no cometimento da referida infração, poderá ser aplicada a penalidade de multa, no valor de R\$ 50,00 (cinquenta reais) a R\$ 500,00 (quinhentos reais).

6.3 - Responsabilidade do titular dos serviços públicos

Na perspectiva do compartilhamento de responsabilidade, a lei impôs obrigações ao Poder Público, em essência, consagram o instrumento da logística reversa.

Conforme os estudos de Édis Milaré (pág. 1195), caberá ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, observado, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis, incluindo resíduos eletroeletrônicos, oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos; estabelecer sistema de coleta seletiva; articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos; realizar as atividades definidas por acordo setorial ou termo de compromisso, mediante a devida remuneração pelo setor empresarial; implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido; dar disposição final ambientalmente adequada aos resíduos e rejeitos oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos⁶¹.

6.4 - Responsabilidade dos Estados

De maneira mais específica, o artigo 11 da Lei 12.305/2010 impôs aos estados as obrigações de promover a integração da organização, do planejamento e da execução das funções públicas de interesse comum relacionadas à gestão dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, e de controlar e fiscalizar as atividades dos geradores sujeitas a licenciamento ambiental pelo órgão estadual do SISNAMA, priorizando as iniciativas do Município de soluções consorciadas ou compartilhadas entre 2 (dois) ou mais Municípios.

⁶¹ Direito do Ambiente, Édis Milaré. 8ª edição - São Paulo - Editora Revista dos Tribunais.

Como forma de evitar disparates entre políticas regionais e buscar a continuidade das políticas instituídas (pág. 1197)⁶², o novo diploma legal estabeleceu que os planos estaduais de resíduos sólidos serão elaborados para vigência por prazo indeterminado, abrangendo todo o território do Estado, com horizonte de atuação de 20 (vinte) anos e revisões a cada 4 (quatro) anos, e deverão necessariamente contemplar medidas para incentivar e viabilizar a gestão consorciada ou compartilhada dos resíduos sólidos.

6.5 - Responsabilidade dos Municípios

Sem prejuízo das responsabilidades comuns aos demais entes federados, o artigo 19 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabeleceu que o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos terá, como conteúdo mínimo, diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas; identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, observado o Plano Diretor de que trata o § 1º do artigo 182 da Constituição Federal/88 e o zoneamento ambiental, se houver; identificação das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros Municípios, considerando, nos critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais e a descrição das formas e dos limites da participação do Poder Público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitando o disposto no artigo 33 da PNRS, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Por seu turno, (pág. 1.198)⁶³, o plano de gerenciamento de resíduos sólidos terá como conteúdo mínimo a identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores e as ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Mesmo em hipóteses em que serão admitidos planos municipais simplificados, o princípio da responsabilidade compartilhada deverá ser respeitado. Com efeito, nos termos do disposto no artigo 51 do Decreto nº 7.404/2010, os Municípios com população total inferior a vinte mil habitantes, apurada com base nos dados demográficos do censo mais recente da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, poderão adotar planos municipais simplificados de gestão integrada do Poder Público local na coleta seletiva e na logística reversa e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

⁶² *Ibidem.*

⁶³ *Ibidem.*

7 - O PRINCÍPIO DO POLUIDOR-PAGADOR E O DA PREVENÇÃO EM FACE DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

O princípio do poluidor-pagador é reconhecido como um dos mais importantes na tutela do meio ambiente. de início, não se deve concluir que ele crie um direito de poluir em favor do poluidor, que poderia assim degradar e depois pagar a conta. Segundo a OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico)⁶⁴, cuida-se de uma regra de bom senso econômico, jurídico e político.

Em verdade, postula o referido princípio que o causador da poluição arcará com seus custos, o que significa dizer que ele responde pelas despesas de prevenção, reparação e repressão da poluição. As implicações práticas do princípio do poluidor-pagador estão em alocar as obrigações econômicas em relação às atividades causadoras de danos, particularmente em relação à responsabilidade, ao uso dos instrumentos econômicos e à aplicação de regras relativas à concorrência e aos subsídios⁶⁵.

Nesse sentido, o princípio do poluidor-pagador visa eliminar do processo produtivo as chamadas *externalidades negativa ambientais*. Como ensina Harris, Jonathan M. uma externalidade negativa ocorre quando "a produção ou o consumo de um bem afetam negativamente produtores ou consumidores não envolvidos na operação de compra e venda deste bem, e quando tais efeitos de transbordamento não se refletem totalmente nos preços de mercado"⁶⁶. Em outras palavras, estaremos diante de uma externalidade negativa toda vez que a parte dos custos decorrentes da produção e do consumo de um bem forem direcionados para indivíduos alheios a esta cadeia de produção e consumo. No caso de recursos ambientais podemos afirmar que haverá uma externalidade negativa toda vez que um impacto ambiental gerado pela produção e pelo consumo não for suportado pelos agentes diretamente beneficiados pela atividade produtiva. Isso significa que os custos ambientais estarão sendo transferidos para a coletividade, tendo-se em vista que os bens ambientais são bens de uso comum do povo.

Um das consequências das externalidades negativas ambientais são as adoções de medidas de proteção ambiental aquém do patamar economicamente ótimo. Com efeito, os

⁶⁴[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(92\)81&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(92)81&docLanguage=En) - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - Paris 1992, pág. 27

⁶⁵ <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf> - Princípio 16 da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Rio 92.

⁶⁶ http://www.neema.ufc.br/GERNPA_HARRIS4.pdf - Harris, Jonathan M. Environmental and Natural Resource Economics: A Contemporary Approach - Teoria das Externalidades Ambientais.

custos dos impactos ambientais podem ser reduzidos por técnicas de produção mais protetivas. Todavia, essas técnicas protetivas representam, em si, um custo de produção. Ou seja, custos dos impactos ambientais e custos de técnicas protetivas são duas variáveis que se implicam inversamente: quanto maior um, menor o outro, e vice-versa⁶⁷.

Quando os custos ambientais são suportados pelo próprio produtor, este terá incentivos para otimizar a relação entre custos dos impactos ambientais/custos das técnicas protetivas. O produtor será levado, portanto, a adotar técnicas de produção mais eficientes.

Nesse sentido, o Decreto 7.404/2010, que regulamentou a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos prevê, no art. 4º, que compete ao Comitê Internacional promover estudos e propor medidas visando a desoneração tributária de produtos recicláveis e reutilizáveis e a simplificação dos procedimentos para o cumprimento de obrigações acessórias referentes à movimentação de produtos e embalagens fabricados com estes materiais. Compete-lhe, ainda, promover estudos com o objetivo de criação, modificação e extinção de condições para a utilização de linhas de financiamento ou creditícias de instituições financeiras federais.

No entanto, se os custos dos impactos ambientais são suportados pela coletividade, o produtor não terá qualquer incentivo para adotar técnicas de produção mais protetivas. Ele preferirá empregar as técnicas menos onerosas do ponto de vista do seu custo privado, mesmo que estas acarretem níveis de degradação ambiental proporcionalmente maiores - ou seja, mesmo que a técnica empregada seja economicamente ineficiente⁶⁸.

O princípio do "poluidor-pagador" tem como fulcro, justamente, a internalização dos impactos ambientais, evitando tais efeitos nefastos das externalidades negativas.

O seu principal objetivo é fazer com que os custos das medidas de proteção ao meio ambiente, as chamadas externalidades ambientais negativas, repercutam nos custos finais de produtos e serviços cuja produção esteja na origem da atividade poluidora, conforme mencionamos.

O princípio do poluidor-pagador tem papel fundamental em relação aos resíduos do consumo. Em todo o processo produtivo há geração de externalidades negativas. Na atual sociedade de consumo, com o incremento do uso do plástico do processo produtivo, é impossível deixar de considerar tal custo.

O conceito do ciclo integral do produto já é adotado em diversos países como Canadá, Austrália e Europa em geral. Vejamos o exemplo da Alemanha, que estabeleceu uma política

⁶⁷ *Ibidem*

⁶⁸

⁶⁸ http://www.neema.ufc.br/GERNPA_HARRIS4.pdf - Harris, Jonathan M. Environmental and Natural Resource Economics: A Contemporary Approach - Contabilidade dos Custos Ambientais.

de resíduos por meio da Lei de Minimização e Eliminação de Resíduos, de 1986, servindo de base para vários Regulamentos como óleos usados, de 1987, solventes, de 1989 e vasilhames e embalagens, de 1991. Posteriormente, em 1994, foi editada a Lei de Economia de Ciclo Integral e Gestão de Resíduos, em substituição à norma de 1986. Cuida-se de lei que estabeleceu a responsabilidade do fabricante por todo o ciclo de vida de seu produto (fabricação até eliminação)⁶⁹.

Como base da Lei alemã, está a ideia de evitar a geração resíduos e valorizar os resíduos inevitáveis via reciclagem, obtendo a recuperação material, ou produção de energias. Também há uma preocupação em estender a permanência de materiais/recursos naturais. Por fim, eliminar resíduos não valorizáveis de forma ambientalmente amigável.

No âmbito dos resíduos, consideram-se responsáveis os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares de serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (art. 30, PNRS). A abrangência legal desses conceitos será tratada no Capítulo III. Prevê o art. 28 da Lei que o gerador de resíduos domiciliares tem cessada a sua responsabilidade com a disponibilização adequada dos resíduos para a coleta, ou, nos casos de resíduos eletroeletrônicos sujeitos à logística reversa, com a devolução do resíduo.

7.1 - O Princípio da Prevenção em face dos resíduos eletroeletrônicos

Esse princípio norteia as políticas públicas voltadas ao meio ambiente e é princípio concretizador do poluidor-pagador. Em relação à responsabilidade pós-consumo, o princípio da prevenção opera como um dever de cuidado, de utilização racional dos bens ambientais. São cabíveis ações cujo objetivo seja a redução de resíduos ou a eliminação.

No caso dos resíduos eletroeletrônicos (REEE), os impactos ambientais não se limitam somente na quantidade mas também na composição do resíduo gerado. Prevenção da poluição é outro termo cuja definição ainda gera controvérsia. Em essência, é o processo pelo qual a redução de REEE impede que os poluentes sejam liberados no ambiente pelo ar, água e solo. Isso significa que a prevenção da poluição combina ações de redução da toxicidade do REEE na origem e de prevenção da geração final desses resíduos. Desta forma, a prevenção

⁶⁹ <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:pt:PDF> - Diretiva 2008/98/CE.

qualitativa dos resíduos (diminuição da periculosidade) também foi incluída entre as ações práticas preventivas⁷⁰.

Em resumo, a prevenção compromete todas as medidas tomadas antes que o produto seja reconhecido como resíduo; sejam essas medidas para a redução da quantidade ou eliminação da toxicidade dos REEE. dentro desta definição, as ações preventivas podem ser aplicadas em qualquer fase do ciclo de vida do produto, envolvendo diversos atores e processos que geralmente não estão diretamente ligados na gestão de resíduos. Nesse contexto, se torna necessário identificar indicadores e ferramentas para monitorar as atividades de prevenção tanto em micro como em larga escala. Esses indicadores devem avaliar a redução na geração como também seus impactos ambientais, econômicos e sociais, garantindo a sustentabilidade da gestão de REEE.

Por definição, um indicador é um instrumento utilizado para monitorar e avaliar o estado de evolução de um sistema com objetivos de compreendê-los. É importante salientar que um indicador sozinho não pode explicar o sistema por completo, ele somente mostra uma visão parcial e subjetiva do mesmo⁷¹.

A PNRS tem viés preventivo, sendo objetivos dessa norma, entre outros: o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; incentivos ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluindo a recuperação e o aproveitamento energético; estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

⁷⁰ <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652611000084> - ISO 14001 and solid waste generation rates in US manufacturing organizations: an analysis of relationship - FRANCHETTI, M. J.

⁷¹ <http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistema-nacional-de-informacao-sobre-meio-ambiente-sinima/indicadores>. Indicadores Ambientais.

8 - O SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa, que tem como fundamento a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, deve ser entendida como um processo de planejamento, implementação e controle do fluxo efetivo e eficiente de matérias-primas, do inventário em curso, bem como dos bens acabados e da informação relacionada, desde o ponto de consumo até o de origem, tendo como propósito a recuperação de valor ou promoção da sua disposição final ambientalmente adequada⁷².

A PNRS, ao tratar da logística reversa (art. 3º, XII), de forma ampliativa, conceitua-a como um instrumento de desenvolvimento econômico e social consistente em ações, procedimentos e meios para possibilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento ou destinação ambientalmente adequada.

No caso dos produtos sujeitos ao sistema de logística reversa, impõem-se aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a estruturação e a implementação de sistemas, mediante retorno dos produtos após o uso do consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

Trata-se de rol exemplificativo e que pode ser ampliado, sempre tendo em conta a viabilidade técnica e econômica da realização da logística reversa (pág. 1.176)⁷³, o grau e a extensão do impacto à saúde e ao meio ambiente, conforme disposição em regulamento, acordo setorial ou termo de compromisso firmado entre o poder público e o setor empresarial (art. 33, § 1º, da PNRS). Quanto às lâmpadas e eletroeletrônicos, previu-se uma implantação progressiva, conforme cronograma, nos termos do art. 56 da PNRS, tendo em vistas as dificuldades técnicas, regulatórias e operacionais ainda existentes no país.

De forma geral, nas hipóteses de sujeição à sistemática da logística reversa, cabe aos atores da cadeia produtiva tomar todas as medidas necessárias para a sua implementação e operacionalização, podendo adotar as seguintes ações: (i) implantação de procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados; (ii) recicláveis; (iii) atuação em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. São responsáveis, pois, pela destinação e disposição ambientalmente adequada dos resíduos e dos rejeitos.

⁷² Direito do Ambiente, Édís Milaré. 8º edição - São Paulo - Editora Revista dos Tribunais. pág. 1.175.

⁷³ *Ibidem*.

8.1 - O sistema de logística reversa de reee

Um Sistema de Logística Reversa de Resíduo Eletroeletrônico deve disponibilizar, segundo Jorge Alberto Tenório (pág. 175), canais para devolução desse tipo de resíduos pela população, em consonância com a legislação vigente, com os princípios da prevenção e das boas práticas ambientais e em atendimento aos ditames da responsabilidade socioambiental empresarial⁷⁴.

Os canais para devolução, estabelecidos a partir de pontos de coletas ou entrega voluntária, devem ser estruturados de maneira a facilitar a adesão dos consumidores ao programa e, levando-se em consideração o comportamento da sociedade do local onde serão implantados, podem ser estruturados de maneira ativa ou passiva.

De acordo com Jorge A. Tenório (pág. 177) são exemplos de canais ativos em funcionamento no mundo:

- usuários devolvem seus REEE em uma unidade municipal de entrega de resíduos;
- usuários devolvem seus REEE em um ponto de coleta determinado;
- usuários devolvem seus REEE em um estabelecimento comercial⁷⁵.
- Já o canais passivos podem ser (pág. 178):
 - coleta na porta;
 - serviço de retirada em domicílio (gratuito ou mediante pagamento);
 - envio remoto por terceiros sob responsabilidade dos produtores (serviços de courier)⁷⁶.
- Como ponto de partida, (pág. 179) um programa nesse sentido deve contemplar os seguintes fundamentos:
 - diminuição da quantidade de resíduos encaminhados para aterros;
 - estímulo ao uso eficiente dos recursos naturais;
 - redução das obrigações físicas e financeiras dos municípios para com a gestão de tais resíduos;

⁷⁴ Desafios na gestão de REEE: panorama atual e perspectivas futuras, Jorge Alberto Tenório, pág, 175. São Paulo. editora Campus.

⁷⁵ *Ibidem*.

⁷⁶ *Ibidem*.

- desenvolvimento de processos de reutilização, reciclagem e recuperação de produtos e materiais;
- promoção de processos de Produção mais Limpa (P+L);
incremento à conscientização da sociedade;
viabilização de ações de responsabilidade socioambiental;
promoção de inclusão social com dignidade, segurança e profissionalismo;
maximização de oportunidades de negócios e os resultados;
melhoria das condições ambientais por meio de uma gestão mais eficientes de resíduos⁷⁷.

Como o aumento da quantidade e diversidade de produtos pós-consumo, torna-se necessária a implementação de sistema eficientes de coleta e separação que, por sua vez, demandam ações logísticas coordenadas para o transporte e acondicionamento de materiais e produtos que serão destinados.

Para Jorge A. Tenório (pág. 181), é possível evidenciar três pontos críticos da gestão da cadeia reversa de equipamentos eletroeletrônicos. O primeiro é a etapa de coleta que deve ser fomentada tanto por iniciativas sociais, como por incentivos políticos e fiscais para garantia de um volume mínimo de material a ser processado, a fim de permitir a viabilidade dos custos da reciclagem.

O segundo ponto crítico é a própria etapa da reciclagem, que poderá alcançar um padrão de excelência ambiental na medida em que mecanismos regulamentadores possibilitem a padronização e fiscalização das técnicas de reciclagem. O principal objetivo dessa abordagem é buscar minimizar os impactos negativos à saúde humana e ambiental, verificados a partir do manuseio de resíduos perigosos ao final da vida útil de equipamentos eletroeletrônicos. Salientando que o manuseio ao qual se faz referência é relacionado à desmontagem com exposição de partes, peças, materiais e substâncias potencialmente danosos.

Outro tópico de grande relevância é a regulamentação por parte do governo a respeito da responsabilidade sobre a gestão de produtos órfãos (pág. 183). Nesse sentido, alguns países desenvolvidos têm sido apontados como responsáveis pelo tráfico de REEE para países em desenvolvimento, ferindo a Convenção de Basileia . Grande parte dos países em desenvolvimento não estaria apta tecnológica e socialmente para o gerenciamento eficaz e efetivo dessa categoria de resíduos perigosos. Nesse sentido, a elaboração de normas e

⁷⁷ *Ibidem.*

procedimentos para a implementação de sistemas de logística reversa, bem como o estabelecimento e a adequação de uma infraestrutura mínima, deve ser provida pelo Estado ou ainda pela iniciativa privada, com a participação dos representantes da sociedade e das demais instituições representativas⁷⁸.

8.2 - A importância da economia na Logística Reversa

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 principais, que devem ser destacadas: logística, financeira e ambiental:

a) Do ponto de vista logístico, o ciclo de vida de um produto não se encerra com a sua entrega ao cliente. Produtos que se tornam obsoletos, danificados ou não funcionam devem retornar ao seu ponto de origem para serem adequadamente descartados, reparados ou reaproveitados e revalorizados;

b) Do ponto de vista financeiro, existe o custo relacionado ao gerenciamento do fluxo reverso, que se soma aos custos de compra de matéria-prima, de armazenagem, transporte e estocagem e de produção já tradicionalmente considerando na Logística. Ademais existem também valores gerados com a venda dos resíduos e economias obtidas com a compra de matéria-prima reciclada, os quais podem ser considerados como receitas ambientais e, conseqüentemente, geram resultados econômicos;

c) Do ponto de vista ambiental, devem ser considerados, e avaliados, os impactos do produto sobre o meio ambiente durante toda sua vida. Este tipo de visão sistêmica é importante para que o planejamento de rede logística envolva todas as etapas do ciclo do produto.

Infelizmente, muitas empresas ainda veem o fluxo reverso de mercadorias como um entrave ao processo de negócios, que demanda pessoal, estrutura física e, conseqüentemente, aumenta os custos da empresa. Em parte, esse entendimento provém da não utilização de sistemas contábeis e de tomadas de decisão que auxiliem os gestores na evidenciação dos valores movimentados por esta área. Entretanto, existem retornos econômicos, ecológicos e

⁷⁸ Desafios na gestão de REEE: panorama atual e perspectivas futuras, Jorge Alberto Tenório, pág. 183. São Paulo. editora Campus.

de imagem corporativa que o gerenciamento do fluxo reverso pode proporcionar e que devem ser considerados.

8.3 - Produtos pós-consumo e resíduos na logística reversa de REEEs

O processo reverso da gestão de resíduos tecnológicos compreende, de forma simplificada, as etapas de recolhimento, triagem, separação e destinação. Como destinação há diferentes processos que podem ser escolhidos conforme o tipo e condição do material ou produtos, tais como: reúso, reciclagem, remanufatura, incineração, doação, venda ao mercado secundário ou encaminhamento para aterro⁷⁹.

A PNRS possui basicamente dois eixos principais. Um é a consolidação de uma metodologia para a gestão pública e integrada de resíduos por meio da elaboração de Planos de Gestão e o segundo é a proposição de Sistemas de Logística Reversa que priorizem a coleta e destinação dos resíduos considerados especiais. Os REEE, classificados como resíduos especiais, possuem potencial de valorização dos materiais que os constituem por meio da identificação e segregação de materiais com alto valor de mercado. No entanto, nem sempre os volumes coletados são suficientes para fomentar investimento nessa cadeia.

Para destinação de resíduos pós-consumo, existem dois tipos de canais de distribuição reversos: de ciclo aberto e de ciclo fechado. Os de ciclo aberto caracterizam-se pelo retorno dos materiais de pós-consumo como metais, plásticos, vidros, papéis, embalagens, e outros ao ciclo produtivo na forma de matéria-prima, utilizada na fabricação de novos bens, distintos do original. Nesse caso há um foco na matéria que constituirá os novos produtos, mas não nos produtos em si⁸⁰.

Os canais de ciclo fechado são caracterizados pelo retorno de resíduos de pós-consumo e pós-venda de um determinado produto, quando ocorre a extinção da sua utilidade pelo primeiro consumidor, sendo dele extraído o material constituinte de forma seletiva para a fabricação de outro similar ao de origem. Podem ser citados como exemplo dos resíduos característicos dos canais reversos de ciclo fechado, os componentes dos resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias, os quais possuem metais preciosos com alto potencial de recuperação e valor agregado.

⁷⁹ http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). Consultado dia 26/08/2015. Consultado dia 27/08/2015. Consultado dia 14/08/2015.

⁸⁰ *Ibidem*

8.4 - Capital de giro dedicado às atividades de logística reversa

Conforme nos explica Patrícia Guarnieri (pág. 67), um fator importante a ser considerado quando a empresa opta por implementar atividade de logística reversa é a necessidade de recursos dedicados a essas atividades, todo o controle financeiro e econômico para fins gerenciais deve ser feito separado do controle de outras atividades foco da empresa. Assim, será possível aos gestores identificar que parcela de recursos e resultados são aplicados e provém da logística reversa, o que facilitará a tomada de decisões nesta área⁸¹.

O capital de giro se constitui em um dos principais aspectos que deve ser levado em conta, neste sentido. Para iniciar qualquer projeto ou atividade são necessários recursos financeiros para a empresa garantir a dinâmica do seu processo de negócios, no caso da implementação de projetos de logística reversa deve ocorrer da mesma forma. Esses recursos precisam de controle permanente, pois têm a função de minimizar o impacto das mudanças no ambiente de negócios no qual a empresa atua, principalmente quando considerados a inconstância do volume e qualidade dos resíduos gerados.

O desafio da gestão do capital de giro em atividades ambientais deve-se, principalmente, à ocorrência dos fatores a seguir (pág. 68)⁸²:

- 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;
- pagamento das parcelas de possíveis financiamentos;
- baixa entrada de produtos para reciclagem; e
- altos níveis de estoques em determinados períodos.

Além disso, é essencial que a empresa realize um controle orçamentário rígido de forma a não consumir recursos sem previsão, a fim de evitar a retirada de valores além dos estipulados, pois no início todo o recurso obtido pela empresa deverá permanecer nela, possibilitando o crescimento e a expansão do negócio da logística reversa ou atividades que a compõem seja suficiente para suportar a movimentação operacional em torno de 18 meses, e deve ser elaborado em relação aos desembolsos que compõem o início das atividades empresariais.

⁸¹ Elementos econômicos da gestão de resíduos eletroeletrônicos, Patrícia Guarnieri. São Paulo, editora Campus.

⁸² *Ibidem*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente demanda por equipamentos eletroeletrônicos e o conseqüente aumento dos resíduos gerados no descarte desses produtos tornou-se, nos dias atuais, uma das questões ambientais da maior relevância. Esses REEE contêm inúmeras substâncias tóxicas com potencial para causar danos à saúde humana, incluindo efeitos importantes no sistema nervoso central. Não há ainda destinação que possa ser considerada completamente segura para os REEE. Para evitar, ou pelo menos minimizar, possíveis danos ao meio ambiente e a saúde humana, é fundamental que sejam desenvolvidas medidas e ações que objetivem prevenir a geração desse tipo de resíduo, assim como desenvolver, aprimorar e operacionalizar tecnologia apropriadas para seu tratamento.

A prevenção passa pela necessidade de uma mudança cultural e comportamental da sociedade, em direção à revisão de nossos padrões de produção e consumo. Devemos estar atentos à possibilidade de o consumo estar apenas servindo para reafirmar nossa identidade ou para preencher necessidades meramente existenciais. Além disso, é importante também minimizar a quantidade e a periculosidade dos resíduos produzidos, seja pela redução do teor de substâncias perigosas presentes nos produtos.

Deve-se reforçar o reaproveitamento ou a reutilização de materiais presentes nesses produtos, pois, além de evitar a eliminação dos mesmos no meio ambiente, há grande economia no uso de recursos naturais, minimizando o impacto ambiental de sua extração da natureza. Como conseqüências direta desses processos, haverá diminuição na emissão de gases de efeito estufa responsáveis pelo aquecimento global, o que trará benefícios secundários à saúde humana.

Diante desse contexto, no âmbito jurídico, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos são responsáveis todos aqueles que participam do ciclo de vida, que se inicia com o desenvolvimento e fabricação do produto, e vai até a destinação adequada do resíduo produto e da embalagem, ou, eventualmente, até a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos. Em razão de sua posição privilegiada no âmbito da cadeia produtiva, os fabricantes de produtos e embalagens devem responder efetivamente pelo ciclo completo desde a fabricação até a disposição final, agindo preventivamente diante de potenciais danos ambientais decorrentes desses resíduos.

No tocante aos resíduos sujeitos à logística reversa obrigatória no âmbito normativo brasileiro, surgem diversos deveres para a cadeia produtiva (fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes), como o de divulgar informações relacionadas a como proceder

para evitar, reciclar e descartar adequadamente resíduos ligados aos seus produtos, assim como o dever de recolher os produtos e resíduos remanescentes após o uso, além, é claro, da obrigação de lhes dar destinação final ambientalmente adequada. Para tanto, essa cadeia produtiva pós-consumo possa ser realizado, independentemente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos.

Não podemos esquecer o papel do consumidor diante desse cenário, a PNRS além de consagrar a responsabilidade compartilhada como princípio, impôs, especificamente quanto ao sistema de coleta seletiva, obrigações aos consumidores que deverão acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados e disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos - nesse caso também em resíduos eletroeletrônicos - reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução. Contudo há o reconhecimento da fragilidade do consumidor e da necessidade de uma proteção que envolva diversos aspectos, possibilitando o atendimento aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos. A partir dessa constatação, entende-se pelo o cabimento de soluções macro que envolvam uma atuação preventiva, a partir da educação ambiental e da conscientização.

Voltemos ao questionamento da logística reversa em face dos resíduos eletroeletrônicos que traz a necessidade de um diferencial competitivo sustentável em relação à concorrência, os curtos ciclos de vida dos produtos e a busca constante pelo desenvolvimento sustentável.

Esses fatos também geram inúmeros questionamentos no sentido de se encontrar formas de tornar a logística reversa, não somente um centro de custos, mas também um gerador de benefícios econômicos para as empresas que adotarem. No que tange a resíduos eletroeletrônicos, esta necessidade se torna ainda mais premente tendo em vista o alto valor agregado dos seus componentes e os indícios de escassez desses materiais no meio ambiente.

De suma importância, diante de todo esse contexto, são os acordos setoriais, juntamente com regulamentos expedidos pelo Poder Público e termos de compromisso, que constituem instrumentos para a implementação do Sistema de Logística Reversa, dessa forma trazendo a baila a efetividade e a aplicabilidade da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos em face da gestão dos resíduos eletroeletrônicos.

Ao término dessa presente pesquisa em que se procurou analisar de primeiro momento a preocupação com a crescente geração de resíduos eletroeletrônicos é global. A utilização de equipamentos eletroeletrônicos, cada vez mais presente no cotidiano de todos, requer ações de prevenção condizentes com o avanço tecnológico que proporcionam. É preciso ir além de construir canais que possibilitem somente a transformação dos resíduos de pós-consumo em

matéria-prima para novos produtos. A inovação dos materiais para a fabricação de eletroeletrônico é outra vertente de problema, pois acompanha com a mesma velocidade a evolução tecnológica desses equipamentos. Muitos desses materiais chegam ao mercado sem a perspectiva do que ocorrerá no final do seu ciclo de vida. Neste caso, cabe aos pesquisadores com altíssimos investimentos financeiros se ocuparem em achar soluções de reciclagem e novos processos de tratamento para os REEE produzidos pelos novos materiais. O problema da visão tradicional, na maioria dos casos, se deve ao fato de não levar em consideração a viabilidade ambiental e econômica de novos processos de coleta, reciclagem e tratamento dentro do ciclo de vida do EEE. Além disso, os custos são elevados e de difícil absorção tanto pelo setor produtivo quanto pelo consumidor.

Diante desse contexto, partindo do pressuposto de que o consumo é um ato social, realizado a partir de padrões culturais, há o reconhecimento da fragilidade do consumidor e da necessidade de uma proteção que envolva diversos aspectos, possibilitando o atendimento aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

É preciso alterar os padrões atuais de consumo, mas a PNRS além de consagrar a responsabilidade compartilhada como princípio, impôs, especificamente quanto ao sistema de coleta seletiva, obrigações aos consumidores que deverão acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados e disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos - nesse caso também em resíduos eletroeletrônicos - reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, Júlio Carlos. **Impactos Sócio-Ambientais do LIXO ELETROELETRÔNICO**. V FÓRUM DE GESTÃO AMBIENTAL NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA. Brasília, 2010. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/2__impactos_socioambientais_do_res_duos_eletroneirico___jlio_carlos_36.pdf ; Consultado em: 20/08/2015 e 26/08/2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Seminário Internacional sobre Diretivas WEEE e RoHS**. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Produtos+para+a+Saude/Assunto+de+Interesse/Publicacoes/Seminario+Internacional+sobre+Diretivas+WEEE+e+RoHS> ; Consultado em: 13/08/2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). **Releases Abinee 2014**. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/noticias/rel2014.htm> ; Consultado em: 26/08/2015.

BALBINOTO NETO, Giacomo. **Teoria dos Bens Públicos**. Disponível em: <http://www.ppge.ufrgs.br/giacomo/arquivos/finpub/aula4.pdf> ; Consultado em: 31/08/2015.

BAUDRILLARD, Jean. **A Sociedade de Consumo**. Lisboa: Edições 70, 2010, p. 18.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Disponível em: [92.http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf](http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf) ; Consultado em: 13/09/2015.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21 - MUDANÇAS DOS PADRÕES DE CONSUMO**. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf> ; Consultado em: 28/07/2015.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21 - PROMOÇÃO DO ENSINO, DA CONSCIENTIZAÇÃO E DO TREINAMENTO**. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf> ; Consultado em: 30/07/2015.

CONVEÇÃO DE BASILEIA. Disponível em:

<http://www.basel.int/Home/tabid/2202/mctl/ViewDetails/EventModID/8051/EventID/330/xmid/8052/Default.aspx> ; Consultado em: 12/08/2015.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 2000, 6 ed., p. 101-157

ELETRONIC PRODUCT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT TOOL (EPEAT). **Ferramenta para Avaliação Ambiental de Equipamentos Eletroeletrônicos**. Disponível em: <http://www.epeat.net/> ; Consultado em: 12/08/2015.

FRANCHETTI, M. J. **ISO 14001 and solid waste generation rates in US manufacturing organizations: an analysis of relationship.** Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652611000084> ; Consultado em: 13/09/2015.

HARRIS, Jonathan M. **Environmental and Natural Resource Economics: A Contemporary Approach - Teoria das Externalidades Ambientais.** Disponível em: http://www.neema.ufc.br/GERNPA_HARRIS4.pdf ; Consultado em: 13/09/2015.

INSTITUTO BRASIL PNUMA. **Informativo.** Antena nº112. Disponível em: http://www.brasilpnuma.org.br/informativo/antena_112.html ; consultado em: 11-04-2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR (IDEC). **Avaliação comparativa de produtos e serviços.** Disponível em: <http://www.idec.org.br/consultas/testes-e-pesquisas/em-cinco-anos-metade-dos-computadores-apresentara-algum-defeito> ; Consultado em: 19/08/2015.

LEMOS, Patricia Faga Iglecias. **Resíduos Sólidos e Responsabilidade Civil Pós-Consumo.** São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 3ª edição, p. 51, 55.

MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente.** São Paulo: Editora Revista dos Tribunais. 8º edição p. 1192, 1193, 1195, 1197.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **MDIC e ABDI Divulgam Estudo sobre Logística Reversa de Eletrônicos.** Disponível em : <http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/noticia.php?area=2¬icia=13019> ; Consultado em: 25/08/2015.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica.** Disponível em: http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf ; Consultado em: 26/08/2015, 27/08/2015, 31/08/2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTE URBANO. **Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes EDITAL Nº 01/2013.** Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/editais_e_chamadas/SRHU/fevereiro_2013/edital_ree_srh_u_18122012.pdf ; Consultado em: 31/08/2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Indicadores Ambientais.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistema-nacional-de-informacao-sobre-meio-ambiente-sinima/indicadores>. Consultado em: 13/09/2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Indicadores Ambientais.** Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/editais_e_chamadas/SRHU/fevereiro_2013/edital_ree_srh_u_18122012.pdf. Consultado dia 13/09/2015.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **THE POLLUTER-PAYS PRINCIPLE OECD Analyses and Recommendations**. Paris 1992. Disponível em: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(92\)81&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(92)81&docLanguage=En) ; Consultado em: 13/09/2015.

PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO UNIÃO EUROPEIA. **DIRETIVA 2002/96/CE**. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32002L0096> ; Consultado em: 13/08/2015.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2008/98/CE**. Disponível em: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:pt:PDF> ; Consultado em 13/09/2015.

PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO UNIÃO EUROPEIA. **DIRETIVA 2014/40/UE**. Disponível em: http://ec.europa.eu/health/tobacco/docs/dir_201440_pt.pdf ; Consultado em: 18/08/2015.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. **Código de Defesa do Consumidor - Lei 8.078/90**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm ; Consultado em: 02/09/2015.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm ; consultado em 10-04-2015.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. **Política nacional do meio ambiente – Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm ; consultado em: 10-04-2015.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. **Política nacional de resíduos sólidos - Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm ; consultado em 10-04-2015.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. **Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm ; consultado em 10-04-2015.

SANTOS, Luiz Dário dos. **Relação de Consumo Sustentável - A geração de resíduos sólidos sob a ótica da proteção jurídica do consumidor**. São Paulo: Editora Letras Jurídicas, p.132, 140.

SECRETARIA DO ESTADO DA FAZENDA DE MINAS GERAIS. **Código Fiscal de Operações e Prestações e Código de Situação Tributária**. Disponível em:

http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/ricms_2002_seco/anexov2002_7.htm ; Consultado em: 05/09/2015.

SPITZCOVSKY, Débora. **ONU lança primeiro mapa global de lixo eletrônico**. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/onu-lanca-primeiro-mapa-global-lixo-eletronico-e-lixo-world-map-763469.shtml> ; consultado em 11-04-2015.

TENÓRIO, Jorge Alberto. **Desafios na gestão de REEE: panorama atual e perspectivas futuras**. São Paulo: Editora Campus.

TRIPOLI, Ricardo (relator). **RELATÓRIO RIO+20**. COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SUBCOMISSÃO RIO+20. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/documentos/relatorio-final-da-subcomissao-rio-20> ; Consultado em: 14/09/2015.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Preparedness Key to Avoiding Worst Consequences os Disasters**. Disponível em: <http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=26840&ArticleID=35393&l=en> ; Consultado em: 20/08/2015.