

MANDARINO, Marcelo Longo Freitas. SINAY, Maria Cristina Fogliatti de. **O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.13, n.2, p. 30-57 TRI II 2019. ISSN 1980-7031

Título: O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades.

Marcelo Longo Freitas Mandarino – Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Administração da Unigranrio
E-mail: marcelo79@hotmail.com
Tel.: (21) 99911-8769

Maria Cristina Fogliatti de Sinay – Professora do Programa de Pós-Graduação em Administração da Unigranrio
E-mail: cristinasinay@gmail.com
Tel.: (21) 2531-8804

O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades

Resumo:

A rápida inovação tecnológica tem demonstrado uma drástica redução da vida útil média dos produtos, resultando em uma geração maciça de Resíduos Eletroeletrônicos. Este tipo de resíduo por possuir componentes e substâncias tóxicas, são altamente nocivas ao meio ambiente e a saúde humana caso sejam descartados ou manipulados de forma inadequada. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o eletroeletrônico e seu resíduo correspondentes alertando sobre os impactos e efeitos negativos que os mesmos podem trazer para a sociedade. Esta pesquisa é considerada de natureza descritiva, qualitativa de caráter exploratório. Concluímos que os resíduos provenientes do eletroeletrônico possuem características que devem ser tratadas com cautela frente à nocividade que podem trazer para a sociedade, havendo a iminente necessidade de um plano de logística reversa.

Palavras-Chave: Resíduo eletroeletrônico. Obsolescência Programada. Logística Reversa. Desenvolvimento Sustentável.

Abstract:

The Rapid technological innovation has demonstrated a drastic reduction in the average life of the products, resulting in a massive generation of Electrical and Electronic Waste. This type of waste, as it contains components and toxic substances, is highly harmful to the environment and human health if it is disposed of or handled improperly. The objective of this work was to characterize the electronics and its corresponding residuals alerting about the impacts and negative effects that the same can bring to the society. This research is considered of descriptive nature, qualitative of exploratory nature. We conclude that residues from the electro-electronic have characteristics that must be treated with caution against the harmfulness they can bring to society, with the imminent need for a reverse logistics plan.

Keywords: Electronic-electrical residue. Scheduled obsolescence. Reverse logistic. Sustainable development.

1. INTRODUÇÃO

Produtos eletroeletrônicos normalmente trazem para a sociedade comodidade e conforto, onde diversos são fabricados com o intuito de diversão e entretenimento, sendo aparentemente equipamentos inofensivos (ANDRADE, 2010).

Com o desenvolvimento industrial e os avanços tecnológicos, destaca-se no ano de 2018 o crescimento da produção industrial destes produtos que no mês de abril ultrapassou em 19,5% quando comparado ao mesmo período do ano anterior, sendo os equipamentos de informática e aparelhos de áudio e vídeo os impulsionadores deste crescimento (ESTADÃO CONTEÚDO, 2018).

Cézar-Matos, Neves e Vargas (2017) ressaltam que esse crescimento da indústria consequentemente faz aumentar a produção do lixo tecnológico, caracterizado como um fenômeno da sociedade da informação e da sociedade de consumo. Todo esse volume de REEE gerado, segundo Walraven (2007), supera largamente a capacidade existente para gerenciá-la de forma ambientalmente sustentável.

O alto consumo da sociedade que é imposto pelas indústrias, advindo da obsolescência programada, e potencializada pela mídia, impulsiona o consumidor a adquirir cada vez mais novos produtos e substituí-los com maior rapidez, gerando com isso graves danos nas mais diversas áreas como a social e ambiental, ocasionando a geração de resíduos praticamente imensuráveis. Este tipo de resíduo, também conhecido como 'lixo digital', ou Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico (REEE) pode se tornar um grande problema para a sociedade se não forem tomadas providências quanto a sua destinação e descarte (ANDRADE, 2010; NATUME, SANT'ANNA, 2011; SILVA, PIMENTA; CAMPOS, 2013).

O REEE, composto por cerca de 70% de metais pesados, quando dispostos de forma inadequada podem trazer graves danos ao meio ambiente e a saúde da população com contaminação do solo, lençóis freáticos, além de representar risco à saúde pública (LOPES, 2000; SANTOS; SOUZA, 2010).

Demajorovic e Migliano (2013) destacam o crescimento da preocupação com a destinação adequada dos REEEs em vários países desenvolvidos desde a década de 1990, onde as empresas são obrigadas a se responsabilizar pela destinação final adequada. Já no

MANDARINO, Marcelo Longo Freitas. SINAY, Maria Cristina Fogliatti de. **O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.13, n.2, p. 30-57 TRI II 2019. ISSN 1980-7031

Brasil, ações mais concretas nesta mesma linha são mais tardias, tendo como marco a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no ano de 2010.

Levantamento realizado em 2009 pelos Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research, em parceria com a Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais, estimam que no Brasil sejam gerados mais de 679 mil toneladas por ano de REEE, correspondendo à geração per capita anual desse lixo no período compreendido entre 2001 e 2030, de 3,4 kg/habitante (FEAM, 2009).

Neste contexto, com a geração do REEE proveniente do consumismo exacerbado da sociedade, devidamente impulsionado pelas ações de propaganda e marketing, concomitante ao crescimento da indústria de eletroeletrônicos, torna-se imperativa adoção de ações políticas e socioambientais para minimizar os impactos negativos advindos do descarte inadequado deste tipo de resíduo.

O objetivo principal deste trabalho é caracterizar o eletroeletrônico e seu resíduo correspondentes alertando sobre os impactos e efeitos negativos que estes podem trazer para o meio ambiente e a saúde humana se descartados de forma inadequada, juntamente com a obsolescência programada por parte das indústrias e a logística reversa, prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos como instrumento a ser utilizado para devolução deste resíduo à cadeia produtora. Na sequência apresentam-se o método de pesquisa e as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Equipamento Elétrico e Eletrônico

Equipamentos Elétrico e Eletrônico (EEE) são aqueles dependentes de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos para seu funcionamento, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição dessas correntes e campos, concebidos para utilização com uma tensão nominal não superior a 1000 Volts para corrente alternada e de 1500 Volts para corrente contínua, sendo esta a definição mais utilizada no Brasil (EUROPEU, 2003; SANTOS, 2012).

A ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2013) classifica os EEE em quatro categorias, conforme figura 1.



Figura 1: Categorias de EEE.
Fonte: ABDI (2013)

2.2 Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico

De acordo com Magalhães (2011) para representar os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos, são utilizadas diferentes terminologias, sendo denominada pela sigla brasileira (REEE) como: lixo eletrônico, lixo tecnológico, e-lixo, resíduos eletroeletrônicos, resíduos de aparelhos elétricos e eletrônicos; resíduos tecnológicos, sucata eletroeletrônica, sucata eletrônica, sucata tecnológica, entre outras afins.

Sant'anna, Machado e Brito (2014) ressaltam que 'lixo eletrônico' é a expressão popular comumente utilizada para definir produtos eletrônicos após o fim de sua vida útil. Na língua inglesa, as terminologias utilizadas são: e-waste, e-scrap, electronic waste. Como ainda não existe uma definição padronizada internacionalmente (WIDMER et al., 2005), neste trabalho adota-se o termo "Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico" – REEE.

Assim como não existe uma padronização na terminologia, Panizzon, Reichert e Schneider (2017) ressaltam que até o momento também não existe no Brasil uma definição

padrão sobre o que consiste um REEE, uma vez não há definição na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) a respeito de sua composição e classificação.

Rodrigues (2007) destaca as siglas adotadas por alguns países, conforme demonstrado na tabela 1.

Tabela 1: Siglas utilizadas para representar em alguns países o termo ‘Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos’

PAÍSES	NOMENCLATURA	SIGLA
América Latina	<i>Resíduos de Aparatos Eléctricos e Electrónicos</i>	RAEE
Brasil	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos	REEE
Espanha	<i>Resíduos de Aparatos Eléctricos e Electrónicos</i>	RAEE
França	<i>Déchets d'Équipement Électrique et Électronique</i>	DEEE
Japão, China, EUA, Canadá	<i>E-Waste</i>	WEEE
Países da Comunidade Europeia de língua inglesa	<i>Waste Electric and Electronic Equipment</i>	WEEE
Portugal	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos	REEE

Fonte: MAGALHÃES, 2011 *apud* BARRETO, 2014; RODRIGUES (2007).

Wang et al., (2012) considera REEE como sendo equipamentos elétricos e eletrônicos descartados que estão no final de sua vida econômica e não são mais utilizados pelos consumidores, ressaltando que fazem parte de uma categoria de resíduos complexos contendo substâncias perigosas e valiosas.

PGIREEE (2009) salienta que REEEs são os equipamentos elétricos e eletrônicos considerados obsoletos que são submetidos ao descarte, incluindo todos os componentes que o compõe e os materiais consumíveis necessários para seu funcionamento, a exemplo, cabos, fios, teclados, estabilizadores, dentre outros.

A quantificação dos volumes de REEE é desafiadora devido à falta de sistemas adequados de rastreamento de resíduos. Os desafios incluem a falta de precisão dos dados relativos à coleta e tratamento dos REEE, bem como ao comportamento dinâmico dos fluxos de resíduos e seus constituintes (SCHLUEP et al., 2013).

Wang et al., (2013) salientam que a quantificação de REEE é particularmente pesada nos países em desenvolvimento, uma vez que os sistemas informais de gestão de resíduos são mal documentados.

Huisman (2010) afirma existir forte correlação entre o produto interno bruto (PIB) e a geração de REEE, considerando ser proporcional o desenvolvimento econômico de um país com a quantidade de REEE gerada por pessoa. Assim, Isildar et al., (2017) esperam um aumento acentuado da geração de REEE em praticamente todos os países em desenvolvimento nas próximas décadas.

A Comunidade Europeia divide os REEEs em 10 categorias, conforme demonstrado na tabela 2.

Tabela 2: Categorias dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos.

Nº.	Categoria	Exemplos
1	Grandes eletrodomésticos	<ul style="list-style-type: none"> • geladeira • freezer • fogão • micro-ondas • máquinas de lavar roupa
2	Pequenos eletrodomésticos	<ul style="list-style-type: none"> • aspirador de pó • torradeira • fritadeira • faca elétricas • secadores de cabelo
3	Equipamentos de informática e de telecomunicações	<ul style="list-style-type: none"> • computador • laptop • impressora • fax • telefone
4	Equipamentos de consumo	<ul style="list-style-type: none"> • aparelho de televisão • aparelho DVD • instrumento de música • gravador de vídeo
5	Equipamentos de iluminação	<ul style="list-style-type: none"> • luminária para lâmpada fluorescente
6	Ferramentas elétricas e eletrônicas (com exceção de ferramentas industriais fixas de grandes dimensões)	<ul style="list-style-type: none"> • serra • máquina de costura • ferramenta para cortar grama • ferramenta para soldar, pregar
7	Brinquedos e equipamentos de esporte e lazer	<ul style="list-style-type: none"> • jogo de vídeo • caça-níquel • equipamento esportivo
8	Aparelhos médicos (com exceção de todos os produtos implantados e infectados)	<ul style="list-style-type: none"> • equipamento de cardiologia, de medicina nuclear, radioterapia, fertilização, diálise
9	Instrumento de monitoramento e controle	<ul style="list-style-type: none"> • detector de fumo • termostato
10	Distribuidores automáticos	<ul style="list-style-type: none"> • distribuidor automático de dinheiro, bebida, produtos sólidos

Fonte: Parlamento Europeu Directiva 2002/96/CE.

2.3 Composição do Resíduo Elétrico e Eletrônico e seus Efeitos

Sua composição abrange um complexo de resíduos com amplo espectro de produtos elétricos e eletrônicos podendo conter mais de mil tipos de substâncias distintas com fonte de metais pesados e muitas substâncias tóxicas, incorporando materiais valiosos e preciosos como ferro, aço, cobre, alumínio, ouro, prata, paládio, platina, zinco, selênio, berílio, etc., plásticos e substâncias perigosas como vidro contendo mercúrio, cádmio, baterias, retardadores de chama, clorofluorocarbonos e outros refrigerantes com grande potencial de impacto ambiental (EUROPEU, 2003; TSYDENOVA; BENGTTSSON, 2011; SIQUEIRA, MARQUES, 2015; SANT'ANNA, MACHADO, BRITO, 2015; KAYA, 2016).

Devido a sua complexa mistura de materiais e componentes, o REEE se não for devidamente gerenciado pode resultar em riscos indesejáveis às comunidades com grandes problemas ambientais e de saúde, mesmo que em baixa quantidade, devido à não possuírem características biodegradáveis, podendo se biomagnificar no meio ambiente. Estes materiais estão frequentemente dispostos em camadas e subcomponentes afixados por solda ou cola. Alguns equipamentos ainda recebem jatos de substâncias químicas específicas para finalidades diversas como proteção contra corrosão ou retardamento de chamas, cuja concentração desses materiais pode ser em escala microscópica ou em grande escala (EUROPEU, 2003; WIDMER et al., 2005; ABDI, 2012; CHENG et al., 2014).

Dada à diversidade de materiais encontrados nos REEE, é difícil generalizar a composição de materiais destes resíduos. No entanto, a maioria dos estudos examina cinco categorias de materiais: metais ferrosos, metais não ferrosos, vidro, plásticos e outros, ilustrado no gráfico 1.

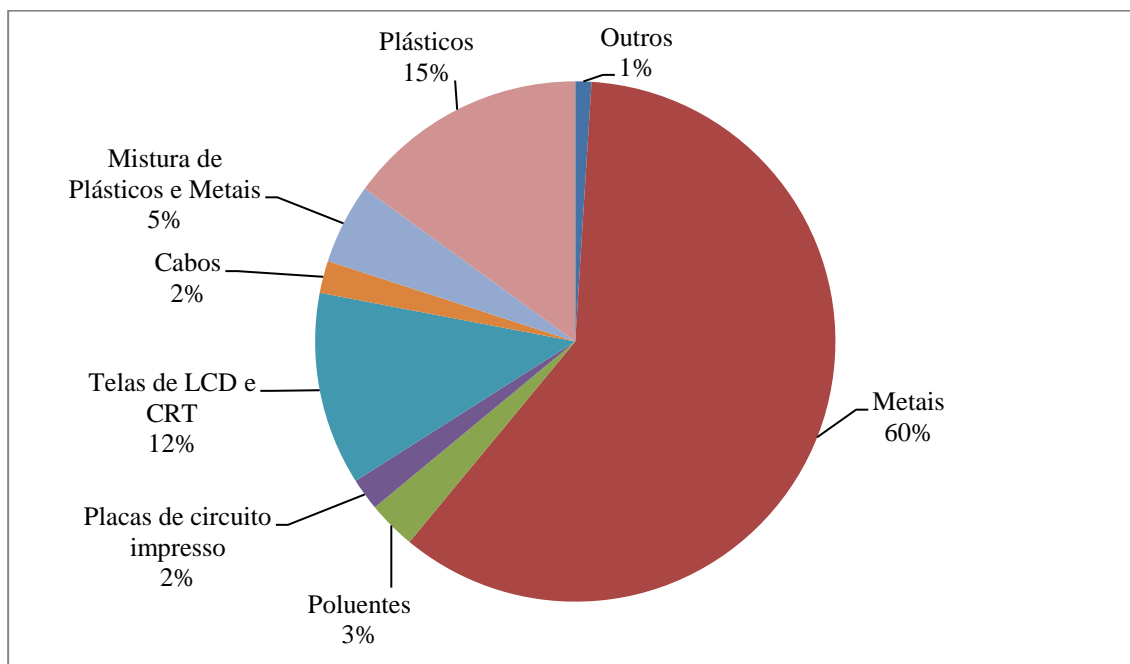


Gráfico 1: Frações dos materiais que compõem o REEE.
Fonte: Adaptado Widmer *et al.*,(2005).

O contato direto ou indireto com metais pesados podem gerar muitos efeitos e causar danos a toda e qualquer atividade biológica. A resposta dos efeitos gerados pode ser aguda, e em outros casos crônicas, mas muitas vezes acabam sendo tardias, dificultando o diagnóstico da patogênese por perder a relação direta (MOREIRA, MOREIRA, 2004).

Embora muitas dessas substâncias tenham sido regulamentadas em algum momento, ainda se fazem presentes nos equipamentos mais antigos. Outras substâncias perigosas ainda são legalmente usadas em novos produtos, como o mercúrio, que podem ser encontrados em uma variedade de EEE (UNEP, 2014), e se e se for gerenciada de forma inadequada, este REEE pode representar significativos riscos para a saúde humana e ambiental (SCHLUEP *et al.*, 2013).

A tabela 3 apresenta algumas substâncias presentes no REEE e seus efeitos na saúde humana.

Tabela 3: Substâncias que compõem o REEE.

Substância	Principais danos causados à saúde
Alumínio	Ataca o sistema nervoso com alterações neurocomportamentais, problemas respiratórios e fibrose.
Arsênio	Pode causar irritação respiratória, náuseas, efeitos na pele, e aumento do risco de câncer de pulmão.
Cádmio	Os alvos mais sensíveis a toxicidade são os rins e ossos e pulmões. Causa danos tubulares

	renais, diminuição da mineralização óssea, diminuição da função pulmonar e enfisema.
Chumbo	Danos na parte hematológica, gastrointestinal, cardiovascular, renal, neurológica, e reprodutiva .
Mercúrio	Tosse, dor de garganta, dor no peito, náuseas, vômitos, diarreia, aumento da pressão sanguínea ou frequência cardíaca, gosto metálico na boca, irritação ocular, dor de cabeça e problemas na visão.
Níquel	O mais comum é a dermatite. Pode causar também inflamação no pulmão. Seus compostos são considerados carcinogênico
Zinco	É um nutriente essencial para os seres humanos e animais. A exposição em altas doses pode resultar em sintomas gastrointestinais como cólicas abominais, vômitos e diarreia.
PCBs (bifenilos poli-clorados)	Afetam o sistema imunológico, hormonal, nervoso e enzimático do corpo, tendo impacto em quase todos os órgãos. São considerados carcinógeno para animais e um provável carcinógeno para humanos.
Bário	Hipocalcemia, taquicardia, hipertensão e/ou hipotensão, fraqueza muscular e paralisia.
Crômio hexavalente	Material altamente tóxico que pode passar facilmente através das membranas celulares provocando fortes reações alérgicas, como bronquite e asma. Pode também causar danos ao DNA.
Manganês	Se inalado pode ser transportado diretamente para o cérebro resultando em desordem neurológica permanente, tremores, dificuldade de caminhar e espasmos faciais. Em níveis elevados pode resultar em inflamação pulmonar.
Berílio	Ataca principalmente o Sistema respiratório com sintomas de nasofaringite, falta de ar, respiração e dermatite quando em contato com a pele.

Fontes: HORNE e GERTSAKIS (2006); ATSDR (2017).

2.4 Obsolescência Programada

O surgimento do conceito de obsolescência programada surgiu no ano de 1932 com americano Bernard London, um investidor imobiliário, através do seu folheto ending the Depression Through Planned Obsolescence. Sua teoria era acabar com a depressão através da obsolescência planejada, que consistia no planejamento da interrupção do ciclo de vida do produto, obrigando assim que os consumidores voltassem a comprar, gerando com isso mais procura e conseqüentemente mais emprego, pondo fim à crise (LONDON, 1932; MAGERA, 2012). Esse conceito é reforçado por Zanatta (2013) e Bach e Selow (2017) entendendo que as empresas projetam seus produtos com uma vida útil limitada, levando o consumidor à substituição por um modelo mais novo em um espaço de tempo menor, aumentando conseqüentemente seus lucros, caracterizando assim a obsolescência programada.

Mattos (2017) considera a obsolescência programada uma opção do sistema capitalista resultante de uma ideia antropocentrista a qual defende que o ser humano está em uma posição hierarquicamente superior à natureza, permitindo-lhe utilizar seus recursos da maneira que melhor satisfaça seus próprios interesses, enquanto que para Vieira e Rezende (2015), obsolescência programada é uma estratégia utilizada pelos fabricantes para determinar

a vida útil do produto fazendo com que o mesmo tenha um tempo de vida definido, estimulando com isso a aquisição de novos produtos em um curto período de tempo.

A importância do planejamento do ciclo de vida de um produto vem da perspectiva estratégica, cuja equipe gerenciadora do projeto determina a direção básica e os conceitos para seu desenvolvimento. O desenvolvimento de um produto e o fluxo para determinar seu ciclo de vida quase sempre são etapas desenvolvidas de forma independente, entretanto, o planejamento do ciclo de vida é caracterizado pelo processo ao qual a equipe de desenvolvimento pode e deve considerar o produto e seu ciclo de vida de uma forma holística (UMEDA et al., 2012). A figura 2 apresenta os detalhes do processo de desenvolvimento do ciclo de vida do produto.

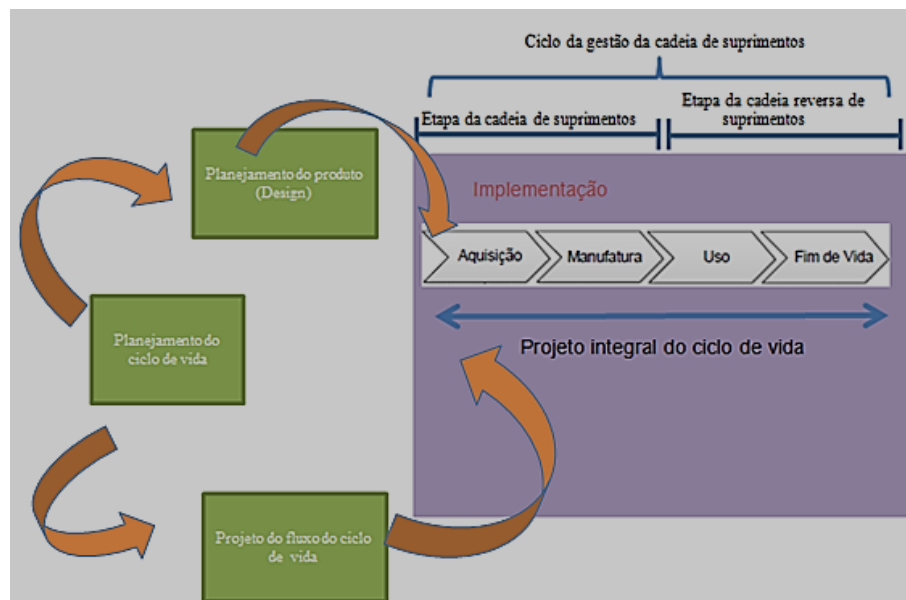


Figura 2: Visão geral do planejamento e desenvolvimento do ciclo de vida
Fonte: Adaptado UMEDA *et al.*, (2012).

De acordo com Rocha e Souza (2017) apud Packard (1965), há três maneiras pelas quais um produto pode se tornar obsoleto:

a) obsolescência de função: ocorre quando um novo produto, quando comparado com seu antecessor, desempenha melhor determinada função, tornando-o ultrapassado.

b) obsolescência de qualidade: ocorre quando um produto é idealizado já no seu projeto para ter um desgaste maior do que levaria normalmente ou já previamente projetado para quebrar.

c) obsolescência de desejabilidade: ocorre quando um produto, apesar de estar em perfeitas condições de uso e funcionamento, passa a ser considerado antiquado devido ao surgimento de outro estilo ou devido a alguma alteração que o torne menos desejável.

Xavier e Carvalho (2014) ressaltam que a crescente dependência por produtos eletrônicos e os recentes avanços tecnológicos tornam o ciclo de vida desses equipamentos cada vez mais curto, gerando uma rápida obsolescência e um novo desafio ambiental, que para Natume e Sant'anna (2011) e Xavier e Carvalho (2014) torna a gestão dos REEE uma preocupação mundial.

Essa rápida inovação tecnológica associada ao crescimento das indústrias eletrônicas acelera o processo de substituição, reduzindo drasticamente a vida útil média dos produtos, resultando em uma geração maciça de equipamentos elétricos e eletrônicos com fim de vida abreviado, ocasionando consequentes aumentos dos REEEs), tornando-se imperativo o modo de gestão sustentável (BARROSO, MACHADO, 2005; NATUME, SANT'ANNA, 2011; SIQUEIRA, MARQUES, 2015; KAYA, 2016; ISILDAR et al.,2017; WAHRLICH et al., 2017).

Sant'anna, Machado e Brito (2014) corroboram que o aumento na geração de REEE tem suas raízes na redução do ciclo de vida dos EEE devido ao rápido avanço da tecnologia com a obsolescência programada. Kumar e Rawat (2015) complementam que o rápido avançar da tecnologia com mudanças de tecnologia estão resultando em uma obsolescência acelerada de produtos ainda funcionais.

A implementação da obsolescência planejada está levando a sociedade a uma limitação ambiental em termos de recursos naturais devido ao crescimento alarmante da geração de REEE (ASSUMPCÃO, DANTAS, 2017), onde a indústria é responsável por fomentar o consumo da sociedade, além de produzir equipamentos com vícios ocultos, que consequentemente resultam na redução da vida útil (BACH, SELOW, 2017).

O acelerado processo de obsolescência certamente aumentará a quantidade de REEE. Oliveira (2012) destaca que a disponibilização e acondicionamento adequados dos resíduos

MANDARINO, Marcelo Longo Freitas. SINAY, Maria Cristina Fogliatti de. **O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.13, n.2, p. 30-57 TRI II 2019. ISSN 1980-7031

gerados em decorrência do consumo tem sido um dos grandes desafios encontrados na modernidade pelo ser humano.

Wille (2012) destaca que um dos conceitos da logística reversa é o conceito do ciclo de vida do produto, dividindo-se em quatro estágios: lançamento, crescimento, maturação e declínio.

Nesse sentido, a ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2012) considera a logística reversa como instrumento de fechamento desse ciclo, promovendo a reciclagem do produto obsoleto de forma que o mesmo retorne ao mercado na forma de matéria prima reciclada e de uma forma ambientalmente adequada.

Corroborando, a Política Nacional de Resíduos Sólidos apresenta o instrumento de logística reversa como ferramenta a ser adotada para coleta de resíduos sólidos no Brasil, estabelecendo responsabilidades para distintos atores envolvidos no ciclo de vida do produto (PEREIRA, 2011).

2.5 Logística Reversa

A logística, originalmente, preocupava-se apenas com itens como: integração e otimização dos fluxos de informações, distribuição, embalagem, manuseio de itens pertencentes às empresas para disponibilizar ao mercado consumidor e alocação de recursos. Entretanto, devido a enorme quantidade de produtos que as empresas disponibilizam para o mercado consumidor, somado ao breve ciclo de vida dos produtos, surge no cenário atual uma tendência denominada como descartabilidade (SOARES, 2017).

Essa tendência traz consigo o acúmulo de produtos os quais não são mais utilizados por seus consumidores. No sentido de reduzir este acúmulo, a logística reversa tornou-se um campo de importância para todas as organizações devido a crescentes preocupações ambientais, legislação, responsabilidade social corporativa e competitividade sustentável, sendo compreendida como atividade responsável na coleta de produtos usados pelos clientes com a finalidade de reutilizar, reparar, reciclar ou descartar promovendo à valorização dos bens recuperados com redução de custos, permitindo à diferenciação da imagem corporativa

com benefícios econômicos e atendimento as questões ambientais impostas pelo mercado consumidor ou pela legislação, tornando-a eficientes e eficazes (CHAVES, ALCÂNTARA, 2009; AGRAWAL, SINGH, MURTAZA, 2015).

Magera (2012) destaca diferenças básicas entre logística, conhecida também como logística direta, e a logística reversa, onde suas diferenças já se iniciam em seus pontos de recolhimento. Enquanto que na logística direta, a maior quantidade de pontos está relacionada à distribuição, na reversa está nos pontos de recolhimento. Outra diferença importante é a destinação de rotas as quais na logística direta é bem definida, enquanto que na reversa essa preocupação não é necessária. A figura 3 apresenta o fluxograma com o processo de logística direta e reversa.



Figura 3: Fluxo da logística direta e reversa para bens duráveis.
Fonte: SANT'ANNA, MACHADO, BRITO (2015)

O crescente aumento no uso de dispositivos eletrônicos reflete diretamente no processo de aceleração da produção destes equipamentos. Inicialmente o acúmulo de REEE não representava um problema, entretanto, com seu crescimento exponencial de EEE, o acúmulo tem sido cada vez maior, tornando-se um problema por não haver espaço físico adequado para armazenagem e nem condições adequadas para a reciclagem de todo o material descartado, sendo emergente a necessidade de uma solução que promova condições adequadas para seu descarte (OLIVEIRA et al., 2015).

Pessanha e Caetano (2014) consideram que o acúmulo dos REEE em locais inapropriados, a falta de informação sobre os riscos do descarte inadequado, a ausência de locais de fácil acesso para o descarte e a falta de uma política de reaproveitamento são fatores que colaboram para o descarte inadequado.

Devido às novas possibilidades de negócios, juntamente com o crescente interesse do ramo empresarial e pesquisas na área, o conceito de logística reversa ainda não está totalmente definido, apresentando-se em evolução (WILLE, 2012).

Clock, Batiz e Duarte (2011) apontam a logística reversa como um instrumento que visa além do simples retorno dos produtos aos seus respectivos fabricantes, considerando também a preservação do meio ambiente, de forma a estimular o desenvolvimento sustentável, sendo de fundamental relevância um planejamento eficiente para toda a sociedade. Tal iniciativa propicia benefícios econômicos para as empresas e melhor qualidade de vida para a população, visto que a adoção da prática da logística reversa evita que toneladas de substâncias sejam descartadas indevidamente ou ocupem desnecessariamente os aterros sanitários.

No mesmo sentido, Souza e Payão (2017) reforçam que a aplicação do instrumento da logística reversa visa à diminuição do impacto causado pelos resíduos sólidos através de uma disposição ambientalmente adequada, ressaltando que se trata de um processo de amadurecimento além de demandar investimentos.

De acordo com Guarnieri et al., (2006), o processo de logística reversa utiliza as mesmas atividades da logística direta, devendo os resíduos serem coletados, embalados e expedidos para que possam ser destinados aos canais reverso, conforme observado na figura 4.

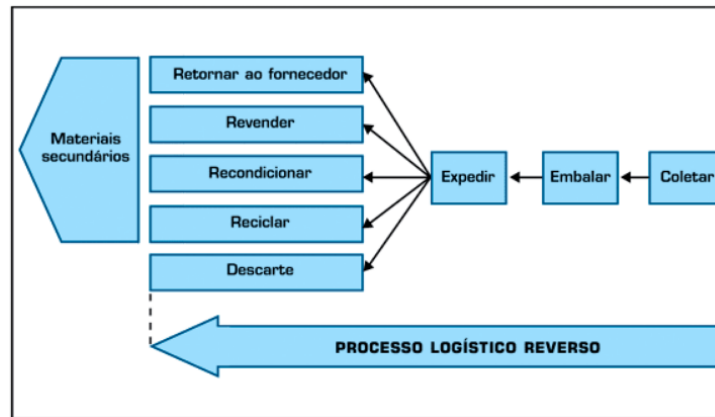


Figura 4: Canais da logística reversa.
Fonte: GUARNIERI *et al.*, (2006).

Neste processo, os custos relacionados ao transporte e armazenamento representam uma fração significativa do custo total do processo de gerenciamento do fluxo da logística reversa. Autoridades, governos e órgãos reguladores devem se concentrar na minimização desses custos fornecendo incentivos para que clientes e consumidores participem mais ativamente do gerenciamento dos REEE (ACHILLAS *et al.*, 2010), destacado o transporte como uma das principais atividades deste processo de logística reversa (DAT *et al.*, 2012).

As práticas adotadas na logística reversa podem custar milhões de dólares para a empresa e sua implementação pode ser um empreendimento de risco, pois envolve aspectos financeiros e operacionais que podem determinar o desempenho da empresa em longo prazo. No entanto, com as medidas legislativas apertando, não há muitas opções (RAVI, SHANKAR, TIWARI, 2005), com destaque para a Lei nº. 9.605/98 que prevê pena de reclusão e multa para quem causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana (BRASIL, 1998).

Além dos altos custos, fatores como o conflito de interesse sobre a implantação da logística reversa também são considerados desafiadores. O governo é acusado pelo setor privado por não ter estipulado e definido bem os papéis na cadeia reversa, reclamando também da ausência de políticas que incentivem sua implantação. Por outro lado, o setor privado é acusado pela valorização dos desafios cujo objetivo é a procrastinação da sua efetivação. Ademais, a própria indústria acusa empresas do próprio setor por não assumir o custo relativo ao transporte (DEMAJOROVIC, AUGUSTO, SOUZA, 2016).

Em um mundo com recursos finitos, a recuperação de produtos e materiais usados passa a ser fundamental, onde a redução dos resíduos é uma grande preocupação dos países industrializados, tornando a responsabilidade um elemento importante da política pública do meio ambiente (FLEISCHMANN, 1997).

No contexto da gestão dos resíduos sólidos urbanos o Brasil apresenta uma das legislações mais modernas do mundo (TEODÓSIO, DIAS, SANTOS, 2016), representando entre países em desenvolvimento uma abordagem inovadora no que se refere à implementação da logística reversa de REEE (DEMAJOROVIC, AUGUSTO, SOUZA, 2016).

Face o cenário, torna-se imprescindível à atuação do Poder Público na criação de mecanismos legais para que os produtores se vejam obrigados a retirar de circulação aqueles componentes que não mais são utilizados pelo consumidor e a sociedade perceba a importância do descarte correto (STOHRER, PIENIZ, 2015; OLIVEIRA et al., 2015).

Nesse sentido, o instrumento da logística reversa é apresentado na Política Nacional de Resíduos Sólidos como um mecanismo facilitador para a melhora do cenário relativo ao descarte dos REEEs, consiste basicamente no retorno do produto ao fabricante após o término de sua vida útil, reduzindo com isso os custos com matéria prima e conseqüentemente a exploração dos recursos naturais (CAUMO, ABREU, 2013).

2.6 Política Nacional de Resíduos Sólidos

Com intuito de minimizar os impactos ocasionados pelos resíduos sólidos, o Congresso Nacional Brasileiro aprova, após 21 anos de tramitação, a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, instituída pela Lei Federal nº. 12.305/2010.

A referida Lei aborda os princípios, objetivos e instrumentos da PNRS, as diretrizes aplicáveis às esferas governamentais, define responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos, englobando de toda a cadeia produtora, desde os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, até o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos, incluindo os resíduos perigosos, medidas indutoras para atender as questões ambientais com incentivos fiscais, financeiros e creditícios.

A PNRS trata também sobre a estruturação e implementação do sistema de logística reversa para os seguintes itens: agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista e produtos eletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010). Para estes itens, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes poderão firmar termo de compromisso com a União para implementação de sistema de logística reversa próprio (BRASIL, 2017). Duthie e Lins (2017) alertam que embora o Brasil tenha se antecipado com a PNRS, o parágrafo que trata especificamente dos REEE permanece aguardando resolução.

Pereira e Silveira (2014) destacam que a PNRS é regida pelo princípio da responsabilidade compartilhada, onde o descarte correto dos produtos também é responsabilidade dos fabricantes de eletroeletrônicos. Reveilleau (2011) aponta para o avanço que a PNRS trouxe à gestão dos resíduos com as definições das atribuições e responsabilidades, entretanto, afirma persistir o dilema para encontrar medidas que sejam capazes e adequadas para implementação dos objetivos e diretrizes previstos. Nesta mesma linha, Sant'anna, Machado e Brito (2015) afirmam que isoladamente, o ato de legislar não é suficiente, fazendo-se necessário articular a viabilidade da logística reversa com os principais atores envolvidos.

Empresas passaram a ser responsabilizadas pela destinação e reaproveitamento dos resíduos derivados de seus produtos fabricados, sendo mais exigidas para atendimento à legislação, pois, dentro desse novo cenário ficam claras as vantagens, inclusive econômicas, da reversão de materiais e/ou da reciclagem nas diferentes áreas e funções organizacionais (TEODÓSIO; DIAS; SANTOS, 2016).

A responsabilização dos produtores, fabricantes e importadores é um destaque positivo, pois muitos não cumpriam as normas impostas pelas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) baseado na alegação que a obrigação e prescrição de regras e condutas teriam que ser através de Lei. Diante da aprovação da PNRS cuja abrangência é nacional, discussões neste sentido não devem ser mais impostas (REVEILLEAU, 2011).

Natume e Sant'Anna (2011) destacam que assim como o setor empresarial, os consumidores finais também têm suas responsabilidades dentro da PNRS. Devem seguir as

regras estabelecidas para coleta seletiva, prévia segregação dos resíduos, sendo obrigado também a acondicionar corretamente os resíduos contemplados pelo sistema de logística reversa estabelecida pelos fabricantes. Luiz et al., (2013) corroboram neste sentido ressaltando que o governo vem aperfeiçoando legislações e regulamentos estabelecendo políticas de responsabilidade socioambiental aplicáveis a todas os setores da economia, incluindo o cidadão.

A PNRS define ao poder público, responsabilidade de atuar, de forma subsidiária, em eventos lesivos ao meio ambiente ou à saúde pública, relacionado ao gerenciamento de resíduos sólidos e institui a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, devendo ser implementada de forma encadeada e individualizada, abrangendo desde o início da cadeia produtora, com os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, incluindo também os consumidores e serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos (BRASIL, 2010).

No desenvolvimento de uma economia sustentável, a PNRS impacta de forma quantitativa, com a redução da complexidade e diversidade dos resíduos produzidos pela sociedade, otimizando a reflexão sobre ações que levem ao fortalecimento das empresas focadas no reaproveitamento dos resíduos, viabilizando sua utilização novamente no ciclo da produção e reaproveitamento dos resíduos sólidos (OLIVEIRA, GALVÃO, 2016), entretanto, na prática, a PNRS não se tornou uma prioridade por parte do governo, nem da população, quando tomamos como base o orçamento destinado à sua implementação e resultados obtidos desde a sua promulgação (RIBEIRO, INOUE, 2016).

Além dos problemas relacionados a orçamento destinado as ações necessárias para implementação das diretrizes da PNRS, Lima, Fernandes e Amâncio-Vieira (2017) destacam que apesar de todos os avanços no sentido de promover e exigir para que todos os que compõem a cadeia produtiva realizem a logística reversa, ainda há problemas quanto à fiscalização, que garantiria o desenvolvimento dessas atividades por parte das organizações. Na ausência da fiscalização, algumas delas deixam de se preocupar e não realizam o processo da logística reversa, intensificando ainda mais os problemas advindos do descarte inadequado dos produtos.

3. MÉTODO DE PESQUISA

O presente estudo consiste numa pesquisa descritiva, qualitativa e de caráter exploratório realizado através de pesquisa bibliográfica e documental.

Para Gil (2008) a pesquisa descritiva propicia o aprofundamento da investigação através da descrição de características de um determinado fenômeno e exploratória quando se tem como finalidade desenvolver, esclarecer e modificar ideias e conceitos.

Segundo Triviños (1987), a abordagem de cunho qualitativo trabalha os dados de forma a buscar seu significado, tendo como base a percepção do fenômeno dentro do seu contexto. A descrição qualitativa procura captar não só a aparência do fenômeno como também suas essências, buscando procurando explicar sua origem, relações, mudanças, e consequências.

Para alcançar uma base teórica, que embasasse o presente trabalho, foi utilizada a técnica de pesquisa bibliográfica, desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído, principalmente, de livros, artigos científicos, legislação, dissertações e teses para o levantamento de informações básicas a respeito do tema abordado (VERGARA, 2000).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Observa-se que embora o equipamento eletroeletrônico não possua características que se destaquem, em um primeiro olhar, como tóxicas e nocivas, sua composição está repleta de características que podem causar danos severos ao meio ambiente e saúde humana, podendo levar até a morte em alguns casos, no manuseio ou manipulação inadequada.

Considerando que os eletroeletrônicos possuam em sua composição diversos materiais valiosos, cuja extração deve ser realizada por profissional capacitado e com maquinário adequado, deve-se observar que a extração destes materiais sem a devida orientação e uso de equipamentos de proteção individual (EPI) por parte dos catadores e recicladores pode se tornar um problema de saúde pública.

Diversas doenças podem estar correlacionadas ao manuseio e extração inadequada dos REEE, cuja manifestação poderá ocorrer anos adiante, sendo mais difícil a detecção e vinculação com as atividades laborais realizadas por parte da população a qual obtém parte de sua renda com a extração, segregação e venda destes componentes, partes e peças do equipamento elétrico e eletrônico.

Embora a PNRS seja uma Lei Federal, não se observa uma inter-relação e obrigatoriedade por parte das indústrias, entidades públicas e sociedade no geral quanto à adoção de práticas e ações que fomentem o descarte adequado destes eletroeletrônicos que não possuem mais utilidade, frente ao expressivo avanço tecnológico que torna os equipamentos obsoletos cada vez mais cedo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar o eletroeletrônico e seu resíduo correspondentes alertando sobre os impactos e efeitos negativos que estes podem trazer para o meio ambiente e a saúde humana se descartados de forma inadequada, juntamente com as possíveis causas para o aumento de lixo eletrônico produzido pela sociedade de forma geral.

Os REEEs produzidos e descartados de forma inadequada sem a devida segregação e tratamento acabarão sendo destinados aos aterros sanitários e/ou jogado em qualquer lugar, podendo contaminar solos e com o tempo, lixiviado aos lençóis freáticos devido a sua composição tóxica e nociva ao ser humano, se manuseado de forma inadequada, e ao meio ambiente, se descartado incorretamente.

À medida que os recursos naturais se tornam cada vez mais escassos, aumentam as preocupações com o meio ambiente, onde o maior desafio é de conseguir fornecer produtos, serviços e soluções tecnológicas que ajudem os usuários finais e corporativos a reduzirem seus impactos ambientais causados ao longo do ciclo de vida daquele produto ou serviço.

Uma das soluções indicadas para este problema é a reciclagem ou até o “upgrade” de aparelhos obsoletos, que é uma expressão usada em inglês para atualizar tecnologicamente um

MANDARINO, Marcelo Longo Freitas. SINAY, Maria Cristina Fogliatti de. **O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.13, n.2, p. 30-57 TRI II 2019. ISSN 1980-7031

equipamento, substituindo parcialmente, apenas algumas peças e/ou componentes eletroeletrônicos, melhorando o seu desempenho, sem, contudo descartá-lo totalmente.

Todavia, frente ao expressivo avanço da tecnologia e a competitividade da indústria eletrônica, equipamentos eletroeletrônicos são postos a venda com o prazo de vida útil abreviado, onde a obsolescência programada faz com que a sociedade mantenha altos níveis de consumo, sem, no entanto, se preocupar com o descarte do eletroeletrônico que não possui mais utilidade.

A coleta destes equipamentos obsoletos e/ou quebrados torna-se uma etapa crucial para todo o processo de logística reversa, pois é ele que vai determinar a quantidade de material disponível para ser recuperado.

A PNRS é regida pelo princípio da responsabilidade compartilhada onde o descarte correto dos produtos eletroeletrônicos é atribuído desde o fabricante até o consumidor final, sendo considerado um avanço para a gestão dos resíduos. Entretanto, para encontrar medidas que sejam eficientes e adequadas, também é considerado um problema, indicando a necessidade de normatização com as devidas definições dos papéis de cada ator envolvido em todas as etapas do processo de gestão do eletroeletrônico até o seu descarte final.

Em nível mundial os pesquisadores ainda apontam como necessárias mudanças nas regras internacionais de forma a facilitar a cooperação para o compartilhamento das tecnologias utilizadas nos processos de reciclagem com vistas ao descarte sustentável deste tipo de resíduo.

Diante das questões sociais, econômicas e ambientais envolvidas no processo de logística reversa dos REEEs, frente à forma e velocidade com que a humanidade vem crescendo, consumindo e se desenvolvendo, é extremamente importante que ações de fomento e conscientização por parte do governo sejam tomadas de forma a implementar ações mais eficazes no processo de logística reversa destes materiais.

Referências

ABDI – Agencia Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Logística Reversa de equipamentos eletroeletrônicos: análise de viabilidade técnica e econômica. Brasília: ABDI, 2013. Disponível em: <

MANDARINO, Marcelo Longo Freitas. SINAY, Maria Cristina Fogliatti de. **O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.13, n.2, p. 30-57 TRI II 2019. ISSN 1980-7031

http://www.abdi.com.br/Estudo/Logistica%20reversa%20de%20residuos_.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2017.

ACHILLAS, Ch et al. Optimising reverse logistics network to support policy-making in the case of electrical and electronic equipment. **Waste Management**, v. 30, n. 12, p. 2592-2600, 2010.

AGRAWAL, Saurabh; SINGH, Rajesh K.; MURTAZA, Qasim. A literature review and perspectives in reverse logistics. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 97, p. 76-92, 2015.

ANDRADE, Ricardo Teixeira Gregório; FONSECA, Carlos Sigmund; MATTOS, Karen Maria. Geração e destino dos resíduos eletrônicos de informática nas instituições de ensino superior de Natal-RN. **HOLOS**, v. 2, p. 100-112, 2010.

ASSUMPCÃO, Lia; DANTAS, Denise. PLANNED OBSOLESCENCE, CONSUMER PRACTICES AND DESIGN: A SURVEY ON CONSUMER GOODS. **MIX Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 191-193, 2017.

ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Disponível em: <<https://www.atsdr.cdc.gov/index.html>>. Acesso em 15 de dezembro de 2017

BACH, Renato Alfredo; SELOW, Marcela Lima Cardoso. A OBSOLÊNCIA PROGRAMADA E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA O MERCADO E O MEIO AMBIENTE. **VITRINE DE PRODUÇÃO ACADÊMICA PRODUÇÃO DE ALUNOS DA FACULDADE DOM BOSCO**, v. 3, n. 2, 2017.

BARRETO, Carlos Alberto Alves. Logística reversa dos resíduos dos equipamentos eletroeletrônicos: análise do consumo e pós-consumo dos computadores da Universidade Federal de Pernambuco. **Revista de Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 23-31, 2015.

BARROSO, Ana Paula; MACHADO, Virgínia Helena. A gestão logística dos resíduos em Portugal. **Investigação Operacional**, v. 25, n. 2, p. 179-194, 2005.

BRASIL (2017) DECRETO Nº 9.177, DE 23 DE OUTUBRO DE 2017. Regulamenta o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e complementa os art. 16 e art. 17 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº. 9.605/98. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

BRASIL. PNRS. Lei n 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei**, v. 9, 1998. Brasília, 2010.

CAUMO, Mateus. ABREU, Marli Custódio de. Resíduos Eletroeletrônicos: Produção, Consumo e Destinação Final. **Maiêutica-Gestão Ambiental**, v. 1, n. 1, 2013.

MANDARINO, Marcelo Longo Freitas. SINAY, Maria Cristina Fogliatti de. **O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.13, n.2, p. 30-57 TRI II 2019. ISSN 1980-7031

CÉZAR-MATOS, Arlinda; NEVES, Marta; VARGAS, Odete. RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA NA COLETA DE RESÍDUO TECNOLÓGICO: UM ESTUDO DE CASO. In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais.** 2017.

CHAVES, GLDC; ALCÂNTARA, Rosane Lucia Chicarelli. Logística Reversa: Uma análise da evolução do tema através de revisão da literatura. **XXIX ENEGEP. Salvador,** 2009.

CHENG, Z., Wang, Y., Wang, S., Zhang, G., 2014. The influence of land use on the concentration and vertical distribution of PBDEs in soils of an e-waste recycling region of South China. *Environmental Pollution* 191, 126-131.

CLOCK, Morgana; BATIZ, Eduardo Concepción; DUARTE, Patricia Costa. Redução do impacto ambiental e recuperação de custos por meio da Logística Reversa: estudo de caso em empresa de distribuição elétrica. **Revista Eletrônica Produção em Foco,** v. 1, n. 1, 2011.

DAT, Luu Quoc et al. Optimizing reverse logistic costs for recycling end-of-life electrical and electronic products. **Expert Systems with Applications,** v. 39, n. 7, p. 6380-6387, 2012.

DEMAJOROVIC, JACQUES; FERNANDES AUGUSTO, ERYKA EUGÊNIA; SARAIVA DE SOUZA, MARIA TEREZA. LOGÍSTICA REVERSA DE REEE EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO: DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA O MODELO BRASILEIRO. **Ambiente & Sociedade,** v. 19, n. 2, 2016.

DEMAJOROVIC, Jacques; MIGLIANO, João Ernesto Brasil. Política nacional de resíduos sólidos e suas implicações na cadeia da logística reversa de microcomputadores no Brasil. **Gestão & Regionalidade,** v. 29, n. 87, 2013.

DUTHIE RIBEIRO, Ana Cristina; LINS, Fernando. A economia circular e o papel da mineração. 2017.

ESTADÃO CONTEÚDO. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2018/06/06/internas_economia,964857/abinee-percebe-crescimento-de-19-5-na-producao-de-eletronicos-e.shtml>. Acesso em 10 de setembro de 2018

EUROPEU, Parlamento. Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de Janeiro de 2003: Relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). **Jornal Oficial da União Européia de,** v. 13, 2003. Disponível em:< <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32002L0096>>. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente. *Feam lança estudo sobre resíduos eletroeletrônicos.* Disponível em; <<http://www.feam.br/noticias/1/614-feam-lanca-estudo-sobre-residuos-eletronicos>>. Acesso em 13 de março de 2018.

FLEISCHMANN, Moritz et al. Quantitative models for reverse logistics: A review. **European journal of operational research,** v. 103, n. 1, p. 1-17, 1997.

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MANDARINO, Marcelo Longo Freitas. SINAY, Maria Cristina Fogliatti de. **O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.13, n.2, p. 30-57 TRI II 2019. ISSN 1980-7031

GUARNIERI, Patrícia et al. Obtendo competitividade através da logística reversa: estudo de caso em uma madeireira. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 1, n. 4, 2006.

HORNE, R. E.; GERTSAKIS, J. A literature review on the environmental and health impacts of waste electrical and electronic equipment. **RMIT University, prepared for the Ministry for the Environment, Government of New Zealand. Melbourne**, v. 24, 2006.

HUISMAN, J., 2010. WEEE recast: from 4kg to 65%: the compliance consequences. United Nations University, Bonn, Germany.

IŞILDAR, Arda et al. Electronic waste as a secondary source of critical metals: Management and recovery technologies. **Resources, Conservation and Recycling**, 2017.

KAYA, Muammer. Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes. **Waste management**, v. 57, p. 64-90, 2016.

KUMAR, Sashi; RAWAT, Shatrunjay. Future e-Waste: Standardisation for Reliable Assessment. **Government Information Quarterly**, 2015.

LIMA, Marissa Yanara de Godoy; FERNANDES, Érik Álvaro; AMÂNCIO-VIEIRA, Saulo Fabiano. LOGÍSTICA REVERSA NA INDÚSTRIA ELETRÔNICA: UM ESTUDO SOBRE A ONG E-LIXO E SUA CONTRIBUIÇÃO À SUSTENTABILIDADE. **Organizações e Sustentabilidade**, v. 5, n. 2, p. 92-114, 2017.

LONDON, Bernard. Ending the depression through planned obsolescence. **Retrieved March**, v. 25, p. 2016, 1932.

LOPES, Wilton Silva et al. Avaliação dos impactos ambientais causados por lixões: um estudo de caso. In: **Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, 27. ABES, 2000. p. 1-7 [tV].

LUIZ, Lilian Campagnin et al. Agenda ambiental na administração pública (a3p) e práticas de sustentabilidade: estudo aplicado em um instituto federal de educação, ciência e tecnologia. **Administração pública e gestão social**, v. 5, n. 2, p. 54-62, 2013.

MAGALHÃES, Diego de Castilho Suckow. Panorama dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE): O Lixo Eletroeletrônico - E-lixo. 241 p., 2011

MAGERA, M. Os caminhos do lixo. São Paulo: Átomo, 2012.

MATTOS, Fernando da Silva. ÉTICA AMBIENTAL DAS COMUNIDADES INDÍGENAS COMO INSTRUMENTO DE CONTENÇÃO DA CRISE AMBIENTAL. **Revista Eletrônica de Filosofia**, v. 1, n. 1, p. 93-106, 2017.

MOREIRA, Fátima R., MOREIRA, Josino C., “Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde”. Revista Panamericana de Salud Publica. Volume 15, nº 2, Washington, 2004.

MANDARINO, Marcelo Longo Freitas. SINAY, Maria Cristina Fogliatti de. **O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.13, n.2, p. 30-57 TRI II 2019. ISSN 1980-7031

NATUME, R. Y.; SANT'ANNA, F. S. P. Resíduos eletroeletrônicos: um desafio para o desenvolvimento sustentável e a nova lei da política nacional de resíduos sólidos. In: **3rd International Workshop on Advances in Cleaner Production. São Paulo.** 2011.

NATUME, R. Y.; SANT'ANNA, F. S. P. Resíduos eletroeletrônicos: um desafio para o desenvolvimento sustentável e a nova lei da política nacional de resíduos sólidos. In: **3rd International Workshop on Advances in Cleaner Production. São Paulo.** 2011.

OLIVEIRA de, Thais Brito; GALVÃO, Alceu de Castro Junior. O PLANEJAMENTO MUNICIPAL NA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E NA ORGANIZAÇÃO DA COLETA SELETIVA. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 1, 2016.

OLIVEIRA, Anneheide de et al. Descarte correto do lixo eletrônico: a importância da conscientização para a sustentabilidade. In: **Congresso de extensão universitária da UNESP.** Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2015. p. 1-4.

OLIVEIRA, Gisele Lopes de. ASPECTOS LEGAIS DA LOGÍSTICA REVERSA NOS TERMOS DA LEI N 12.305 DE 2 DE AGOSTO DE 2010. 2012

PACKARD, V. A estratégia do desperdício. São Paulo: Ibrasa, 1965. 311 p.

PANIZZON, Tiago; REICHERT, Geraldo Antônio; SCHNEIDER, Vania Elisabete. AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (REEEs) EM UMA UNIVERSIDADE PARTICULAR. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 4, 2017.

PEREIRA, Moacir. SILVEIRA, Marco Antônio. A necessidade de adaptação às regulações ambientais da política nacional de resíduos sólidos: do fabricante ao consumidor organizacional no setor de equipamentos eletromédicos. *Revista de Administração e Inovação*, São Paulo, v.11, n.4, p.88-109, out./dez. 2014

PEREIRA, Tiago José Neto. A Política Nacional de Resíduos Sólidos: os reflexos nas cooperativas de catadores e a logística reversa. **Diálogo**, n. 18, p. 77-96, 2011.

PESSANHA, Caroline Ribeiro; CAETANO, Márcia. Lixo eletrônico. 2014.

PGIREEE. Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos. 2009. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/2010/eletroeletrnicos.pdf>. Acesso em 27 de maio de 2017.

RAVI, V.; SHANKAR, Ravi; TIWARI, M. K. Productivity improvement of a computer hardware supply chain. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 54, n. 4, p. 239-255, 2005.

REVEILLEAU, A. C. A. A. Política Nacional de Resíduos Sólidos: aspectos da responsabilidade dos geradores na cadeia do ciclo da vida do produto. *Revista Internacional de Direito e Cidadania*, n. 10, p. 163-174, 2011.

MANDARINO, Marcelo Longo Freitas. SINAY, Maria Cristina Fogliatti de. **O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.13, n.2, p. 30-57 TRI II 2019. ISSN 1980-7031

RIBEIRO, Thais Maria Machado Lemos; INOUE, Cristina YA. Padrões sustentáveis de produção e consumo: resíduos sólidos e os desafios de governançado global ao local. **Meridiano 47**, v. 17, 2016.

ROCHA, Adilson; SOUZA, Fernando Rodrigo de. OBSOLÊNCIA PROGRAMADA DE PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS: DIMENSÃO SOCIAL, AMBIENTAL ECONÔMICA. **South American Development Society Journal**, v. 3, n. 07, p. 50-67, 2017.

RODRIGUES, Angela Cassia. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil.** 2007. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

SANT'ANNA, Lindsay Teixeira; MACHADO, Rosa Teresa Moreira; BRITO, Mozar José de. OS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL E NO EXTERIOR: DIFERENÇAS LEGAIS E A PREMÊNIA DE UMA NORMATIZAÇÃO MUNDIAL/E-WASTE IN BRAZIL AND ABROAD: LEGAL DIFFERENCES AND THE URGENT NEED OF A GLOBAL STANDARDIZATION. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 37, 2014.

SANTOS, Carlos Alberto Frantz dos. A gestão dos resíduos eletroeletrônicos e suas consequências para a sustentabilidade: um estudo de múltiplos casos na Região Metropolitana de Porto Alegre. 2012. Disponível em; < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/55137>>. Acesso em: 22 de outubro de 2017.

SANTOS, Fábio Henrique Silva dos; SOUZA, Carlos Eduardo Gomes de. Resíduos de origem eletrônica. 2010.

SCHLUEP, Mathias et al. Insights from a decade of development cooperation in e-waste management. **on Information and Communication Technologies**, p. 45, 2013.

SILVA, Lorena Albuquerque Adriano da; PIMENTA, Handson Dias; CAMPOS, Lucila Maria de Souza. Logística reversa dos resíduos eletrônicos do setor de informática: realidade, perspectivas e desafios na cidade do Natal-RN. **Revista Produção Online**, v. 13, n. 2, p. 544-576, 2013.

SIQUEIRA, Valdilene S.; MARQUES, Denise Helena França. Gestão e descarte de resíduos eletrônicos em belo horizonte: algumas considerações. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 43, 2012.

SOARES, Maria do Carmo Roos. Logística reversa aplicada a construção civil: análise dos processos de descarte em uma construtora no município de Capão da Canoa/RS. 2017.

SOUZA, Paulo Roberto Pereira de; PAYÃO, Jordana Viana. A logística reversa do pós-consumo como expressão da função social da empresa. **Revista de Direito da Cidade**, v. 9, n. 3, p. 1333-1362, 2017.

STOHRER, Camila Monteiro Santos; PIENIZ, Lisiane Ferreira. CONSUMO E RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS: A LOGÍSTICA REVERSA COMO INSTRUMENTO DO

MANDARINO, Marcelo Longo Freitas. SINAY, Maria Cristina Fogliatti de. **O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.13, n.2, p. 30-57 TRI II 2019. ISSN 1980-7031

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Revista Eletrônica Direito e Política**, v. 10, n. 1, p. 238-255, 2015.

TEODÓSIO, Armindo SS; DIAS, Sylmara FLG; SANTOS, Maria Cecília Loschiavo dos. Procrastinação da política nacional de resíduos sólidos: catadores, governos e empresas na governança urbana. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 4, p. 30-33, 2016.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo, Atlas, 1987. 175 p.

TSYDENOVA, Oyuna; BENGTTSSON, Magnus. Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment. **Waste Management**, v. 31, n. 1, p. 45-58, 2011.

UMEDA, Y. ; TAKATA, S.; KIMURA, F. ; TOMIYAMA, T. ; SUTHERLAND, J. W.; KARA, S. ; HERRMANN, C. ; DUFLOU, J. R. **Toward integrated** product and process life cycle planning – An environmental **perspective**. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 61, 681–702, 2012.

UNEP, “Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal.” PROTOCOL ON LIABILITY AND COMPENSATION FOR DAMAGE RESULTING FROM TRANSBOUNDARY MOVEMENTS OF HAZARDOUS WASTES AND THEIR DISPOSAL. 2014.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

VIEIRA, Gabriella Castro; REZENDE, Elcio Nacur. A responsabilidade civil ambiental decorrente da obsolescência programada/Environmental civil liability arising from planned obsolescence. **Revista Brasileira de Direito**, v. 11, n. 2, p. 66-76, 2015.

WAHRLICH, Julia et al. LOGÍSTICA REVERSA DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS: UM ESTUDO DE CASO DA EMPRESA ECO CENTRO SUL. In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais**. 2017.

WALRAVEN, K. (2007), “E-waste: Impacts, Challenges and the Role of Civil Society.”

WANG, F., Huisman, J., Meskers, C.E.M., et al., 2012. The best-of-2-worlds philosophy: developing local dismantling and global infrastructure network for sustainable ewaste treatment in emerging economies. *Waste Manag.* 32, 2134–2146.

WIDMER, Rolf et al. Global perspectives on e-waste. **Environmental impact assessment review**, v. 25, n. 5, p. 436-458, 2005.

WILLE, Mariana Muller. Logística Reversa: Conceitos, Legislação e Sistema de Custeio Aplicável. **Revista de Administração e Ciências Contábeis**, n. 8, 2012.

XAVIER, Lúcia Helena; CARVALHO, Tereza Cristina. Gestão de resíduos eletroeletrônicos. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MANDARINO, Marcelo Longo Freitas. SINAY, Maria Cristina Fogliatti de. **O Resíduo de Equipamento Elétrico e Eletrônico: Suas principais características e nocividades.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.13, n.2, p. 30-57 TRI II 2019. ISSN 1980-7031

ZANATTA, Marina. A obsolescência programada sob a ótica do direito ambiental brasileiro. Ciências Jurídicas e Sociais da Faculdade de Direito da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2013.