

Gestão da Logística Reversa de Eletroeletrônicos: Conceitos, Princípios e Desafios

Management of Electronic Waste reverse logistics: Definitions, Principles and Challenges

Henrique Manoel Riani Mendes^a

Mauro Silva Ruiz^b

Fábio Ytoshi Shibao^c

Cristiano Capellani Quaresma^d

^aAnalista de Sustentabilidade da ABINEE, MBA Universidade Nove de Julho – Uninove, São Paulo, São Paulo, Brasil
henriquerm@yahoo.com

^bProfessor, Programa de Mestrado e Doutorado em Administração, Universidade Nove de Julho – Uninove, São Paulo, São Paulo, Brasil
maurosilvaruiz@gmail.com

^cProfessor Pesquisador do Programa de Mestrado Profissional em Administração - Gestão Ambiental e Sustentabilidade e Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, Universidade Nove de Julho – Uninove, São Paulo, São Paulo, Brasil,
fabio.shibao@gmail.com

^dProfessor Pesquisador do Programa de Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, Universidade Nove de Julho – Uninove, São Paulo, São Paulo, Brasil,
quaresmacc@uninove.br

Recebido em 05.04.2016

Aceito em 22.05.2016

ARTIGO - DOSSIÊ

RESUMO

O presente trabalho buscou analisar, por meio de pesquisa bibliográfica e de entrevistas com experts na área, os princípios e desafios operacionais da Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos (REEE) da linha verde (equipamentos de informática, celulares e smartphones) no Brasil e no mundo. Concluímos que os países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, enfrentam desafios próprios para a implementação da Extended Producer Responsibility (EPR), tais como a competição do setor informal (representativo), a entrada de equipamentos contrabandeados e as exigências aos pequenos importadores.

Palavras-chave: Logística Reversa, Resíduos Eletroeletrônicos, Gestão, Extended Producer Responsibility (EPR).

ABSTRACT

This study sought to examine, through bibliographical research and interviews with experts, the principles and operational challenges of Reverse Logistics Electronics Waste (WEEE) the green line (computer equipment, mobile phones and smartphones) both in Brazil and abroad. We conclude that developing countries, including Brazil, face their own challenges in the implementation of Extended Producer Responsibility (EPR), such as competition from the informal sector (representatives), the illegal entry of equipment and the exigencies faced by small importers.

Keywords: Reverse Logistics, Electronic Waste, Management, Extended Producer Responsibility (EPR).

1 INTRODUÇÃO

A vida útil cada vez mais curta dos equipamentos eletrônicos, resultado de novas tecnologias que constantemente surgem no mercado, combinadas com um crescimento do poder de consumo do brasileiro, torna cada vez mais importante a existência de canais formais para a reutilização ou, ao menos, para descarte ambientalmente correto dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Segundo o relatório publicado pela *United Nations University*, intitulado "The Global e-waste Monitor", estima-se que, no Brasil, foram gerados aproximadamente 7 kg de REEE por habitante ao longo do ano de 2014. Grande parte desse volume não foi reaproveitado de modo adequado e acabou sendo descartado de modo irregular (BALDÉ; WANG; KUEHR; HUISMAN, 2015).

Os equipamentos eletroeletrônicos (EEE) são compostos por materiais, como plásticos, vidros e metais, que podem ser recuperados e retornados como insumo para a indústria de transformação. Já as substâncias tóxicas, como chumbo, cádmio, mercúrio e cobre, também encontradas nesses equipamentos, devem ter um tratamento especial, pois, sem os devidos cuidados, podem ser poluentes tóxicos tanto para o meio ambiente quanto para o ser humano (MATTOS; PERALES, 2008).

Além disso, o não reaproveitamento dos materiais e recursos naturais que compõem os EEE pode sobrecarregar o meio ambiente, uma vez que partes desses elementos são metais raros, outros são recursos escassos ou de difícil acesso. Considerando o crescente consumo desse tipo de equipamento, a extração de matéria-prima pode se tornar, além de um "gargalo", um potencial impacto ambiental negativo e relevante.

Visando tratar de assuntos como esse, foi publicada em 2010 a Lei n. 12.305 que criou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada pelo Decreto 7.404/2010. A partir dessa nova legislação determinou-se a criação de sistemas de Logística Reversa para um grupo de setores produtivos, entre eles os EEE.

Essa regulamentação introduziu no Brasil uma nova responsabilidade aos fabricantes de EEE, a de instituir e operacionalizar (em conjunto com os demais atores da



cadeia de valor) um sistema de Logística Reversa para o setor. Essa nova atividade certamente implicará em custos, até então inexistentes, além de responsabilidades às empresas, reforçando a necessidade de tratar temas como responsabilidade corporativa, gestão de resíduos, impacto ambiental e *ecodesign*, estimulando assim as empresas a repensarem seus produtos e modelos de negócio.

Todos esses pontos em conjunto têm um grande potencial de influenciar a gestão das empresas, uma vez que implicam em ações de *compliance* legal, logo não são apenas iniciativas voluntárias e/ou opcionais ao empresário.

Como formas de demonstrar que estão atendendo à legislação, as empresas podem optar por seguir diferentes caminhos, sendo uma das opções a contratação de uma empresa gestora privada. Outro método poderia ser via associação dessas empresas a uma gestora setorial ou a criação ou gestão, por parte de cada empresa, do seu próprio sistema interno de Logística Reversa. Independentemente do caminho escolhido, a empresa terá novas inter-relações com o consumidor, com novos fornecedores e prestadores de serviço, com o comércio e também com o governo, e tudo isso deverá demandar mudanças em seu sistema de gestão.

O presente trabalho buscou analisar princípios e desafios operacionais da Logística Reversa de REEE da linha verde (equipamentos de informática, celulares e *smartphones*) no Brasil e em outros países.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O MERCADO DE ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL

A crise econômica atual tem impactado diretamente o setor eletroeletrônico, fazendo com que este apresente números desfavoráveis em comparação com os últimos anos, tanto na produção quanto no faturamento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA, 2015a).

Traduzindo em números, com base no ano de 2014, tal setor representava 3,0% do PIB brasileiro, apresentando um faturamento de R\$ 153,8 bilhões e empregando 174,1 mil trabalhadores. Desse faturamento total, os setores de informática e de telecomunicações corresponderam a R\$ 37.660 milhões e R\$ 29.592 milhões, respectivamente (ABINEE, 2015b). Esse faturamento total representou uma queda de 1,9% em relação ao obtido em 2013, recuo também observado em relação ao total de empregados no setor, que perdeu no período 3,8 mil vagas (ABINEE, 2015a).

Apesar dessa queda absoluta do setor, a indústria elétrica e eletrônica no Brasil representa um segmento muito variado de produtos e, ao se analisar o cenário dos equipamentos eletroeletrônicos (EEE) objeto deste estudo – a saber, os equipamentos da chamada linha verde que compreendem os equipamentos de informática e telecomunicações de uso pessoal – se observa um cenário bem distinto desse panorama geral.



Esses aparelhos, utilizados para áreas de tecnologia da informação e comunicação (conhecidos como TIC), são hoje objeto de consumo de grande parcela da população mundial. A venda desses aparelhos tem impulsionado a indústria eletroeletrônica, que se caracteriza por ser inovadora e por lançar produtos cada vez mais potentes, em prazos cada vez mais curtos.

Nos últimos 20 anos, o lançamento constante de equipamentos com novos designs, funções “*smart*” e mais tecnologia, tem ocasionado uma diminuição na vida útil dos equipamentos eletrônicos, seja pelo interesse despertado nos consumidores, ou pela necessidade de adequar a compatibilidade do aparelho a novos programas cada vez mais potentes (KIDDEE; NAIDU; WONG, 2013).

2.2 REEE E RISCOS À SAÚDE AMBIENTAL E HUMANA

O termo lixo eletrônico ou *e-waste* foi criado para se referir ao resíduo que é gerado a partir do descarte de equipamentos eletroeletrônicos sem a intenção de reutilizá-lo. Atualmente, a gestão desse tipo de resíduo é um dos problemas ambientais que mais crescem no mundo (KIDDEE; NAIDU; WONG, 2013). Outra denominação também utilizada é a REEE – Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico (LAU; CHUNG; ZHANG, 2012), e esta será a referência utilizada neste trabalho.

Esse fluxo de geração de resíduos, relativamente novo e crescente, é comum tanto em países desenvolvidos quanto nos países ainda em desenvolvimento e apresenta características complexas, entre elas a rápida geração desses resíduos e o transporte destes para países menos desenvolvidos, que não possuem técnicas sofisticadas para o correto tratamento e destinação final (PARIATAMBY; VICTOR, 2013; BALDÉ et al., 2015).

Os EEE possuem em sua composição uma grande variedade de componentes, compreendendo plásticos, metais (ferrosos e não ferrosos), assim como alguns outros componentes como metais pesados e substâncias tóxicas. Ao final de sua vida útil esses equipamentos devem receber atenção especial, de modo a evitar que seus componentes, em especial os que apresentam alguma periculosidade ou potencial de contaminação, sejam manipulados de forma equivocada e descartados sem o devido cuidado, podendo causar prejuízos e danos, tanto à saúde do manipulador quanto ao ambiente em que foi descartado (MATTOS; PERALES, 2008).

Além dos metais pesados mais conhecidos, utilizados na fabricação de uma variedade de EEE, tais como o chumbo, o cádmio e o cobre, existem diversas outras substâncias com potencial de toxicidade, as quais são utilizadas na manufatura desses equipamentos (GERBASE; OLIVEIRA, 2012). Algumas dessas substâncias são apresentadas na Figura 1, juntamente com suas aplicações na indústria eletroeletrônica e seus possíveis impactos à saúde humana.



Figura 1 – Substâncias tóxicas mais comuns associadas aos REEE e seus impactos na saúde humana

Substância	Aplicação no EEE	Riscos à Saúde Humana
Antimônio (Sb)	Agente de derretimento no vidro CRT, caixas de computador de plástico e uma liga de solda em cabeamento	O Antimônio foi classificado como carcinogênico (IARC 2B). Em casos de exposição crônica à esta substância, pode causar dor de estômago, vômitos, diarreia e úlceras de estômago
Arsênio (Ar)	Arsenieto de gálio é usado em diodos emissores de luz	Tem efeitos crônicos que causam doenças de pele e câncer de pulmão, além de prejuízos das sinapses nervosas.
Bário (Ba)	Velas de ignição, lâmpadas fluorescentes e interiores de CRT em tubos de vácuo	Provoca edema cerebral, fraqueza muscular, danos no coração, fígado e baço, mesmo em exposição de curto prazo
Berílio (Be)	Caixas de alimentação, placas-mãe e presilhas	A exposição ao berílio pode levar a berliose, câncer do pulmão e doenças da pele. Berílio é uma substância cancerígena (IARC 1).
BFR; PBBs; PBDEs; TBBPA *	BFRs são usados para reduzir a inflamabilidade em placas de circuito impresso, plástico, teclados e isolamento do cabo	Estas substâncias são classificadas como interferentes endócrinos. Durante sua combustão, placas de circuito impresso e caixas de plástico emitem vapores tóxicos, conhecidos por causar distúrbios hormonais
Cádmio (Cd)	As baterias recarregáveis de NiCd, chips semicondutores, detectores de infravermelho, tintas de impressora e toners	Os compostos de cádmio representam um risco de danos irreversíveis à saúde humana, particularmente os rins
Clorofluorcarbonos (CFCs)	Unidades de refrigeração e espuma de isolamento	Estas substâncias impactam a camada de ozônio, o que pode levar a uma maior incidência de câncer da pele
Cromo Hexavalente (Cr VI)	Invólucro plástico, cabos, discos rígidos e como corante em pigmentos	É extremamente tóxico no ambiente, causando danos ao DNA e danos irreversíveis nos olhos
Chumbo (Pb)	Solda, baterias de chumbo-ácido, tubos de raios catódicos, cabos, placas de circuito impresso e lâmpadas fluorescentes	Pode danificar o cérebro, sistema nervoso, rins e sistema reprodutivo e causar doenças do sangue. O acúmulo de chumbo no ambiente resulta em ambos os efeitos, agudos e crônicos, na saúde humana
Mercúrio (Hg)	Baterias, bulbos de luz de fundo ou lâmpadas, monitores de tela plana, interruptores e termostatos	O mercúrio pode danificar o cérebro, rins e fetos
Níquel (Ni)	Baterias, invólucro do computador, tubo de raios catódicos e placas de circuito	Pode provocar reações alérgicas, bronquite e redução da função pulmonar e câncer de



	impresso	pulmão
Bifenilas Policloradas (PCBs)	Condensadores, transformadores e fluidos de transferência de calor.	PCB pode causar câncer em animais e pode conduzir a danos no fígado de seres humanos
Policloreto de Vinila (PVCs)	Monitores, teclados, cabos e invólucro plástico do computador	O PVC tem o potencial de ser uma substância perigosa e contaminante tóxico do ar. A combustão incompleta de PVC libera o gás cloreto de hidrogênio, que forma o ácido clorídrico. O ácido clorídrico pode causar problemas respiratórios
Selênio	Cilindros usados em fotocopiadoras	Elevadas concentrações (5E-3 mg/kg/dia) podem causar selenose

*Retardantes de Chama a base de Brometos (BFR); Bifenilas Polibromadas (PBB); Éter Difenil Polibromado (PBDE); Tetrabromobisfenol (TBBPA)

Fonte: Adaptado de Kiddee, Naidu e Wong (2013).

2.3 MARCOS REGULATÓRIOS

Entre as várias iniciativas internacionais existentes para regulamentar o movimento transfronteiriço de resíduos perigosos no mundo, a Convenção da Basileia é a mais importante. Oficialmente conhecida como “Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito”, essa Convenção foi lançada em 22 de março de 1989, entrou em vigor em 5 de maio de 1992 após ser ratificada por 159 países, sendo que os Estados Unidos, um dos maiores produtores de REEE, não consta nessa lista de países (KIDDEE; NAIDU; WONG, 2013). A Convenção da Basileia visa impor, ao país produtor do resíduo perigoso, a responsabilidade de realizar a destinação correta e ambientalmente segura desse resíduo, além de banir a exportação desses materiais perigosos para países em desenvolvimento (STHIANNOPKAO; WONG, 2013).

Países não membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, liderados pela China e ONGs do setor, demandaram que ações mais incisivas fossem tomadas para frear a exportação de REEE para seus países, tanto para disposição final, quanto para reciclagem. Com isso foi adotada a “emenda da proibição” ou “Basel BAN”, como promessa de impor regras mais rígidas a essa prática, proibindo a partir de 31 de dezembro de 1997, a movimentação transfronteiriça desses resíduos entre Estados-membros e não membros da OCDE (MATTOS; MATTOS; PERALES, 2008; OLIVEIRA, 2007; BAN, 1994).

Outra ação de controle foi elaborada por representantes de 51 nações africanas que criaram a Convenção Bamako, um suplemento à Convenção da Basileia que



tentou ser mais restritiva do que o texto original. A proposta africana apresentava definições mais amplas do que era entendido como resíduo perigoso e previa penas criminais para a importação desses produtos, porém, promulgada desde 1998 ainda não apresentou resultados efetivos. Esta e outras políticas internacionais relacionadas à regulamentação dos REEE podem ser vistas na Figura 2 elaborada por Sthiannopkao e Wong (2013).

Figura 2 – Iniciativas Internacionais relacionadas aos REEE

<i>Basel Convention</i>	Acordo internacional, promulgada em 1992 para manter resíduos perigosos dentro dos países fabricantes, ou aqueles capazes de processá-los com segurança. Conta com 172 nações signatárias, mas não foi ratificado pelos EUA. Não especifica sanções.
<i>Bamako Convention</i>	Acordo internacional em vigor desde 1998 nos países da União Africana, define limites de importação de resíduos mais rigorosas do que a Convenção de Basileia e define penalidades. Raramente é evocado.
<i>EU WEEE Directive</i>	Diretiva Europeia promulgada em fevereiro de 2003 e adotada por todos os membros da UE desde 2007, estabelece sistemas de coleta e reciclagem com base na responsabilidade do produtor, para 10 categorias de produtos elétricos.
<i>Restriction of Hazardous Substances Directive (RoSH)</i>	Diretiva Europeia promulgada em 2003 juntamente com a diretiva WEEE da UE, restringe quantidades de chumbo, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, PBB e PBDE utilizados na fabricação. Versões adaptadas por muitos outros países, incluindo a China e a Índia.
<i>Solving the E-waste Problem (StEP)</i>	Iniciativa internacional instituída formalmente em 2007 por agências das Nações Unidas, o StEP faz parcerias com universidades renomadas e organizações governamentais (por exemplo, MIT, USEPA) visando promover a reutilização de materiais reciclados e controle de contaminantes dos REEE.
<i>Reduce, Reuse, Recycle (3Rs)</i>	Programa promovido pelo Japão visa impedir a criação de resíduos, e promover a cooperação em matéria de reciclagem com países em desenvolvimento. Permite a exportação de resíduos para remanufatura.
<i>Basel Action Network (BAN), Silicon Valley Toxic Coalition (SVTC), Electronics Take-Back Coalition (ETBC)</i>	Criadas respectivamente em 1997, 1982 e 2001, estas três iniciativas agem em conjunto para viabilizar os programas de coleta e reciclagem de REEE. Eles defendem internacionalmente a implementação do "Basel Ban", um anexo mais restritivo à exportação de resíduos no âmbito da Convenção da Basileia. Estas iniciativas focam na produção de documentários, campanhas e pesquisa direcionada para a área da regulamentação, promoção da saúde humana/ambiental e restrição da movimentação transfronteiriça de resíduos perigosos.

Fonte: Adaptado de Sthiannopkao e Wong (2013)



Em julho de 2011, a Convenção da Basileia lançou o “Guia Técnico para Movimentação Transfronteiriça de REEE e EEE usados” (Guia Técnico), em particular tratando da distinção do que seria classificado como *waste* e *non-waste* (PARIA-TAMBY; VICTOR, 2013). Esse guia foi aprovado, em versão interina, durante a 12ª reunião da Convenção da Basileia (COP 12), realizada em maio de 2015. O Guia Técnico busca padronizar a forma de diferenciar os EEE usados, dos que poderiam ser exportados para outros países com fins de reparo ou reúso direto, dos resíduos que realmente não teriam nenhuma condição de serem aproveitados, visando o combate ao tráfico ilegal de REEE entre os países (UNEP, 2015).

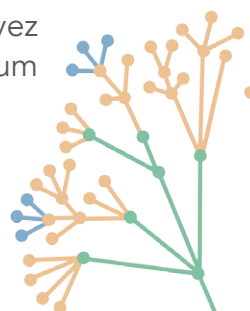
2.4 EXTERNALIZAÇÃO DOS CUSTOS NA GESTÃO DE REEE E OPORTUNIDADES DE MERCADO

Apesar de todas as políticas existentes que tentam banir a importação de REEE em países menos desenvolvidos, existe uma grande indústria da reciclagem informal que atua burlando esse sistema (LI et al., 2013). Estima-se que a maior parte dos carregamentos que chegam nesses países via esse mercado sejam sucata eletrônica, em sua maioria sem muito valor, e apenas uma ínfima parte do que é enviado pode mesmo ser reutilizado como EEE de segunda mão (STHIANNOPKAO; WONG 2013, RUCEVSKA et al., 2015).

Um dos grandes problemas dos países em desenvolvimento é a importação de REEE, pois a maioria desses países que recebe esse tipo de resíduo não apresenta tecnologia e legislações ambientais capazes de permitir o tratamento adequado deste (OLIVEIRA, 2012). De acordo com o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP – sigla em inglês), a situação desses países se agravará, uma vez que a taxa de geração desses resíduos tende a crescer rapidamente nos próximos anos (SCHUELP et al., 2009).

O volume total de REEE gerado no mundo, em 2014, foi de 41,8 milhões de toneladas, de acordo com o relatório denominado “*Global e-Waste Monitor 2014 – Quantities, flows and resources*”, elaborado pela Universidade das Nações Unidas. Ainda de acordo com esse estudo, em 2014, aproximadamente 4 bilhões de pessoas foram cobertas por legislações relacionadas à gestão dos REEE, mas ressaltam que a simples existência de uma legislação muitas vezes não pressupõe o cumprimento desta. A maior parte desse volume gerado foi na Ásia (16 Mt), sendo que a maior geração por habitante foi identificada nos Estados Unidos (22,1 Mt/hab.). Na América Latina, o volume total gerado foi de 2,7 Mt, sendo que o Brasil isoladamente foi responsável pela geração de 1,4 Mt desse resíduo, com uma geração média de 7 kg de REEE por habitante (BALDÉ et al., 2015).

A “exportação” de REEE por parte dos países desenvolvidos é muitas vezes tida como a forma mais simples de lidar com o problema. Essa prática acaba sendo comum, pois possibilita a redução dos custos das empresas fabricantes, uma vez que nos países menos desenvolvidos a mão de obra utilizada nos REEE tem um



custo muito inferior, chegando a custar dez vezes menos na Ásia, em comparação com os EUA, por exemplo (MATTOS; MATTOS; PERALES, 2008; OLIVEIRA, 2007).

Essa observação foi feita também por Sthiannopkao e Wong (2013) que concluíram que os custos da disposição correta desses equipamentos são elevados, logo, isso leva os países desenvolvidos a “exportarem” seus REEE para a China, Índia, Paquistão e Nigéria, além de outros países em desenvolvimento. Outro fator apresentado por Mattos, Mattos e Perales (2008) é a fragilidade da legislação ambiental nesses países, que permitem o descarte dos REEE sem o devido tratamento, treinamento e segurança tanto para operadores quanto para o meio ambiente.

Segundo Sthiannopkao e Wong (2013), a crescente taxa de geração de REEE em países ainda em desenvolvimento é uma tendência que deve continuar ainda por vários anos, e estima-se que em 2018 a geração de REEE em países em desenvolvimento será maior que nos países já desenvolvidos, essa tendência pode ser observada no relatório apresentado por Baldé et al. (2015).

A preocupação que surge devido a esse cenário está relacionada ao fato da maior geração de REEE passar a ter origem em países que não estão prontos para tratar esses resíduos de forma saudável e ambientalmente segura. Aliado a isso, abre-se caminho para a expansão desse mercado informal de coleta e processamento de resíduos o qual, além de perpetuar os malefícios já citados, apresenta baixíssimos índices de eficiência na recuperação de metais raros, como o índio, paládio, prata e ouro necessários às indústrias de equipamentos eletroeletrônicos (STHIANNOPKAO; WONG, 2013, LI et al., 2013).

Apesar de conter alguns resíduos que podem ser considerados como perigosos, conforme descrito anteriormente, os REEE têm em sua composição metais nobres e raros, que estimulam o interesse pela reciclagem desses aparelhos após o fim de sua vida útil. Têm surgido no mundo diversas empresas que buscam se especializar em tratar esse tipo de resíduo especial, de forma profissional e lucrativa.

Como mostrado por Tanskanen (2013), a prática de recuperação de materiais e componentes surge como uma forma de lidar com as quantidades cada vez maiores de REEE, e se tornou uma questão importante em nível mundial. No entanto, essa indústria está ainda em um estágio inicial e, mesmo nos países já industrializados, apenas uma pequena fração dos REEEs gerados é reciclada de forma eficiente e ambientalmente correta.

Sthiannopkao e Wong (2013) lembraram que os EEEs de hoje contêm diversos metais raros e preciosos em sua composição, além dos já conhecidos ouro, prata e cobre. Alguns países desenvolvidos têm tentado evitar a fuga desses EEE para outros países, os quais não têm tecnologia suficiente para extrair grandes quantidades desses metais. Esse movimento dos países desenvolvidos se deve ao fato de que minerar esses metais é uma atividade que gera um enorme impacto ambiental, já que eles ocorrem em pequenas concentrações por tonelada de rocha minerada. Dessa forma, é mais vantajoso e menos impactante “minerar” es-



ses metais nos REEE descartados em um sistema de Logística Reversa controlado (GERBASE; OLIVEIRA, 2012).

3 METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica é uma estratégia fundamental de qualquer pesquisa. A partir desse levantamento bibliográfico é possível conhecer, analisar e explicar determinados assuntos, com base em referências publicadas em livros, periódicos, revistas, etc. (MARTINS; THEÓPHILO, 2009). Neste trabalho, esta foi a estratégia utilizada, buscando por meio de artigos, livros e demais publicações, além da consulta a especialistas da área, compreender melhor o cenário atual da Logística Reversa no mundo e compará-lo com a realidade brasileira.

Para a pesquisa bibliográfica, buscou-se identificar artigos científicos atuais e relevantes sobre o tema. Esta pesquisa foi conduzida durante os meses de abril a junho de 2015, e foram utilizadas as bases de dados das ferramentas de busca "Scopus" e o "Google Acadêmico". As palavras-chave utilizadas na busca foram: "Reverse Logistics", "WEEE", "e-waste", "take-back", "e-waste recycling", "electronic equipment discard", "Logística Reversa", "Convenção da Basileia", "lixo eletrônico" e "resíduo eletrônico". Em alguns casos, essas palavras-chave foram combinadas, para gerar um resultado mais refinado na ferramenta de busca "Scopus". Exemplo: primeira busca por "Reverse Logistics"; e dentro dos resultados desse tema foi feita uma segunda busca por "e-waste". Essa forma de pesquisar resultou em artigos mais alinhados com o tema de pesquisa proposto neste estudo.

Como trata-se de um tema atual e relevante, a publicação de novas informações e estudos é uma realidade. Dessa forma, durante a elaboração do trabalho, foram privilegiados estudos mais recentes, utilizando o filtro de seleção da ferramenta Scopus, além de considerar também trabalhos muito relevantes na área, e que aparecem como os mais citados nessa ferramenta de busca. Alguns outros estudos foram analisados ao longo desta pesquisa, mas não serão utilizados, pois contêm informações que já não representam mais a realidade momentânea observada.

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva em seu fim, e qualitativa quanto à técnica utilizada, pois a análise feita (sobre a Logística Reversa de REEE em diferentes países) teve como foco observar os processos, adaptados à realidade de cada país e reservando o direito de analisar os dados à medida que foram coletados, traçando um comparativo, ao final, com a situação atual desse tema no Brasil (MARTINS; THEÓPHILO, 2009; VERGARA, 2010).



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DO CENÁRIO INTERNACIONAL NA GESTÃO DE REEE

Neste tópico serão analisadas as legislações relacionadas à gestão dos REEE em diferentes países de modo a lançar luz ao tema na perspectiva internacional, servindo como um trabalho de *benchmarking* para as empresas fabricantes e importadoras de EEE no Brasil, as quais devem estabelecer seu sistema de Logística Reversa nacional visando ao atendimento à PNRS.

Um dos conceitos que permeiam a maioria dos sistemas de Logística Reversa existentes no mundo é a *Extended Producer Responsibility* (EPR). Esse conceito é definido pela OECD (2001, p. 18) como “uma abordagem de política ambiental na qual a responsabilidade do produtor, física e/ou financeira, sob o produto é estendida até o estágio pós-consumo do ciclo de vida do produto”. A EPR é tida como uma das formas mais eficientes de se tratar a questão da Logística Reversa de REEE, sendo a União Europeia, o Japão e a Suíça os líderes em programas baseados em EPR, hoje seguidos por diversos outros países (PARIATAMBY; VICTOR, 2013; KIDDEE; NAIDU; WONG, 2013).

De acordo com Milanez e Bührs (2009, p. 263) “políticas desenhadas seguindo esse preceito devem obedecer a três pressupostos principais: i) os fabricantes devem assumir responsabilidade pelo impacto ambiental de seus produtos; ii) novas soluções devem utilizar tecnologias preventivas; e iii) as empresas devem ser motivadas via instrumentos econômicos ou acordos voluntários, discutidos em processos participativos”.

A Suíça foi pioneira na regulamentação de e-waste, sendo o primeiro país no mundo a implementar um sistema formal de gerenciamento de REEE. Seu sistema leva em consideração o conceito de EPR, onde os fabricantes são os responsáveis física e financeiramente pela disposição final dos resíduos. A Suíça conta hoje com quatro organizações, todas elas sem fins lucrativos, que gerenciam o fluxo de REEE no país, considerando desde a coleta e transporte até a destinação final ambientalmente correta desses resíduos (KIDDEE; NAIDU; WONG, 2013; SHUMON; AHMED; ISLAM, 2014).

O Japão possui duas leis principais para tratar da questão do manejo dos REEE. A primeira a ser promulgada foi a *Law for Recycling Specified Home Appliances Recycling (Shar)* que estabeleceu a obrigatoriedade aos fabricantes de eletrodomésticos de grande porte de estabelecer um sistema de Logística Reversa para esses produtos.

A segunda foi a *Law for the Promotion of Effective Utilization of Resources (Lpur)* que, diferentemente da Shar, se baseia nos esforços voluntários dos fabricantes em promover a reciclagem de REEE e redução na geração de resíduos. Embora os fabricantes sejam responsáveis pelo estabelecimento de um sistema apropriado para coleta e reciclagem dos REEE, são os consumidores que pagam a operacionalização desse sistema. Além dessas obrigações, os fabricantes ainda possuem



metas de reciclagem e são obrigados a rotular seus EEE com informações sobre substâncias potencialmente tóxicas presentes em sua composição (PARIATAMBY; VICTOR, 2013; KIDDEE; NAIDU; WONG, 2013).

O gerenciamento de REEE nos países da União Europeia foi devidamente regulamentado em 2003 com a Diretiva WEEE (2002/96/EC), no entanto, esse assunto começou a ser debatido entre esses países já em 1991 quando classificaram o fluxo de REEE como um de seus assuntos prioritários. A Diretiva WEEE se baseia no conceito de EPR e impõe aos fabricantes a obrigação de implementar sistemas de Logística Reversa de seus EEE, contemplando a coleta, transporte, recuperação e/ou tratamento dos REEE ao final de sua vida útil (KIDDEE; NAIDU; WONG, 2013; PARLAMENTO EUROPEU, 2003).

Em dezembro de 2008 a Comissão Europeia propôs a revisão da Diretiva 2002/96/CE. A reformulação da Diretiva WEEE resultou na publicação da nova Diretiva 2012/19/UE, que foi publicada em 13 de agosto de 2012 e entrou em vigor em 14 de fevereiro de 2014. A nova Diretiva introduz uma meta de coleta de 45% dos EEE vendidos, que será aplicável a partir de 2016, e uma segunda fase, a partir de 2019, em que a meta será de 65% dos equipamentos vendidos, ou 85% dos REEE gerados. Os Estados-membros poderão escolher qual dessas duas maneiras irão adotar para medir o alvo que desejam relatar. A nova Diretiva WEEE trata, também, da questão da exportação ilegal de REEE oferecendo aos países-membros novas ferramentas para combater essa prática, como a obrigação dos exportadores de testar e fornecer documentos sobre a natureza de sua carga, quando houver o risco dessa carga ser, na realidade, apenas sucata (PARLAMENTO EUROPEU, 2012).

A China, desde 1995, já é considerada um grande player no mercado internacional da reciclagem, em grande parte devido à importação de REEE para serem tratados no país. Com mais de 700.000 pessoas trabalhando nessa área, quase sua totalidade no setor informal, a China tenta hoje dar uma solução a esse problema (STHIANNOPKAO; WONG, 2013).

Como um dos países ratificadores da Convenção da Basileia, a China, em teoria, não permite importação de resíduos perigosos e, visando tornar essa decisão mais forte, o governo chinês adotou uma lei nacional que proíbe a importação de resíduos perigosos e, além disso, criou outras duas leis baseadas na diretiva europeia: a *Management Measure for the Prevention of Pollution from Electronic Products* (conhecida como a RoHS da China) e a *Administration Regulation for the Collection and Treatment of Waste Electrical and Electronic Products*, que foi chamada de WEEE chinesa (PARIATAMBY; VICTOR, 2013; STHIANNOPKAO; WONG, 2013).

Segundo Shumon, Ahmed e Islam (2014), só recentemente a China instituiu um sistema para coleta de REEE de uso doméstico, baseado nessas legislações citadas como a WEEE e RoHS chinesas. Esse sistema é baseado no pagamento de uma taxa de reciclagem, e depende do licenciamento das empresas que se apresentam como recicladoras.



Apesar desses esforços demonstrados pelo governo chinês, a imagem que ainda prevalece no país é a da caricatura de sistemas completamente informais de reciclagem. Mesmo considerando os investimentos do governo e do setor privado, a perspectiva é que eles não irão alcançar os baixos custos e capilaridade do setor informal (STHIANNOPKAO; WONG, 2013; LAU; CHUNG; ZHANG, 2012).

A Malásia, país que está se desenvolvendo rapidamente, tem abordado a gestão de seus REEEs de forma sistemática. Nesse país, os REEEs coletados (por diferentes formas) podem seguir o fluxo de reciclagem formal, sendo enviados para as fábricas de recuperação total ou parcial, ou podem parar nas mãos dos recicladores informais. Embora existam algumas empresas legalmente estabelecidas, o sistema de coleta e gestão desses resíduos ainda não está devidamente implementado pelo governo (SHUMON; AHMED; ISLAM, 2014).

O Departamento de Meio Ambiente da Malásia conta hoje com o apoio da Agência de Cooperação Internacional do Japão (Jica), para desenvolver um sistema de coleta de REEE de uso doméstico. Essa é uma experiência que está sendo feita em apenas uma região neste momento, mas, caso bem-sucedida, servirá de modelo para expandir o projeto para todo o país (SHUMON; AHMED; ISLAM, 2014).

Demais países asiáticos também enfrentam esse mesmo problema. A Índia, assim como a China, é também um grande ator nesse cenário mundial de reciclagem de REEE. Os indianos recebem anualmente uma enorme quantidade desses resíduos vindos do exterior e, além disso, geram dentro do próprio país, mais de 400.000 toneladas de REEE. Paquistão e Bangladesh estão também se tornando destinos cada vez mais frequentes para exportação de REEE vindo de países desenvolvidos. Esses países, assim como a Índia, estão trabalhando em legislações recentes para regulamentar a questão do resíduo eletrônico no país e combater esse problema ambiental e sanitário (PARIATAMBY; VICTOR, 2013; LI et al., 2013).

4.2 ANÁLISE DA SITUAÇÃO BRASILEIRA NA GESTÃO DE REEE

De acordo com a Lei 12.305/2010, art. 3º, inciso XII (BRASIL, 2010a), a Logística Reversa foi definida como sendo o “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada”.

A PNRS ainda define as responsabilidades de cada uma das partes, nesse sistema de Logística Reversa. Em seu artigo 33, os parágrafos 4, 5 e 6 descrevem que é responsabilidade do consumidor efetuar a devolução dos produtos após o uso ao comércio, o qual deverá entregá-los aos fabricantes e importadores, sendo estes os responsáveis pela destinação final ambientalmente adequada desses produtos (BRASIL, 2010a).



Esse sistema é semelhante, mas não exatamente fiel ao princípio da EPR visto nos exemplos internacionais citados, como: Suíça, Japão, União Europeia e China. No caso da EPR, toda a responsabilidade pelo ciclo de vida do produto recai sobre o produtor, enquanto que, pela legislação brasileira, essa responsabilidade é compartilhada e encadeada entre as partes.

Conforme regulamentado pelo Decreto 7.404/2010, os sistemas de Logística Reversa previstos na Lei 12.305/2010 deverão ser implementados e operacionalizados por meio de acordos setoriais, regulamentos ou termos de compromisso (BRASIL, 2010b). No caso do setor de EEE, o caminho seguido está sendo o da assinatura de um acordo setorial entre as partes. Esse acordo tem como base o Edital 01/2013, publicado em 13 de fevereiro de 2013, o qual apresentou os requisitos mínimos e as metas que devem constar nesse sistema de Logística Reversa a ser implementado no Brasil (BRASIL, 2013).

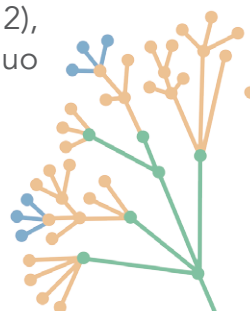
Em função da legislação vigente, algumas empresas já possuem seus programas de Logística Reversa em funcionamento, trabalhando em parceria com prestadores de serviço para disponibilizar pontos de coleta, transporte, desmontagem e reciclagem dos componentes presentes nos equipamentos descartados.

Como mostrado por Lavez, De Souza e Leite (2011), a prática comum consiste em coletar os REEE, transportá-los até um centro de triagem e desmontagem dos componentes, para, em seguida, enviá-los a recicladores específicos de cada material. As placas eletrônicas, que representam o componente de maior valor agregado, nesse processo, são trituradas e embaladas, sendo exportadas para países com tecnologia de extração dos metais raros contidos nesse componente.

No entanto, como o Brasil é país-membro da Convenção da Basileia, deve seguir os procedimentos nela previstos. Logo quando empresas decidem por exportar partes desses componentes, devem certificar-se de que os REEE não mais apresentam elementos que possam ser considerados perigosos, além de ser necessário o consentimento do país importador desse material (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, 2015).

A Resolução Conama n. 452/2012 complementou essa decisão ao apresentar os procedimentos de controle para a importação de resíduos, seguindo os preceitos adotados pela Convenção da Basileia (BRASIL, 2012). Dessa forma, o Brasil tem buscado evitar a prática de importação da sucata eletrônica e, aparentemente, de forma eficiente, pois não foram encontradas, neste trabalho, evidências dessa prática no País.

Diversas iniciativas voltadas para a Logística Reversa e reciclagem de EEE existem hoje, de forma independente, no País. Algumas são gerenciadas pelos próprios fabricantes, outras são promovidas por empresas gestoras, especializadas nesse tipo de serviço, além de existir também campanhas esporádicas promovidas por ONGs ou prefeituras. No entanto, como descrito por Gerbase e Oliveira (2012), ainda existem poucas empresas recicladoras, especializadas em tratar o resíduo



eletrônico no Brasil. Logo, essas empresas acabam realizando apenas os trabalhos de triagem e segregação das partes para, em seguida, encaminhá-las para os efetivos recicladores.

Estudos têm sido realizados visando compreender melhor o atual cenário brasileiro em relação às questões de Logística Reversa de REEE. Nesse sentido, o Instituto de Defesa do Consumidor (Idec) e o Instituto de Pesquisa *Market Analysis* buscaram analisar as percepções e hábitos dos consumidores brasileiros com relação à aquisição, uso e descarte de equipamentos eletrônicos por intermédio de uma pesquisa realizada em diversas cidades brasileiras (IDEC; MARKET ANALYSIS, 2013).

De acordo com a pesquisa supracitada, os celulares apresentam uma vida útil, média, de três anos, enquanto que computadores e impressoras chegam, em média, a quatro anos. No entanto, a troca desses equipamentos nem sempre é motivada por defeito, como observado, a busca por equipamentos mais modernos é a maior razão para a troca desses aparelhos. Logo, esses aparelhos que ainda estão em funcionamento, mas foram substituídos, quase nunca são descartados de imediato. Na maioria dos casos, os consumidores passam esses aparelhos a terceiros, por meio de venda ou doação, ou ainda os deixam guardados em casa (IDEC; MARKET ANALYSIS, 2013).

Assim como observado na experiência da Malásia, descrita neste estudo, o governo brasileiro também está contando com o apoio da Agência de Cooperação Internacional do Japão (Jica), para compreender o comportamento do consumidor e propor ações de melhoria na implementação da Logística Reversa de REEE no País. Esse acordo de cooperação foi firmado entre a Jica e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Agência Brasileira de Cooperação (ABC) e a Prefeitura Municipal de São Paulo (JICA, 2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fabricantes e importadores, em conjunto com distribuidores e com o comércio, deverão implementar um sistema para operacionalizar a Logística Reversa dos REEE em nível nacional. Representantes desse setor empresarial procuram finalizar as negociações com o governo para assinar um acordo setorial, o qual estabelecerá regras e diretrizes para o estabelecimento desse sistema no País.

O fato do acordo setorial ainda não ter sido assinado, configura-se como uma limitação desse trabalho, uma vez que os termos desse acordo definirão as perspectivas concretas da gestão de REEE, incluindo a Logística Reversa. Acredita-se que, com a definição das regras e metas previstas no acordo, o setor de reciclagem de REEE no Brasil deve tornar-se mais promissor e diversificado. Espera-se um aumento no número de recicladores capacitados, além do aumento da conscientização da população em relação a esse problema ambiental.



No Brasil, a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – Abinee é a associação que representa as empresas fabricantes de EEE (TICs) no governo, participando das negociações para definição dos critérios que balizarão o acordo setorial para a Logística Reversa do setor. Conforme relatado em um evento técnico promovido pela associação (ABINEE, 2015d), nos últimos meses, foi obtido um avanço significativo em relação aos encaminhamentos para esse acordo, no entanto, ainda existem alguns pontos que seguem como entraves para implementação da Logística Reversa de REEE no País.

Nesse mesmo evento supramencionado, foi apresentado que esses desafios estão relacionados com a periculosidade do resíduo, a titularidade do bem, o transporte desses aparelhos descartados, o custeio desse sistema e a garantia do caráter vinculante desse acordo a todos os participantes da cadeia produtiva do setor. Cada um desses pontos está sendo debatido com os órgãos competentes no governo para buscar a resolução, e avançar para o processo final e assinatura do acordo setorial de Logística Reversa de EEE no Brasil (ABINEE, 2015d).

É possível perceber algumas tendências e conclusões ao analisar os estudos mencionados neste trabalho, no que se refere à gestão dos REEE no mundo. A criação de leis sobre a obrigatoriedade da gestão desse tipo de resíduo é claramente uma realidade, embora alguns países estejam mais avançados que outros, não há dúvida que esse é um caminho sendo seguido pelos países visando combater o problema do lixo eletrônico. Outro fato que parece consenso é a questão da permanência do setor informal nos países em desenvolvimento, sendo este o detentor de grande parte do volume de REEE coletado. O que leva a uma terceira conclusão de que, em um futuro próximo, a maior parte da geração de resíduo será em países que não têm a capacidade de tratá-lo de forma segura e ambientalmente correta.

Shumon, Ahmed e Islam (2014) mostraram algumas barreiras e problemas que podem ser encontrados na gestão desses resíduos. Esses autores citaram primeiro a questão do descarte dos EEE, pois os consumidores tendem a querer vender seus equipamentos para o setor informal, em vez de descartá-los no sistema formal de reciclagem. Comentaram também que os governos devem ser mais efetivos na fiscalização e cumprimento das leis, uma vez que os sistemas informais passam despercebidos pela fiscalização, recaindo todo o ônus e custos do sistema para as empresas que operam de forma legal, sendo esses gastos maiores que os obtidos pela recuperação dos materiais coletados.

Pariatamby e Victor (2013) também destacaram o descarte como um desafio para os sistemas de Logística Reversa de REEE, levantando o questionamento de como será possível lidar com recicladores informais que pagam mais pelo REEE, do que os recicladores licenciados. Além dessa questão, lembraram que é válido o aprendizado obtido pelas legislações europeias e outras baseadas na EPR, no entanto, é necessário que cada país estude esse conceito para adaptá-lo à realidade de seu país.



Concluimos que, com situações bem distintas, os países em desenvolvimento têm desafios próprios para a implementação da EPR, tais como a competição do setor informal (representativo), a entrada de equipamentos contrabandeados e a cobrança aos pequenos importadores. Cenário este que é também observado no Brasil, ilustrando claramente alguns dos principais desafios a serem enfrentados na gestão de REEE no País.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. (2015a). **Desempenho Setorial:** dados atualizados em março de 2015. Website da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee). Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>>. Acesso em: 02 mai. 2015.

_____. (2015b). **Panorama Econômico e Desempenho Setorial.** Website da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee). Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/programas/50anos/public/panorama/index.htm>>. Acesso em: 02 mai. 2015.

_____. (2015d). **AbineeTEC 2015:** avanços e desafios para implementação da logística reversa. Website da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee). Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/noticias/com382.htm>>. Acesso em: 07 mai. 2015.

BALDÉ, C. P. et al. (2015). **The global e-waste monitor – 2014**, United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany

BASEL ACTION NETWORK – BAN (1994). **Decision II/12.** Adopted at the Second Conference of the Parties to the Basel Convention (COP 2), 25 March 1994, Geneva Switzerland. Website da Basel Action Network. Disponível em: <http://ban.org/about_basel_ban/copsII_12.html>. Acesso em: 03 jun. 2015.

BRASIL. (2010a). Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 ago. 2010.

_____. (2010b). Decreto n. 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 2010.



_____. (2012). Resolução Conama n. 452, de 02 de julho de 2012. Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 jul. 2012.

_____. (2013). Edital 01, de 13 de fevereiro de 2013. Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes. Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 fev. 2013.

GERBASE, A. E.; OLIVEIRA, C. R. de. (2012). **Reciclagem do Lixo de Informática: uma oportunidade para a química**. *Química Nova*, 35 (7), 1486-1492.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L. H. (2007). **Capitalismo Natural: criando a próxima Revolução Industrial**. (6a reimpressão da 1a edição de 2000). São Paulo. Cultrix, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. (2015). **Orientações para Exportação de Resíduos**. Website do Ibama. Disponível em: <<https://servicos.ibama.gov.br/index.php/anuencia-e-autorizacoes/importacaoexportacao-convencao-de-basileia/158-exportacao-de-residuos>>. Acesso em: 10 mai. 2015

INSTITUTO DE DEFESA DO CONSUMIDOR; INSTITUTO DE PESQUISA MARKET ANALYSIS. (2013). **Pesquisa: ciclo de vida de eletroeletrônicos**. Disponível em: <www.idec.org.br/uploads/testes_pesquisas/pdfs/market_analysis.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2015.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. (2014). **Japão auxiliará a implementação de logística reversa de eletroeletrônicos no Brasil**. Website da Jica. Disponível em: <www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/news/2014/c8h-0vm00008wqu7w.html>. Acesso em: 28 jun. 2015.

KIDDEE, P.; NAIDU, R.; WONG, M. H. (2013). **Electronic waste management approaches: an overview**. *Waste Management*, 33(5), 1237-1250. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.01.006>>.

LAU, W. K.-Y.; CHUNG, S.-S.; ZHANG, C. (2012). **A material flow analysis on current electrical and electronic waste disposal from Hong Kong households**. *Waste Management*, 33(3), 714-721. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.007>>.



LAVEZ, N.; DE SOUZA, V. M.; LEITE, P. R. (2011). O Papel da Logística Reversa no Reaproveitamento do "Lixo Eletrônico": um estudo no setor de computadores. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, 5(1). Disponível em: <<http://doi.org/10.5773/rgsa.v5i1.263>>.

LI, J. et al. (2013). **Regional or global WEEE recycling**. Where to go? *Waste Management*, 33(4), 923-934. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.11.011>>.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. (2009). **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Atlas.

MATTOS, K. M. da C.; PERALES, W. J. S. (2008). **Os Impactos Ambientais e o Uso da Logística Reversa para Minimizar os Efeitos Causados ao Meio Ambiente**.

MILANEZ, B.; BÜHRS, T. (2009). **Capacidade Ambiental e Emulação de Políticas Públicas**: o caso da responsabilidade pós-consumo para resíduos de pilhas e baterias no Brasil.

OECD – ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2001). **Extended Producer Responsibility**: a Guidance Manual for Governments. OECD Publishing.

OLIVEIRA, L. F. F. de. (2012). **Comércio de Resíduos Eletrônicos e a Convenção da Basileia**: uma análise econômica. Brasília, DF.

PARIATAMBY, A.; VICTOR, D. (2013). Policy trends of e-waste management in Asia. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, 15(4), 411-419. Disponível em: <<http://doi.org/10.1007/s10163-013-0136-7>>.

PARLAMENTO EUROPEU. (2003). Diretiva WEEE 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de janeiro de 2003, relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32002L0096>>. Acesso em: 02 mai. 2015.

_____. (2012). Diretiva 2012/19/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 04 de julho de 2012, relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32012L0019>>. Acesso em: 15 mai. 2015.

RUCEVSKA, I. et al. (2015). **Waste Crimes, Waste Risks: gaps and challenges in the waste sector**. United Nations Environment Programme and GRID-Arendal, Nairobi and Arendal. Disponível em: <www.grida.no>.



SCHUELP, M. et al. (2009). **Recycling from e-waste to resources**. United Nations Environment Programme & United Nations University, 120. Disponível em: <http://www.unep.org/pdf/Recycling_From_e-waste_to_resources.pdf>.

SHUMON, M. R. H.; AHMED, S.; ISLAM, M. T. (2014). **Electronic waste**: present status and future perspectives of sustainable management practices in Malaysia. *Environmental Earth Sciences*, 1-11. Disponível em: <<http://doi.org/10.1007/s12665-014-3129-5>>.

STHIANNOPKAO, S.; WONG, M. H. (2013). **Handling e-waste in developed and developing countries: initiatives, practices, and consequences**. *Science of the Total Environment*, 463-464, 1147-1153. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.06.088>>.

TANSKANEN, P. (2013). **Management and recycling of electronic waste**. *Acta Materialia*, 61(3), 1001-1011. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.actamat.2012.11.005>>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM. (2015). **Technical guidelines on transboundary movements of electronic and electrical waste and used electrical and electronic equipment**. April 2015.

VERGARA, S. C. (2010). **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 12. ed. São Paulo: Atlas.