

A Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil e no Mundo: O Desafio da Desarticulação dos Atores

Reverse Logistics of Electronic Waste in Brazil and in The World: The Challenge of Dismantling the Actors

Lindsay Teixeira Sant'Anna*

Rosa Teresa Moreira Machado**

Mozar José de Brito***

**Advogada e Mestre em Administração Pública pela Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Lavras, Minas Gerais, Brasil.
lindsaysantanna@gmail.com*

***Professora Titular do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil.
rosateresa67@gmail.com*

****Professor Associado do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil.
mozarbrito@gmail.com*

doi:10.18472/SustDeb.v6n2.2015.15522

Recebido em 09.06.2015
Aceito em 15.07.2015

ARTIGO – DOSSIÊ

RESUMO

Com o objetivo de identificar na literatura nacional e internacional práticas de logística reversa de eletroeletrônicos, no intuito de que as mesmas possam servir como lições e contribuições para o cenário brasileiro, escolheu-se realizar o estudo, por meio da revisão de escopo, das realidades de um país pioneiro (Suíça), na gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) e em outros quatro grandes geradores desses resíduos: Estados Unidos, China, Índia e Brasil. As experiências apontam para uma ausência de articulação dos atores da cadeia reversa de REEE em quase todos os países estudados, ao mesmo tempo que explicita alguns ensaios colaborativos e a importância da adoção de novas parcerias que viabilizem a logística. Conclui-se, então, que o êxito de uma logística reversa de REEE depende da adesão do Estado, em todos os níveis da Federação, do envolvimento do setor empresarial, de parcerias com as instituições públicas de pesquisa e com a sociedade civil organizada. Somente com essa articulação a logística reversa de REEE pode se tornar uma realidade, capaz de gerar o ciclo fechado de produção e descarte de eletroeletrônicos.

Palavras-chave: Logística reversa. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE). Articulação dos atores. Reciclagem.

ABSTRACT

In order to review the literature about the national and international practices of the reverse logistics of electronics, so they can become lessons and contributions to the Brazilian scene, the authors of this article analyse the realities of Switzerland, a pioneer country in waste electrical and electronic equipment management (WEEE), The article also examines four other major generators of electronic waste: the United States of America, China, India and Brazil. Results point to a lack of articulation of actors in the reverse chain of WEEE in almost all the studied countries, while it identifies some explicit collaborative trials and the importance of adopting new partnerships that facilitate logistics. Successful WEEE reverse logistics depend on the State compliance at all levels of the Brazilian Federation, the involvement of the business sector, and partnerships with public research institutions and civil society organizations. Only this articulation will make reverse logistics of WEEE become a reality, capable of generating closed-loop production and electronics disposal mechanisms.

Keywords: Reverse logistics. Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). Articulation of actors. Recycling.

1. INTRODUÇÃO

Se por um lado o mundo tem experimentado os benefícios dos avanços tecnológicos, por outro os produtos apresentam um ciclo de vida cada vez menor. Não só o tempo que se pode desfrutar da durabilidade do produto tem diminuído, mas, também, o desejo em permanecer com o mesmo. O aparelho celular novo de hoje, pode ser velho no mês que vem quando outro mais avançado é lançado no mercado. E o que se faz com o aparelho antigo? Se o produto que não retorna à cadeia produtiva é descartado inadequadamente vai se transformando em um amontoado sem precedentes em lixões a céu aberto e em outros locais inadequados.

Se para o produto adentrar no mercado de consumo é necessária uma logística direta de entrega do mesmo nas prateleiras e vitrines, a logística reversa vai ser responsável pela reintegração do produto pós-venda e pós-consumo no ciclo de produção (LEITE, 2009). Dessa forma, a exigência da formação de uma cadeia de logística reversa advém da mundialmente instituída: responsabilidade ampla do produtor ou *Extended Producer Responsibility* (EPR). Em países como Índia, China, Suíça e alguns estados americanos que legislaram sobre a gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE), tal responsabilidade é do gerador do resíduo, lê-se fabricante, que se obriga por toda a vida útil do produto, inclusive, por sua reciclagem e disposição final ambientalmente adequada (LINDHQVIST, 2000; SANT'ANNA; MACHADO; BRITO, 2014).

A logística reversa, mesmo não sendo assunto novo, somente ganhou notoriedade nos últimos anos em razão das normativas promulgadas em países do mundo inteiro, principalmente, no Brasil, que criaram a obrigatoriedade da parceria entre Estado, setor empresarial e sociedade civil na formação da cadeia de reuso e/ou reciclagem dos produtos. A logística reversa pode ser realizada com vários produtos como baterias de celulares, pilhas, pneus, embalagens plásticas, embalagens de agrotóxicos, mas são os eletroeletrônicos os escolhidos para essa pesquisa, em virtude do crescimento exacerbado de consumo e descarte desses produtos no mundo e da presença de substâncias perigosas e metais preciosos em sua composição que exige alta tecnologia de reciclagem.

Importante esclarecer que a cadeia produtiva de produtos e equipamentos eletroeletrônicos é composta por 3 (três) linhas de produtos: Linha Marrom – televisor tubo/monitor, televisor plasma/LCD/monitor, DVD/VHS, produtos de áudio; Linha Verde – *desktops*, *notebooks*, impressoras, aparelhos celulares; Linha Branca – geladeiras, refrigeradores e congeladores, fogões,

lava-roupas, ar-condicionado; e Linha Azul – batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos e furadeiras (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2013).

Portanto, todos esses produtos, após o fim de sua vida útil (tempo estimado de funcionalidade), transformam-se em REEE e se integram em uma cadeia reversa dos mesmos para produção de produtos novos (por meio da reciclagem), para suprir o mercado de segunda mão ou para o próprio descarte adequado.

A Lei nº 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil incorporou o princípio da responsabilidade ampla do produtor na figura da responsabilidade compartilhada pelo ciclo do produto com o mecanismo da logística reversa (art. 33 VI). Assim, há a obrigação do setor empresarial de retomar o produto eletroeletrônico após o uso pelo consumidor de forma independente do serviço de limpeza urbana que é de responsabilidade da administração pública municipal.

Para a aplicação dessa logística, a lei aponta instrumentos jurídicos contratuais como os acordos setoriais e os termos de compromisso a serem realizados entre poder público e setor empresarial (art. 34). Apesar de ainda incipiente e em construção, a política de implantação da logística reversa dos eletroeletrônicos tem avançado no Brasil. O primeiro passo foi dado por meio da publicação, feita pelo Ministério do Meio Ambiente, em 13 de fevereiro de 2013, no Diário Oficial da União, do Edital nº 01/2013 de Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus componentes (RIBEIRO, 2014).

Tendo em vista que não houve práticas de mercado reconhecidas pelo governo, antes da normatização e, sim, uma política *top down* (de cima para baixo) de gestão de resíduos sólidos, a legislação se tornou o instrumento mais importante na promoção da logística reversa no Brasil. Em mesma situação de importância, encontra-se o Estado que fica responsável pela promoção das parcerias que darão origem às práticas de logística reversa. O cenário não é dos mais animadores, já que somente em 2013 o governo divulgou seu primeiro edital de chamamento do setor privado para a promoção da cadeia reversa de eletroeletrônicos no País, que foi finalizado em 12 de junho de 2013, com a apresentação de apenas 10 (dez) propostas, que até agosto de 2014 estavam em fase de negociação entre governo e proponentes (RIBEIRO, 2014) e até dezembro de 2014 nenhum resultado das negociações foi divulgado. Com esse pequeno número de propostas, que não representa nem de longe todos os fabricantes, importadores e distribuidores de eletroeletrônicos no País, o setor privado revela seu baixo interesse em participar do acordo.

Franco e Lange (2011) apontam que, no Brasil, ainda, são escassas as pesquisas sobre os REEE, principalmente, no que diz respeito à gestão adequada desses resíduos. Assim, este estudo poderá contribuir para o preenchimento dessa lacuna de pesquisa e se incorporar ao escasso acervo nacional sobre a temática.

Nesse contexto, nesta pesquisa propõe-se encontrar respostas para as seguintes perguntas: como ocorrem as relações entre Estado, mercado e sociedade civil nas práticas de logística reversa de eletroeletrônicos na Suíça, Estados Unidos, China, Índia e Brasil?

Em um contexto internacional, também, não há um cenário muito mais animador em países como Estados Unidos (EUA), China e Índia onde as legislações, ainda, são omissas em definir as responsabilidades de cada ator na cadeia reversa de eletroeletrônicos e as divergências legislativas entre Estados (como nos EUA) dificultam uma articulação nacional (SANT'ANNA; MACHADO; BRITO, 2014).

Apesar da legislação suíça se revelar avançada diante do resto do mundo (com a definição clara de papéis dos envolvidos), seu modelo de logística reversa é singular e nem sempre pode ser transferido para outros países sem as devidas adaptações (SANT'ANNA; MACHADO; BRITO, 2014).

No entanto, é importante destacar que quase todos esses países legislaram sobre a gestão de REEE antes do Brasil e são ensaiadas e instituídas algumas práticas de sucesso de logística reversa com os eletroeletrônicos. Apesar de a legislação brasileira encontrar-se, ainda, em fase de construção, uma vez que o acordo setorial nacional para a logística reversa de REEE ainda não foi concluído, destaca-se a promulgação de uma legislação *top down* que nem ao menos define o que sejam REEE (LEMOS; MENDES, 2014) e coloca a logística reversa como fim, não como meio, à medida que a define como um instrumento, não como um processo.

Dessa forma, objetivou-se nesta pesquisa identificar na literatura nacional e internacional algumas experiências de logística reversa de eletroeletrônicos, no intuito de que as mesmas possam servir como lições e contribuições para o cenário brasileiro.

Em vez de transportar, pura e simplesmente, um modelo de logística reversa de algum país, pretende-se buscar um entendimento contextualizado das iniciativas de sucesso em outros países.

As razões que justificaram a escolha dos países são as seguintes: **Estados Unidos**, por ser o maior gerador de REEE do mundo (HERAT; AGAMUTHU, 2012); **China**, embora esteja na segunda posição, é um dos países de maior potencial gerador de REEE, nos próximos anos, em função do seu ritmo crescente de industrialização, além de ser considerado o maior lixão internacional de resíduos eletrônicos (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2013); **Índia**, país com a maior taxa mundial de crescimento da indústria eletrônica (HERAT; AGAMUTHU, 2012); **Suíça** por ser, atualmente, um país-modelo na gestão de REEE e pioneiro em legislar sobre a matéria no mundo (KHETRIWAL; KRAEUCHI; WIDMER, 2009; QUEIRUGA; GONZÁLEZ; LANNELONGUE, 2012) e **Brasil** por estar sempre nas primeiras colocações entre os maiores geradores de REEE dentre os países em desenvolvimento (ONGONDO; WILLIAMS; CHERRET, 2011) e por ser o país-foco desta pesquisa, no que tange à descoberta das contribuições das experiências nacionais e internacionais para a logística reversa brasileira.

Trata-se, portanto, de uma pesquisa qualitativa, baseada em uma revisão de escopo, com base em levantamento bibliográfico de artigos, dos últimos 5 (cinco) anos sobre casos de logística reversa no Brasil e nos países escolhidos, no acervo de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), em especial nas bases *Sciense Direct*, *Scielo*, *Scopus* e *Web of Sciense*, obras literárias e sites oficiais de órgãos governamentais e não governamentais dos países estudados. Em consonância com a pergunta de pesquisa, que visa descobrir como ocorrem as relações entre Estado, mercado e sociedade civil nas práticas de logística reversa de eletroeletrônicos nos países escolhidos para este estudo, foram criadas 3 (três) categorias de análise para se enquadrar as práticas encontradas na literatura: iniciativas estatais, iniciativas do setor privado (mercado formal e informal) e iniciativas de outras organizações. Após a análise dessas iniciativas, pôde-se traçar algumas lições e contribuições a serem consideradas para melhorias na realidade brasileira.

Na seção subsequente a esta introdução, apresentar-se-á a logística reversa em sua forma conceitual e seus processos. Posteriormente, a terceira seção trata da sistematização de algumas experiências nacionais e internacionais de logística reversa que, em seguida, na seção quatro, darão ensejo ao ensaio de lições e contribuições para o cenário brasileiro. Na conclusão pretende-se, com base na pesquisa dos casos estudados, apontar alguns caminhos a serem percorridos para a efetividade da formação de cadeias de logística reversa de REEE no Brasil.

2. BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE LOGÍSTICA REVERSA E RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

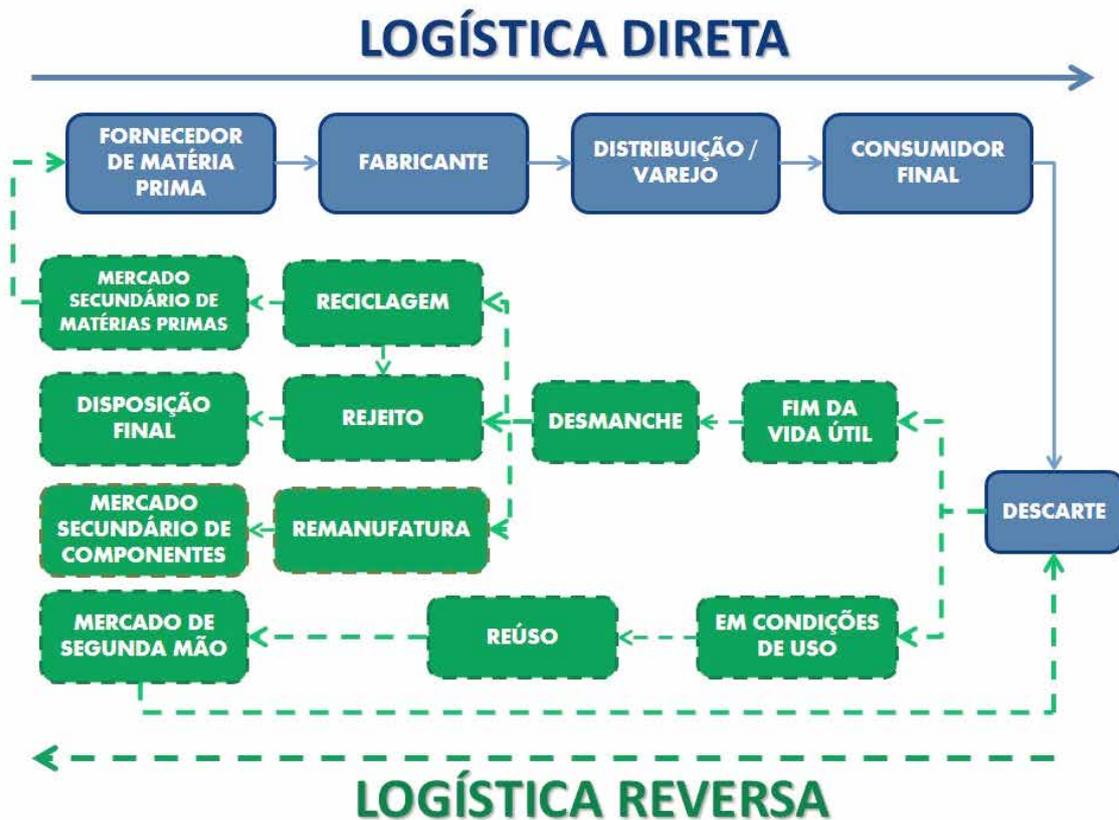
Se a logística direta, responsável pela disponibilização do produto ao consumidor, desenvolveu-se e se tornou uma importante prática empresarial, com o aumento do consumo e da geração de resíduos o processo inverso começou a ganhar espaço. A logística reversa faz exatamente o caminho inverso: ela tem seu fluxo com base no consumo, na coleta, até a reintegração ao ciclo produtivo (LEITE, 2009). Enquanto que na logística direta o canal da rede de suprimento é linear e unidirecional, da extração/produção dos insumos para o consumo, na logística reversa o fluxo de materiais passa a ser circular. A cadeia de suprimentos se amplia, mas também se fecha, uma vez que os canais formam ciclos que fazem com que os materiais retornem a estágios anteriores da cadeia para o seu processamento em uma nova utilização, por meio da reutilização ou reciclagem (LEITE, 2009; XAVIER; CORRÊA, 2013). No mesmo sentido, o art. 3º, XII da Lei nº 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, conceitua a logística reversa como sendo um instrumento de reaproveitamento do produto em outro ciclo produtivo (BRASIL, 2010).

A logística reversa compõe-se de várias etapas, envolvendo processos de revalorização do produto, como o desmanche, a remanufatura e a reciclagem (Leite, 2009). No desmanche, ocorre a desmontagem dos componentes e o encaminhamento dos materiais em condições de uso para a remanufatura ou reciclagem (LEITE, 2009). Miguez (2012) ainda cita outras atividades de logística reversa: a redistribuição, o reúso e a recuperação. A redistribuição é exatamente o retorno do produto novo ou de segunda linha ao mercado e inclui as fases de venda, transporte e armazenagem. No reúso, o produto será revendido ou reutilizado. A recuperação do produto pode ser feita pelo aproveitamento de alguns componentes como matérias-primas ou por meio da reciclagem.

Na literatura internacional, apesar das várias classificações adotadas, alguns autores enfatizam algumas etapas como sendo as principais fases da logística reversa. São elas: o reúso, a reciclagem, a refabricação ou recuperação, chamada de remanufatura na literatura nacional, e a eliminação, chamada de disposição final na literatura nacional (DAT et al., 2012; RAVI, 2012; YE et al., 2013).

Antes de se identificar as práticas de logística reversa nos países delimitados para o estudo, é importante a compreensão das etapas de formação das cadeias reversas de REEE. Para tanto, ilustraremos um esquema de logísticas direta e reversa de produtos duráveis (Figura 1), categoria onde se enquadram os eletroeletrônicos, com base nas terminologias mais utilizadas na literatura brasileira.

Figura 1 – Esquema da Logística Direta e Reversa de bens duráveis



Fonte: Elaboração própria.

Da mesma forma que na logística direta, a logística reversa exige um nível de integração entre os agentes da cadeia, principalmente para atender ao objetivo principal da cadeia reversa que é agregar valor ao resíduo por meio da reciclagem. E é exatamente nesse aspecto da reciclagem que se destaca o impacto ambiental advindo do manuseio incorreto, uma vez que nos componentes eletroeletrônicos podem ser encontradas substâncias como chumbo, cádmio, mercúrio, bifenilas policloradas (PCBs) e éter difenilpolibromado (PBDE) que podem passar a ter contato direto com o solo, a água e o ar desencadeando uma contaminação generalizada do local (FRANCO; LANGE, 2011; ROBINSON, 2009; WANG et al., 2009). Por outro lado, a reciclagem de REEE é considerada extremamente lucrativa para a indústria, já que se estima que 1/3 (um terço) dos metais preciosos recuperados em sucata eletrônica é composto de ouro (RAVI, 2012).

Assim, levando em consideração a necessidade de integração dos agentes da cadeia reversa, em virtude da complexidade existente nos canais reversos de REEE, busca-se na próxima seção analisar as práticas de logística reversa nos países escolhidos para estudo.

3. EXPERIÊNCIAS DE LOGÍSTICA REVERSA

Após a teorização sobre logística reversa, esta seção tem como foco a análise de algumas práticas de logística reversa na Suíça, China, Estados Unidos, Índia e Brasil. Para tanto, foram definidas 3 (três) categorias para análise das práticas encontradas nesses países, quais sejam: iniciativas estatais, iniciativas do setor privado e iniciativas de outras organizações.

3.1. INICIATIVAS ESTATAIS

A literatura aponta a participação estatal na tentativa de estimular práticas de logística reversa em quase todos os países escolhidos para o estudo.

O Estado participa do processo de logística reversa suíço normatizando as condutas dos atores e fiscalizando as práticas instituídas pelo setor privado. Definiu-se que, quanto ao custeio da logística reversa, os fabricantes pagam uma taxa à *Swiss Foundation for Waste Management* (SENS), que representa as diversas empresas produtoras de eletroeletrônicos, cabendo à Fundação a responsabilidade pela gestão dos REEE. Essa taxa, denominada *Advance Disposal Fee* (ARF), é transferida para os distribuidores e varejistas que é, por sua vez, incorporada ao preço do produto novo, a ser pago pelo consumidor. É exatamente essa taxa que custeia o sistema de coleta (pontos de coleta), transporte (transportadores), desmontagem, descontaminação e reciclagem dos aparelhos descartados (recicladores). Já as lojas de varejo são obrigadas a receber os aparelhos usados e devolvê-los aos fabricantes sem receber nada mais do consumidor por essa atividade (KHETRIWAL; KRAEUCHI; WIDMER, 2009).

Por outro lado, os pontos de coleta, fixados em locais especificamente designados, que coletem todo tipo de REEE, são pagos por kg (quilo) ou peça de resíduo recolhido. O e-lixo (lixo eletrônico) é transportado dos pontos de coleta para as instalações de reciclagem pelos transportadores autorizados, que são pagos mediante uma taxa fixa (por kg ou peça) por cada frete. A maior parte da taxa vai para os recicladores custearem os processos de desmantelamento (que contam com a participação de instituições sociais), descontaminação, separação, trituração e segregação, que são operações menos rentáveis exigidas na reciclagem da maioria dos materiais. A taxa, revisada anualmente e variável de acordo com o produto, é utilizada para cobrir a diferença entre os custos da logística e o valor total recuperado do e-lixo (KHETRIWAL; KRAEUCHI; WIDMER, 2009).

Os comerciantes e fabricantes são obrigados a receber os REEE gratuitamente e independente de qualquer compra para todos os tipos de produtos que vendem. No entanto, se o varejista é autorizado a receber somente computadores, não tem a obrigação de transportar geladeiras, por exemplo. Os produtores suíços têm de dispor dos REEE recolhidos com segurança, quer por meio das quatro organizações de produtores independentes (INOBAT, SENS, SLRS e SWICO) ou por meio da criação de seu próprio sistema de gestão (SWISS E-WASTE COMPETENCE, 2014).

Todos os anos, uma análise de fluxo de material das atividades dos contratantes dos sistemas de gestão de eletroeletrônicos suíço é realizada pelo *Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology* (Empa). Além do laboratório federal suíço, outro agente estatal participa da gestão dos REEE: a *Swiss State Secretariat for Economic Affairs* (Seco), que financia um programa de estudos e apoia iniciativas para melhorar o tratamento do lixo eletrônico em países desenvolvidos e em desenvolvimento, facilitando o intercâmbio global de experiências (E-WASTE CENTER, 2014).

Já na **China**, na tentativa de promover um mercado formal de retorno de REEE que estimulasse os consumidores a desfazerem-se de seus eletroeletrônicos antigos, o Ministério do Comércio desse país iniciou em junho de 2009, em 7 (sete) províncias e 2 (duas) cidades, um projeto-piloto denominado “Método para troca do velho pelo novo”. O projeto consiste no desconto de 10% (dez por cento) na venda de novos aparelhos (computadores, geladeiras, máquinas de lavar roupa, televisores e aparelhos de ar-condicionado) ao consumidor que levar o eletroeletrônico velho. Milhões de novos aparelhos domésticos foram vendidos até o final de maio de 2010 (ONGONDO; WILLIAMS; CHERRET, 2011).

Além disso, Qu et al. (2013) destacam que a experiência da cidade de Dalian pode ser compartilhada com outras cidades chinesas, haja vista seu exemplo de parceria entre governo, universidade, indústria, sociedade e mídia. O programa municipal, iniciado em 2006, desenvolve a coleta e a reciclagem de eletrônicos. O projeto conta, ainda, com especialistas da Universidade de Tecnologia de Dalian para disseminar o conhecimento acerca das periculosidades dos REEE e de suas potencialidades quando corretamente descartados. O governo local, por sua vez, com os comitês comunitários do programa e uma empresa privada recicladora (Dongtai), apresentou as experiências de reciclagem e descarte dos REEE na TV local, em rádio e jornais.

Ocorre que, sem uma única agência governamental chinesa que legisle e fiscalize a gama de atividades relacionadas à gestão dos REEE, o controle das atividades torna-se uma difícil tarefa, já que as agências responsáveis pelas províncias e cidades chinesas não possuem a definição clara de suas responsabilidades quanto à sua atuação (WANG et al., 2013).

No caso **americano**, tendo em vista a inexistência de legislação federal sobre a gestão dos eletroeletrônicos nos Estados Unidos (EUA), a logística reversa fica a cargo de cada estado, município e de ações do setor privado e da sociedade civil organizada americana. Apesar da criação de vários projetos de lei sobre o assunto e de vários governos estaduais terem editado novos regulamentos com o objetivo de reduzir a quantidade de fluxo de REEE e regulamentar seu descarte, Ongondo, Williams e Cherret (2011) ressaltam que há poucas probabilidades de promulgação da normatização federal de gestão dos REEE nos EUA.

Assim, a participação do Estado americano para a efetividade da logística reversa está comprometida, pois algumas diretivas uniformes de âmbito nacional são importantes para a definição dos papéis dos atores e o custeio da logística.

Quanto ao **Brasil**, o País é um grande gerador de REEE entre os países em desenvolvimento. As estimativas apontam que o País gera em média 679 (seiscentas e setenta e nove) toneladas de REEE por ano (ONGONDO; WILLIAMS; CHERRET, 2011). Mesmo com o alto volume de geração dos REEE e com a existência da PNRS, não existe um mercado articulado de logística reversa no País. O governo publicou um edital de chamamento para o acordo setorial de implantação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos em 13 de fevereiro de 2013 que, entre outras questões, estipula que deverá ser recolhido e destinado 17% (dezessete por cento) de todos os equipamentos eletroeletrônicos inseridos no mercado no ano de 2012, até o ano de 2017— mediante meta estipulada de cinco anos a contar da data de instalação do sistema de logística reversa (RIBEIRO, 2014). Apesar desse sinal de mobilização do setor público com o privado, nenhum desdobramento prático foi divulgado e muito menos implantado até o momento, muito em virtude da gama de requisitos a serem cumpridos pelas empresas na proposição do acordo setorial e da consequente falta de interesse de muitos fabricantes, importadores e distribuidores em participarem do processo.

3.2. INICIATIVAS DO SETOR PRIVADO (MERCADO FORMAL E INFORMAL)

A iniciativa privada apresenta algumas práticas de logística reversa de REEE em todos os países estudados, seja de maneira formal ou informal. Na Suíça, o sistema de logística reversa ocorre sob responsabilidade de 4 (quatro) organizações privadas: a SENS, a *Swiss Association for Information, Communication and Organization Technology* (SWICO Recycling), a *Swiss Lighting Recycling Foundation* (SLRS) e a INOBAT. Enquanto a SENS manipula os equipamentos elétricos e eletrônicos descartados, a *SWICO Recycling* é responsável pelos resíduos de tecnologia da informação (TI) e eletroeletrônicos de consumo. Já a SLRS lida somente com os equipamentos de iluminação e a INOBAT é responsável, exclusivamente, pelas baterias eliminadas, tais como

as de telefones celulares. Essas 4 (quatro) entidades fazem parte do sistema gerido pelos produtores responsáveis (fabricantes e importadores) pelos equipamentos eletroeletrônicos. (SWISS E-WASTE COMPETENCE, 2014).

Na **China**, **Índia** e nos **EUA** a literatura afirma que os cidadãos possuem o hábito de guardar grandes volumes de eletroeletrônicos descartados nas residências, dando origem a volumes consideráveis de aparelhos obsoletos que não entram na cadeia reversa (ONGONDO; WILLIAMS; CHERRET, 2011; STHIANNOPKAO; WONG, 2013). Ongondo, Williams e Cherret (2011) destacam que só em 2002 estimou-se que entre 20 a 24 milhões de computadores e TVs obsoletos encontravam-se guardados nas residências americanas. Se a coleta é comprometida pela ausência de um volume constante de REEE, o descarte é outro problema nos **EUA**. Os autores apontam que das mais de 2 (duas) milhões de toneladas de REEE gerados em 2007, 82% (oitenta e dois por cento) foram eliminados em aterros. Tal comportamento dá origem, na **China**, à figura do comprador especializado de REEE, também chamado de colecionador ou coletor. Esses coletores compram os equipamentos das famílias e depois os vendem para empresas, tudo em um mercado informal. Isso acontece porque os recicladores formais não possuem redes próprias de coleta domiciliar e, assim, não podem oferecer os serviços de coleta porta a porta semelhantes aos dos coletores informais, além de não conseguirem propor preços competitivos pelos equipamentos velhos, diante dos custos de tratamento dos mesmos (CHI et al., 2011). Da mesma forma que na China, o equipamento eletrônico indesejado é visto como lucrativo na **Índia** e, assim, as famílias os vendem aos colecionadores informais (STHIANNOPKAO; WONG, 2013).

Várias etapas da logística reversa são realizadas de maneira **informal** na **China**, com o manuseio de altos volumes de REEE, por pessoas físicas e pequenas empresas, principalmente nas cidades de Taizhou (província de Zhejiang) e Guiyu, (província de Guangdong) (ONGONDO; WILLIAMS; CHERRET, 2011). Apesar de esse mercado informal dominar o país, existem usinas de reciclagem certificadas na China, no entanto, elas concentram-se na costa leste chinesa, totalizando somente 21 (vinte e uma) empresas (CHI et al., 2011).

Por outro lado, o **setor formal chinês** possui algumas empresas líderes no setor de eletrônicos que estão desenvolvendo suas próprias iniciativas de reciclagem, como a Nokia, Motorola, LG e Lenovo em parceria com a China Mobile (operadora de telecomunicações chinesa) para a coleta de telefones celulares usados e acessórios (CHI et al., 2011). Cabe ressaltar que o custo da logística reversa de REEE na China é custeado em quase sua totalidade pelos fabricantes de eletroeletrônicos, o que onera demasiadamente o setor e o impede de se tornar competitivo frente ao mercado informal (WANG et al., 2013).

Já nos **EUA**, apesar da ausência de uma legislação federal que regule a logística reversa de REEE no país, muitos fabricantes de eletroeletrônicos também realizam programas gratuitos de retorno de seus produtos, formando, inclusive, associações de empresas parceiras (como no caso suíço) com centros de coleta e reciclagem espalhados por todo o território americano (*MANUFACTURERS RECYCLING MANAGEMENT COMPANY*, 2014). Outras empresas praticam a política de retorno do eletroeletrônico nos Estados Unidos (EUA). Alguns exemplos são: as fabricantes de computadores Dell, Apple e HP (*Hewlett-Packard*) (GOVINDAN; POPIUC, 2014); a maior loja de varejo de eletroeletrônicos dos EUA, a Best Buy, que aceita em suas lojas físicas e, também, coleta os produtos velhos adquiridos pelos consumidores (*BEST BUY*, 2014); alguns fabricantes de celulares *Nokia, Apple, Sony Ericsson, LG T&T, Best Buy, LG Electronics, Motorola, Office Depot, Samsung, Sprint, Staples, T-Mobile e Verizon* ou possuem programas de recebimento e coleta gratuita de seus produtos para reciclagem e/ou participam de campanhas, em conjunto com a agência governamental EPA (*Environmental Protection Agency*), para que os consumidores depositem seus celulares em pontos de coleta destinados, posteriormente, às empresas parceiras de reciclagem (SILVEIRA; CHANG, 2010).

Já as empresas recicladoras nos EUA que trabalham com os REEE realizam atividades até o estágio da trituração e efetuam a entrega dos granulados às fundições no mundo inteiro (ELECTRONIC RECYCLERS INTERNACIONAL, 2014; E-WASTE CENTER, 2014; SIMS METAL MANAGEMENT, 2014).

Quando se trata da **Índia**, o país produz 400.000 (quatrocentas mil) toneladas de lixo eletroeletrônico por ano (DWIVEDY; MITTAL, 2012). O **mercado informal**, fomentado pelos colecionadores de REEE, também possui uma rede de atores como os vendedores, comerciantes de sucata, desmontadores e recicladores, mas as técnicas de reciclagem empregadas são rudimentares e resultam em baixa recuperação dos materiais e os trabalhadores se submetem a todos os tipos de riscos à saúde (DWIVEDY; MITTAL, 2012; MANHART, 2010). É comum, nos processos de reciclagem indianos, o uso da lixiviação química nas placas de circuito impresso para se obter a liberação do ouro. Entretanto, esse processo, baseado em soluções de cianeto, além de ser perigoso, apresenta estimativa de perdas de até 84% (oitenta e quatro por cento) do metal precioso (MANHART, 2010). Ou seja, o que se recupera não é compensado pelo perigo de contaminação humana e ambiental que o método proporciona. Com esses processos rudimentares e informais de reciclagem de REEE, os materiais que restam, após o tratamento, são destinados à incineração e aos aterros sanitários, com o lixo residencial, gerando mais poluição e riscos de contaminação do solo e do ar (DWIVEDY; MITTAL, 2012).

Em 2010, em torno de 23 (vinte e três) instalações de reciclagem começaram a se organizar em um **setor formal** de reciclagem na **Índia** que, juntas e devidamente articuladas com outros agentes da cadeia reversa, poderiam reciclar até 60% (sessenta por cento) do e-lixo na Índia. No entanto, não são possíveis mais detalhes sobre as relações entre os atores na cadeia de comércio do e-lixo na Índia, uma vez que, segundo Dwivedy e Mittal (2012), não existem pesquisas empíricas sobre a temática. Na verdade, os autores constataram em uma pesquisa que 70% (setenta por cento) do lixo eletrônico advindo de computadores são vendidos para o mercado de segunda mão (informal) e os outros 30% (trinta por cento) são vendidos para empresas de reciclagem. Ainda sobre o mercado formal, a Índia possui algumas empresas autorizadas pelo governo que desenvolvem os processos de gestão de REEE até a fase de trituração e, depois, seus granulados são exportados para a empresa UMICORE, na Bélgica, para o refino dos metais preciosos (E-PARISARAA PRIVATE LIMITED, 2014; EXIGO RECYCLING, 2014; KARMA, 2014).

No cenário **brasileiro de mercado formal** há um comércio de reciclagem de REEE em cidades paulistas como São José dos Campos-SP e Suzano, onde empresas realizam algumas etapas da logística reversa como transporte, manuseio, armazenamento, trituração, tratamento químico e destinação final do lixo eletrônico (GM & C LOGÍSTICA E TRANSPORTE, 2014; SUZAQUIM INDÚSTRIAS QUÍMICAS LTDA., 2014). Já na capital paulista, destaca-se a presença de 3 (três) multinacionais que fornecem serviços de gerenciamento e reciclagem de sucatas eletroeletrônicas (CIMELIA RECICLAGEM DE ELETROELETRÔNICOS, 2014; ESTRE, 2014; TCG RECYCLING, 2014). Uma delas (Oxil) possui unidades, também, nos estados de Alagoas, Paraná, Bahia, Rio de Janeiro e Sergipe (ESTRE, 2014) e outra (TCG Recycling Brasil) envia os REEE, após a trituração, para refinarias na Alemanha e Canadá (TCG RECYCLING, 2014).

Outros estados brasileiros, também, são sedes de empresas que oferecem serviços de logística e reciclagem de REEE, como Minas Gerais, Pernambuco e Rio Grande do Sul. A tecnologia mais desenvolvida entre esses Estados encontra-se em Pernambuco, onde há a transformação dos REEE em granulados (ECOBRAZIL RECICLAGEM DE ELETRÔNICOS, 2014; OSTER, 2014; RER REPRESENTAÇÕES TECNOLÓGICAS, 2014).

Ainda sobre o setor privado formal brasileiro, com relação às práticas de retorno dos REEE realizadas pelos fabricantes e comerciantes de aparelhos celulares, há um descumprimento da legislação federal (PNRS) por empresas como *Sony Ericsson*, *LG*, *Samsung*, *Nokia*, *Motorola*,

Vivo, Claro e Tim que não oferecem um sistema de retorno gratuito dos aparelhos em todas as suas sedes, lojas ou assistências técnicas (DEMAJOROVIC et al., 2012; CLARO, 2014; SILVEIRA; CHANG, 2010; TIM CELULAR, 2014; VIVO, 2014).

Quando se procede à análise da situação no varejo de eletroeletrônicos no Brasil, o cenário, também, não é diferente. Nenhuma das grandes lojas do varejo, Ricardo Eletro, Casas Bahia e Ponto Frio possuem programas de retorno e/ou reciclagem de seus eletroeletrônicos (CNOVA COMÉRCIO ELETRÔNICO, 2014; RN COMÉRCIO VAREJISTA, 2014; SILVEIRA; CHANG, 2010).

3.3. INICIATIVAS DE OUTRAS ORGANIZAÇÕES

Identificaram-se iniciativas na busca pela logística reversa de REEE em universidades e por meio de organizações não governamentais em quase todos os países. Nos EUA, além da iniciativa privada (mercado formal), existe a participação da sociedade civil organizada americana na formação de Organizações não governamentais (ONGs) para promoverem iniciativas de gestão e reciclagem de REEE. A STEP (Solving the E-waste Problem) é um exemplo, uma vez que possui projetos em andamento e concluídos com as Universidades do Tennessee, Irlanda e Japão, agências governamentais americanas, empresas privadas, associações europeias e com o Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (Empa), na busca por soluções que reduzam os riscos ambientais do descarte de REEE e promovam o desenvolvimento (SOLVING THE E-WASTE PROBLEM, 2014).

Existem no **Brasil** algumas práticas que vêm sendo realizadas pelas universidades e sociedade civil organizada. Com relação às universidades, as mesmas têm desenvolvido importantes iniciativas na busca pela gestão dos REEE no País. Destaca-se o projeto da Universidade de São Paulo-USP com a inauguração, em 2009, do Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática (Cedir), instalado em um galpão de 400m² na cidade universitária. O projeto viabiliza a entrada desses equipamentos novamente na cadeia produtiva, seu reúso em projetos sociais e em equipamentos da própria USP (CENTRO DE DESCARTE E REÚSO DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA, 2014). Outras universidades no País também estão realizando projetos, em parceria com a iniciativa privada e a sociedade civil, para a gestão de REEE (ASCOM UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA, 2013; UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2014; UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2014).

A sociedade civil organizada, por sua vez, tem se mobilizado na promoção de atividades de inserção na cadeia reversa de REEE no Brasil. Destacam-se algumas organizações nos Estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais, além das cidades de Londrina e Belo Horizonte que oferecem “ecopontos” para descarte dos aparelhos e, ainda, realizam coleta gratuita do lixo eletrônico para que, após reprocessamento, se tornem matéria-prima para novas produções (ECOBRAZ COLETA DE E-LIXO, 2014; E-LIXO, 2014; ENIAC RESÍDUO ELETRÔNICO, 2014).

No contexto de atividades em universidades **chinesas**, destaca-se a Universidade de Tsinghua (principal universidade de engenharia do país), que vem desenvolvendo, com êxito, técnicas de reciclagem de REEE. A instituição possui uma rede de comunicação com a ONG americana STEP e outras instituições de pesquisa do Japão, Taiwan, Coreia do Sul e Macau (WANG et al., 2013).

Não foram identificadas iniciativas de ONGs chinesas, pois as mesmas possuem uma atuação muito limitada e pouco influente no país, segundo Wang et al. (2013).

Ao contrário da China, na **Índia** há a importante atuação de uma ONG indiana denominada “ToxicsLink” que possui parceria com a Empa da **Suíça** e realiza estudos acerca da problemática do

lixo eletrônico em várias metrópoles indianas, pressiona o governo para regulamentar a legislação sobre gestão de REEE e realiza um programa, com apoio da União Europeia, na busca pela formalização do mercado informal de REEE a fim de estabelecer canais de reciclagem desses resíduos no país (TOXICS LINK, 2014).

4. LIÇÕES E CONTRIBUIÇÕES PARA O CENÁRIO BRASILEIRO

Analisando-se as experiências nacionais e internacionais de logística reversa de REEE, podem-se destacar algumas reflexões para o cenário brasileiro quanto aos efeitos da desarticulação dos atores e à importância da adoção de novas parcerias que viabilizem a construção das cadeias reversas de REEE.

Sem dúvida, o cenário mais preocupante de desarticulação para a promoção da logística reversa de REEE é o indiano. O alto volume de REEE tratado de forma rústica pelo mercado informal tem sido responsável pela contaminação de pessoas e do meio ambiente (DWIVEDY; MITTAL, 2012; MANHART, 2010). Para Dwivedy e Mittal (2012), o maior desafio para a implantação de um sistema de logística reversa de REEE na Índia é a integração entre os comerciantes, os colecionadores de sucata e a conscientização dos consumidores para a reutilização dos eletroeletrônicos. Apesar da presença do mesmo problema de desarticulação dos atores no cenário chinês, muito em razão da coleta e tratamento informal de REEE e ausência de auxílio governamental no custeio da logística reversa (ONGONDO; WILLIAMS; CHERRET, 2011), há a presença de um arranjo colaborativo. A parceria entre governo, universidade, indústria, sociedade e mídia no projeto da cidade de Dalian demonstrou que a união desses atores, com um objetivo em comum, foi capaz de conscientizar a população e iniciar a coleta de REEE na localidade (QU et al., 2013).

Portanto, a colaboração entre os atores pode acontecer de forma gradual com projetos-pilotos como o chinês, por exemplo, que podem servir de contribuição para a realidade brasileira que também possui poucas iniciativas de logística reversa de REEE em seu território, conforme fica claro na análise da literatura. No Brasil, as práticas de coleta e reciclagem de REEE, que têm sido desenvolvidas por algumas empresas, em sua maioria localizada no Estado de São Paulo, ONGs e universidades, são louváveis, mas, sozinhas e sem conexão permanente com outros atores da cadeia reversa, não conseguem lograr êxito. Por outro lado, tal resultado já é esperado, uma vez que conforme Lemos e Mendes (2014, p. 57) destacam, a previsão legislativa de implantação progressiva da logística reversa de REEE revela “postergar sua exigência diante das dificuldades técnicas e operacionais previstas”.

Portanto, essa dificuldade de articulação dos atores da cadeia já era prevista pelo legislador. Por outro lado, não é só a desarticulação brasileira o único empecilho para a logística reversa. A própria norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 16156:2013, que estabelece requisitos da atividade de manufatura reversa de REEE e que foi formulada em congruência com a PNRS, encontra dificuldades de implementação entre seus associados (fabricantes de eletroeletrônicos). Ewald, Gama e Moraes (2014) demonstraram, em recente pesquisa, por meio da aplicação de questionários que, dentre os participantes cadastrados, com perfil de 81% respondentes pertencentes ao grupo de fabricantes de eletroeletrônicos, 47% destes consideram a falta de pessoal qualificado para implementar os requisitos do projeto da norma (PNRS) um desafio à sua execução, bem como 32% consideram a falta de informação sobre a periculosidade dos REEE um outro grande desafio.

Portanto, os próprios fabricantes manifestam, por meio dessa pesquisa, que o mercado ainda não está preparado para cumprir as exigências legais de implantação da logística reversa. Tal

hipótese se confirma com a pequena participação de fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores de eletroeletrônicos na apresentação de propostas ao governo, para a implantação do acordo setorial nacional. E essa falta de preparo e informação não está somente no setor empresarial. O arranjo colaborativo que o legislador brasileiro tentou estimular com o art. 33, §3º, III da PNRS, determinando que, para a efetividade da logística reversa, o setor privado deveria realizar parcerias com as associações de catadores de materiais recicláveis, é uma intenção que ficou no papel. Não foram identificadas na literatura consultada tais parcerias, pelo contrário, fica evidente a falta de inserção e preparo dos catadores de materiais recicláveis em manejar os REEE e, portanto, de fazerem parte da cadeia de logística reversa.

Segundo Dias, Pragana e Santos (2014, p. 108), para que esses profissionais possam fazer parte da gestão dos REEE no Brasil, além da imprescindibilidade da elaboração de políticas públicas voltadas para a solução da vulnerabilidade social da qual sofrem, “[...] fica evidenciado que existe a necessidade de prover assistência técnica e capacitação para os catadores”. No item 2 deste trabalho resta claro o cuidado que se deve ter no manuseio dos REEE em virtude da toxicidade de seus componentes. Essa mesma assistência e capacitação são imprescindíveis para os colecionadores informais de REEE (que correspondem aos catadores de materiais recicláveis não associados no Brasil) chineses e indianos que praticam a compra das sucatas porta a porta (STHIANNOPKAO; WONG, 2013), para que todos possam estar formalmente inseridos no mercado de reciclagem e seu trabalho possa ser contabilizado para a balança oficial de índices de reciclagem de REEE nos países.

Ainda sobre parcerias e arranjos colaborativos para a viabilização da logística reversa de REEE identificados na pesquisa, as experiências de parceria entre Estado, sociedade civil organizada e universidades na Suíça, China e EUA são exemplos de cooperação em prol de um objetivo comum: disseminar o conhecimento sobre a necessidade do descarte adequado dos REEE e adoção de novas tecnologias na busca pela redução dos riscos ambientais do manuseio (SOLVING THE E-WASTE PROBLEM, 2014; WANG et al., 2013). Há de se destacar que as parcerias encontradas entre a sociedade civil organizada americana e a indiana e o laboratório federal suíço (Empa), bem como a parceria entre universidade chinesa, institutos de pesquisa do Japão e de outros países e ONG americana demonstram que é possível se pensar em uma cooperação internacional para o desenvolvimento de novas práticas de gestão de REEE. Da mesma forma, a participação do Estado suíço na promoção da logística reversa de REEE, por meio das agências governamentais envolvidas, desde a normatização até a pesquisa e estudos de apoio ao desenvolvimento de novas iniciativas de gestão do lixo eletrônico, é notável e deve ser objeto de reflexão para a realidade brasileira (E-WASTE CENTER, 2014). Isso porque um comportamento estatal mais proativo pode dar ensejo à inserção de outros parceiros para a efetividade da logística reversa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A restrição do papel do Estado à edição de normas já não atende às expectativas e anseios ambientais, sociais e econômicos. A figura do Estado parceiro, articulador e catalisador de parcerias é muito mais bem-vinda num contexto que exige cooperação entre vários atores e estímulos econômicos para o funcionamento desse novo ramo de negócios que é a logística reversa de REEE. No Brasil, as práticas de coleta e reciclagem de REEE, que têm sido desenvolvidas por algumas empresas (em sua maioria localizada no Estado de São Paulo), ONGs e universidades, são louváveis, mas, sozinhas e sem conexão permanente com outros atores da cadeia reversa, não conseguem lograr êxito.

A fim de responder à questão de pesquisa de como ocorrem as relações entre Estado, mercado e sociedade nas práticas de logística reversa, as experiências nacionais e internacionais de logística reversa revelam que a desarticulação dos atores da cadeia reversa é um problema a ser superado em quase todos os países, menos na Suíça, onde há um mercado regulado e articulado de cadeia reversa de REEE. Aliás, as experiências mais bem-sucedidas de gestão de REEE são vislumbradas na Suíça, onde o setor privado mobilizou-se antes da imposição de leis, restando ao Estado regular os processos já existentes na prática e fiscalizá-los (SANT'ANNA; MACHADO; BRITO, 2014). Mesmo nos EUA, onde não há legislação nacional que obrigue a gestão dos REEE, empresas multinacionais fabricantes de aparelhos celulares desenvolvem canais de retorno de seus produtos.

A propósito, essas mesmas empresas atuantes também no Brasil não cumprem a legislação brasileira que é única e abrange todo o território nacional. Portanto, não basta legislar; é necessário articular a viabilidade da logística reversa com seus principais atores. As experiências de parcerias entre Estado, sociedade civil organizada e universidades na Suíça, China e EUA são exemplos de cooperação que podem ser disseminados no Brasil. O País deve aproveitar seus centros de excelência em pesquisa e promover parcerias entre universidades, mercado e sociedade. Tais parcerias podem ser fomentadoras de consciência ambiental e do desenvolvimento de tecnologias de reciclagem. Evidentemente não será tão fácil articular toda uma cadeia reversa de eletroeletrônicos e o cenário mostrará que algumas adaptações deverão ser realizadas, instrumentos e incentivos econômicos deverão ser incorporados e assim por diante. O processo será lento e gradual, pois nem o Estado brasileiro, nem o mercado e a sociedade tiveram tempo e estímulos suficientes para ensaiar tal cooperação.

Os caminhos apontados na pesquisa são fruto das reflexões advindas da revisão de literatura. Sendo assim, a pesquisa apresenta limitações que a própria metodologia e o recorte temporal delimitam. A aplicação de outros métodos de pesquisa e a escolha de outros países podem sinalizar mais possibilidades para a gestão de REEE no Brasil.

REFERÊNCIAS

ASCOM UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA. Projeto prevê novo destino para lixo eletrônico em Belém. Notícias Hoje, Manaus, n. 122, p. 1-2, ago. 2013. Disponível em: <http://www.portal.ufra.edu.br/attachments/2912_Ufra%20Noticias%20hoje%20122.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2014.

BEST BUY. Attention international customer. Orlando: Best Buy, 2014. Disponível em: <<http://www.bestbuy.com>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

BRASIL. Lei Federal n. 12.305/2010. 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, DF, 03 ago. 2010a.

CENTRO DE DESCARTE E REÚSO DE RESÍDUOS DE INFORMÁTICA. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.cedir.usp.br/>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA. Disponível em: <<http://cefetmg.br/noticias/2013/06/noticia0005.html>> Acesso em: 23 jan. 2014.

CHI, X. et al. Informal electronic waste recycling: a sector review with special focus on China. Waste Management, Amsterdam, v. 31, n. 4, p. 731–742, Apr. 2011.

CIMELIA RECICLAGEM DE ELETROELETRÔNICOS. Cimelia Cingapura. São Paulo: Cimelia, 2014. Disponível em: <<http://cimelia.com.br>>. Acesso em: 23 jan. 2014.

CLARO. Disponível em: <www.claro.com.br>. Acesso em: 23 jan. 2014.

CNOVA COMÉRCIO ELETRÔNICO. Casas Bahia, São Paulo, 2014. Disponível em: <www.casasbahia.com.br>. Acesso em: 23 jan. 2014.

_____. Ponto Frio. Disponível em: <www.pontofrio.com.br>. Acesso em: 23 jan. 2014.

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

DEMAJOROVIC, J. et al. Logística reversa: como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares? *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 52, n. 2, p. 165-178, mar/abr, 2012.

DIAS, S. L. F. G.; PRAGANA, V. R.; SANTOS, M. C. L. dos. Catadores: uma reflexão sobre os aspectos socioambientais da gestão de resíduos dos equipamentos eletroeletrônicos. In:

CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. (Org.). *Gestão de Resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 149-164.

DWIVEDY, M.; MITTAL, R. K. An investigation into e-waste flows in India. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 37, p. 229-242, Dec. 2012.

ECOBRAZIL RECICLAGEM DE ELETRÔNICOS. Disponível em: <<http://www.ecobrasil.net>>. Acesso em: 23 jan. 2014.

ECOBRAZ COLETA DE E-LIXO. Disponível em: <<http://www.lixoeletronico.org.br/>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

ELECTRONIC RECYCLERS INTERNATIONAL. Real. Califórnia: ERI, 2014. Disponível em: <<http://electronicrecyclers.com>>. Acesso em: 21 jan. 2014.

E-LIXO. Disponível em: <<http://www.elixo.org.br>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

ENIAC RESÍDUO ELETRÔNICO. Disponível em: <<http://www.eniac.org.br>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY STATISTICS ON THE MANAGEMENT OF USED AND END-OF-LIFE ELECTRONICS. Disponível em <<http://www.epa.gov/osw/conservation/materials/ecycling/manage.htm>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

E-PARISARAA PRIVATE LIMITED. Disponível em: <<http://www.ewasteindia.com/>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

EPSON & WEEE DIRECTIVE. Disponível em: <<http://www.epson.co.in>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

ESTRE. Lixo é só o começo. São Paulo: [s.n], 2014. Disponível em: <<http://www2.estre.com.br>>. Acesso em: 23 jan. 2014.

EXIGO RECYCLING. Disponível em: <<http://exigorecycling.com>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

EWALD, M. R.; GAMA, D. da; MORAES, S. V. M. Normalização para a cadeia reversa de eletroeletrônicos. In: CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. (Org.). *Gestão de Resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 149-164.

- E-WASTE CENTER. Disponível em: <<http://www.ewastecenter.com>>. Acesso em: 21 jan. 2014.
- FRANCO, R. G. F.; LANGE, L. C. Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 73-82, jan./mar. 2011.
- GM & C LOGÍSTICA E TRANSPORTE. Disponível em: <<http://www.gmclog.com.br>> Acesso em: 23 jan. 2014.
- GOVINDAN, K.; POPIUC, M. N. Reverse supply chain coordination by revenue sharing contract: a case for the personal computers industry. *European Journal of Operational Research*, Amsterdam, v. 233, n. 2, p. 326-336, Mar. 2014.
- HERAT, S.; AGAMUTHU, P. E-waste: a problem or an opportunity? Review of issues, challenges and solutions in Asian countries. *Waste Management & Research*, London, v. 30, n. 11, p. 1113-1129, Nov. 2012.
- KARMA. Disponível em: <<http://www.karmakmct.com/>>. Acesso em: 14 jan. 2014.
- KHETRIWAL, D. S.; KRAEUCHI, P.; WIDMER, R. Producer responsibility for e-waste management: key issues for consideration e learning from the swiss experience. *Journal of Environmental Management*, London, v. 90, n. 1, p. 153-165, Jan. 2009.
- LEITE, P. R. *Logística reversa: meio ambiente e competitividade*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- LEMONS, P. F. I.; MENDES, J. M. A. Resíduos eletroeletrônicos e seus aspectos jurídicos no Brasil. In: CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. (Org.). *Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 49-66.
- LINDHQVIST, T. Extended producer responsibility in cleaner production. 2000. Doctor Dissertation (Doctorate in Industrial Environmental Economics) – Lund University, Sweden, 2000.
- MANHART, A. International cooperation for metal recycling from waste electrical and electronic equipment. *Journal of Industrial Ecology*, v. 15, n. 1, p. 13- 30, Feb. 2010.
- MANUFACTURERS RECYCLING MANAGEMENT COMPANY. Disponível em: <<http://www.mrmrecycling.com>>. Acesso em: 20 jan. 2014.
- MIGUEZ, E. C. *Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: benefícios ambientais e financeiros*. Rio de Janeiro: Qualitymak, 2012.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/noticia.php?area=2¬icia=11758>>. Acesso em: 20 out. 2013.
- ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D.; CHERRET, T. J. How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes. *Waste Management*, Oxford, v. 31, n. 4, p. 714–730, Apr. 2011.
- OSTER. Disponível em: <<http://www.osterbrasil.com/category.aspx>>. Acesso em: 23 mar. 2014.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.pnu-ma.org.br>>. Acesso em: 14 out. 2013.
- QU, Y. et al. A review of developing an e-wastes collection system in Dalian, China. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 52, p. 176-184, Aug. 2013.

QUEIRUGA, D.; GONZÁLEZ J.; LANNELONGUE, G. Evolution of the electronic waste management system in Spain. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 24, p. 56- 65, Mar. 2012.

RAVI, V. Evaluating overall quality of recycling of e-waste from end-of-life computers. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 20, n. 1, p. 145-151, Jan. 2012.

RER REPRESENTAÇÕES TECNOLÓGICAS. Soluções para o mundo de hoje: uso racional e sustentável de recursos naturais. São Paulo: SER, 2014. Disponível em: <<http://www.rer-tecnologias.com>>. Acesso em: 23 jan. 2014.

RIBEIRO, R. Política de resíduos sólidos apresenta resultados em 4 anos. Brasília: MMA, 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/10272-pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-apresenta-resultados-em-4-anos>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

RN COMÉRCIO VAREJISTA. Ricardo Eletro. Disponível em: <www.ricardoeletro.com.br>. Acesso em: 23 jan. 2014.

ROBINSON, B. H. E-waste: an assessment of global production and environmental impacts. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, v. 408, n. 2, p. 183-191, Dec. 2009.

SANT'ANNA, L.; MACHADO, R. T. M.; BRITO, M. J. Os resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no exterior: diferenças legais e a premência de uma normatização mundial. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 37-53, jan./abr. 2014.

SILVEIRA, G. T. R.; CHANG, S.-Y. Cell phone recycling experiences in the United States and potential recycling options in Brazil. *Waste Management*, New York, v. 30, n. 11, p. 2278–2291, Nov. 2010.

SIMS METAL MANAGEMENT. Disponível em <<http://us.simsmm.com/>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

SOLVING THE E-WASTE PROBLEM. Disponível em: <<http://www.step-initiative.org/>>. Acesso em: 23 jan. 2014.

STHIANNOPKAO, S.; WONG, M. H. Handling e-waste in developed and developing countries: Initiatives, practices, and consequences. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, n. 463-464, p. 1147–1153, Oct. 2013.

SUZAQUIM INDÚSTRIAS QUÍMICAS LTDA. Disponível em: <<http://suzaquim.com.br/Residuos.htm>>. Acesso em: 23 jan. 2014.

SWISS E-WASTE COMPETENCE. Disponível em: <<http://www.e-waste.ch/>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

TCG RECYCLING. Disponível em: <<http://www.tcgrecycling.com/>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

TIM CELULAR. Disponível em: <<http://www.tim.com.br>>. Acesso em 23: jan. 2014.

TOXICS LINK. Toxics link for a toxics: free world intervention. [S.l: s.n.], 2014. Disponível em: <<http://toxicslink.org/?q=content/intervention-7>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

UNESP, 2014. Disponível em: <http://www.unesp.br/aci_ses/unespinforma/acervo/14/lixo-eletronico-tem-novo-destino>. Acesso em: 23 jan. 2014.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Lixo eletrônico tem novo destino: projeto em Guaratinguetá quer reciclar computadores e monitores descartados. São Paulo: Editora da UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

VIVO. Disponível em: <<http://www.vivo.com.br>>. Acesso em: 23 jan. 2014.

WANG, F. et al. Chemical and ecotoxicological analyses of sediments and elutriates of contaminated rivers due to e-waste recycling activities using a diverse battery of bioassays. *Environmental Pollution, Barking*, v. 157, n. 7, p. 2082-2090, July 2009.

_____. E-waste in China: a country report. STEP Green Paper Series, China, p. 01-60, 2013.

WASTE WASTEGUIDE.INFO. State-of-the-art recycling technologies. [S.l: s.n.], 2014. Disponível em: <<http://ewasteguide.info>>. Acesso em: 24 nov. 2013.

WASTE WEASTEGUIDE.INFO. Swiss e-Waste programme. [S.l: s.n.], 2014a. Disponível em: <<http://ewasteguide.info/node/4141>>. Acesso em: 23 jan. 2014. E-waste (2).

XAVIER, L. H.; CORRÊA, H, L. Sistemas de logística reversa: criando cadeias de suprimentos sustentáveis. São Paulo: Atlas, 2013.

YE, F. et al. The impact of institutional pressures, top managers' posture and reverse logistics on performance: evidence from China. *International Journal of Production Economics*, Amsterdam, v. 143, n. 1, p. 132-143, May 2013.