

# A ESTRUTURA DA CADEIRA REVERSA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL

*Vivian F. M. Ferreira*

*Sylmara L. F. Gonçalves-Dias*

## RESUMO

O avanço da tecnologia tem gerado maior produção de equipamentos eletroeletrônicos, cuja vida útil está cada vez menor. A troca constante de equipamentos tem levado a um aumento no descarte destes. Além da maior produção de resíduos, um agravante é o potencial poluidor desse tipo de resíduo devido aos metais pesados neles contidos. Apesar disso, há também metais nobres, como ouro e prata, o que tem se tornado uma grande oportunidade de negócio para a indústria de reciclagem e os interessados nessa cadeia de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). O descarte incorreto dos REEE tem consequências socioambientais muito sérias, como a poluição do solo e da água, implicações à saúde, como doenças neurológicas, câncer e até a morte. Nesse contexto, foi estabelecida a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Lei 12.305/2010), cujo objetivo é dar a destinação ambientalmente adequada para os resíduos, fazendo sua gestão. Para organizar essa gestão, mostra-se necessário entender a cadeia reversa dos REEE. Frente a esse contexto, o objetivo desse capítulo é caracterizar a cadeia recersa dos REEE. Para isso, usou-se o modelo analítico proposto por de Brito e Dekker (2002). A pesquisa tem caráter exploratório, com adoção de diferentes estratégias para a

coleta de dados como publicações de órgãos públicos, instituições especializadas e mídia, e ainda entrevistas semiestruturadas com especialistas na área. Diversos entraves foram observados para a gestão dos REEE no contexto brasileiro, mas a principal questão foi a necessidade de investimentos, incentivos e ações conjuntas, colaborativas e concomitantes para possibilitar a gestão efetiva dos REEE. Assim, a forma como a responsabilidade compartilhada vem sendo empregada não se mostra suficiente para a gestão dos REEE. Observou-se a necessidade de uma mudança de paradigma no que tange a questões de produção, consumo, troca e descarte dos REEE no contexto brasileiro.

**Palavras-chave:** Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos; Cadeia Reversa; Política Nacional de Resíduos Sólidos; Logística Reversa; Acordo Setorial; Responsabilidade Compartilhada.

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico no passar dos anos, tem sido notável, e o crescimento do consumo de equipamentos eletroeletrônicos (EEE), naturalmente, tem acompanhado esse desenvolvimento. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), desde 2020, mesmo com as incertezas relacionadas à pandemia do coronavírus, as empresas continuaram acreditando que o setor pode continuar sendo considerado estável nos principais indicadores do setor, não apresentando mudanças significativas ao comparar com os indicadores obtidos em pesquisas anteriores. Relatam, inclusive:

“crescimento nas vendas/encomendas no mês de janeiro de 2022 em relação ao igual período de 2021. Este percentual ficou muito próximo ao observado na pesquisa realizada em dezembro de 2021, quando 56% das empresas aumentaram suas vendas/encomendas em relação a dezembro de 2020” (ABINEE, 2022).

No entanto, com a grande e constante quantidade de equipamentos sendo criados todos os dias, o descarte desses materiais acaba sendo cada vez mais acelerado. Nesse contexto, uma grande quantidade de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) vem sendo descartada diariamente (XAVIER e CARVALHO, 2014). Segundo o Banco Mundial (2012), o descarte de REEE é três vezes maior que o descarte de lixo comum. Desencadeia-se, com isso, uma situação de preocupação ambiental e de saúde, uma vez que esses resíduos, quando abertos, são considerados altamente contaminantes por terem em sua composição materiais como arsênio, cádmio, mercúrio, chumbo e outros metais pesados (TOWNSEND, 2011). Para a agência ambiental do governo americano (EPA), os

metais pesados dos REEE seriam 70% da fonte de contaminação de rios e do ar do país (ARADAS, 2012).

Por outro lado, esses equipamentos possuem também materiais altamente valiosos como prata, cobre, alumínio, paládio e até ouro, caracterizando-se, portanto, como um resíduo valioso, porém perigoso quando aberto. Em outras palavras, por causa dos metais preciosos, eles têm sido fator de atração para empresas interessadas em valorizar os REEE (ARADAS, 2012; KUEHR; WANG, 2015), girando um mercado de reciclagem de REEE global bilionário.

No entanto, a complexidade dos REEE vai além de seu alto valor e sua alta periculosidade. Há uma série de questões que denotam a cadeia reversa desses resíduos. Para entender como essa cadeia se estrutura, este capítulo visa caracterizar a estrutura da cadeia reversa dos REEE no contexto brasileiro. Para isso, faz-se necessário o aprofundamento no conceito da Logística Reversa trazida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Frente a esse contexto, o objetivo deste capítulo é caracterizar a cadeia reversa dos REEE. Para isso usou-se o modelo analítico proposto por De Brito e Dekker (2002). A pesquisa tem caráter exploratório, com adoção de diferentes estratégias para a coleta de dados, como publicações de órgãos públicos, instituições especializadas e mídia, além de entrevistas semiestruturadas com especialistas na área. Vale ressaltar que este capítulo é fruto da dissertação de Ferreira (2018), cujo objetivo foi entender e mapear o campo de ação estratégica dos resíduos eletroeletrônicos no contexto brasileiro à luz da teoria de campos de Fligstein e McAdams (2012). Dessa forma, a caracterização da cadeia reversa compôs um importante capítulo deste estudo e trouxe informações relevantes para o contexto dos REEE no Brasil. Por esse motivo, o recorte deste tema foi escolhido para ganhar destaque nesta publicação.

Além desta introdução, este capítulo está organizado em outras cinco seções. A seção 2 traz apontamentos sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a logística reversa e o acordo setorial. Na seção 3, está apresentada a proposta de quadro analítico de De Brito e Dekker (2012) utilizado neste capítulo. Em seguida, apresenta-se a estratégia metodológica utilizada para análise da estrutura da cadeia reversa de REEE no Brasil. Já as seções 5 e 6 dedicam-se, respectivamente, à apresentação e à discussão dos resultados, seguida pelas considerações finais.

## 2. A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS): DESTAQUES PARA A LOGÍSTICA REVERSA E O ACORDO SETORIAL

Foi estabelecida em 2010 a Lei 12.305, que promulga a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Em sua constituição, a PNRS tem um caráter preventivo e, dessa forma, institui uma ordem de prioridade para a gestão dos resíduos, conhecida como hierarquia de resíduos, que seria não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, sendo prioridade a diminuição da geração de resíduos (BRASIL, 2010).

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto é trazida na PNRS no Art. 3º, inciso XVII, com o objetivo de minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos que levam a danos ambientais e à saúde humana. Para a efetivação da responsabilidade compartilhada, fazem-se necessárias ações encadeadas, de modo que cada ator contribua com uma parte do processo de gestão dos resíduos (GONÇALVES-DIAS; GHANI; CIPRIANO, 2015). As formas de organização e ações para a gestão desses resíduos deveriam ser feitas a partir da responsabilidade compartilhada, obrigando fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a agirem conjuntamente para realizar a logística reversa dos equipamentos.

Assim, a logística reversa é um mecanismo presente na PNRS cujo objetivo é reinserir o resíduo no processo produtivo para a criação de novos produtos ou reaproveitar componentes como matéria-prima em subprodutos. O Decreto n. 7.404/2010, em seu artigo 15, traz a necessidade de elaborar o acordo setorial para implantar e operacionalizar a logística reversa (BRASIL, 2010). O Acordo Setorial é um dos fundamentos da proposta da responsabilidade compartilhada presente na PNRS, sendo um “ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto” (BRASIL, 2010). O Decreto n. 7.404/2010, que regulamentou a PNRS para viabilizar a aplicabilidade de seus instrumentos, criou o Comitê Orientador da Logística Reversa que, entre suas finalidades, revisa os acordos setoriais. O acordo foi feito da seguinte forma: o Poder Público publicou um edital de Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes – Edital n. 01/2013 (BRASIL, 2013) por meio do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Depois disso, os acordos setoriais devem seguir para consultas públicas, e então o Comitê Orientador da Logística Reversa arquiva, solicita complementação ou aprova a proposta.

Em 2016, a Abinee fundou a Gestora para Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos – Green Eletron, que atua com pontos de coleta recolhendo equipamentos eletroeletrônicos de pequeno e médio porte descartados (GREEN ELETRON, 2020). E a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (Abree) tem o objetivo de definir e organizar o gerenciamento de resíduos sólidos de seus associados, com sistemas coletivos de logística reversa (ABREE, 2011).

Em 2019, foi assinado um acordo setorial no qual estão contidos os instrumentos para a implementação da PNRS para os REEE de uso doméstico. Tendo em vista as características complexas dos REEE, os termos do acordo setorial foram negociados para trazerem as diretrizes quanto à logística reversa dos REEE originados nos domicílios brasileiros (BRASIL 2020). Dessa forma, o acordo firmado leva em consideração apenas os eletroeletrônicos de uso doméstico, que seriam “todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 240 volts” (SINIR, 2020).

No entanto, o Acordo setorial consolida uma série de ações para promover a destinação ambientalmente correta a partir da educação ambiental do consumidor para a importância da reciclagem. As empresas possuem a responsabilidade de arcar com os custos do Sistema de Logística Reversa e, se não estiverem aderentes, terão de arcar com custos ainda maiores para a criação de um sistema individual de SLR e para comprovar regularidade junto aos órgãos competentes. O reaproveitamento é incentivado por meio da atuação de entidades recicladoras. Em fevereiro de 2020, foi publicado o Decreto n. 10.240, que replica o conteúdo do acordo setorial firmado. De acordo com o texto do acordo, seus participantes são: União, por intermédio do Ministério do Meio Ambiente; Empresas associadas à Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE); Empresas associadas à Associação Brasileira da Distribuição de Produtos e Serviços de Tecnologia da Informação (ABRADISTI); Empresas associadas à Federação das Associações das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação (ASSESPRO NACIONAL); Empresas associadas e parceiras da Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional (GREEN ELETRON), sendo as entidades gestoras a Green Eletron e a Abree (BRASIL, 2020).

Para contextualizar a logística reversa dos REEE, vale indicar que esta tem ganhado reconhecimento por crescimento na geração de REEE, melhora e desenvolvimento das leis ambientais e maior pressão dos consumidores por responsabilidade social (LAU; WANG, 2009). Assim, ao longo dos anos, países desenvolvidos têm criado sistemas de logística reversa. Diferentemente, em países

em desenvolvimento, como o Brasil, esses sistemas ainda se encontram em uma fase preliminar (DEMAJOROVIC; AUGUSTO; SOUZA, 2016). Chama a atenção que a reutilização e o reúso são proibidos pelo Acordo Setorial (BRASIL, 2020), recém-firmado entre as partes venda a comercialização, sendo vetadas a doação, a transferência e qualquer outra ação no sentido de direcionar os produtos eletrônicos, a partir do momento que entram no Sistema de Logística Reversa. Dessa forma, pode acontecer que parte dos produtos destinados à logística reversa pelo consumidor final tenha condições de conserto e remanufatura, mas não serão direcionados obrigatoriamente para a reciclagem, utilizando, para isso, mais energia e tendo como resultado final um produto de menor valor agregado.

Para a efetiva implantação da logística reversa no Brasil, será necessário superar os inúmeros interesses entre as partes interessadas, muitas vezes contrários ao avanço da estruturação da cadeia de reciclagem dos REEE. Para além dos aspectos legais, é preciso compreender as características da estrutura da cadeia reversa dos resíduos em questão. A partir disso, pode-se ter uma visão mais completa dos desafios que essa problemática traz. Para isso, a próxima seção traz um modelo analítico para caracterizar a estrutura da cadeia reversa dos REEE e revelar suas peculiaridades e complexidades.

### **3. A ESTRUTURA DA CADEIA REVERSA PÓS-CONSUMO: COMPREENDENDO SEUS PONTOS-CHAVE**

Para entender a estrutura das cadeias reversas, De Brito e Dekker (2002) descrevem três principais pontos: i) Por que acontece o retorno dos materiais, ou seja, as razões e forças; ii) O que retorna, portanto, as características dos produtos que estão retornando; e iii) Como ocorre o processo de recuperação. Esses três pontos são estruturados para se entender a cadeia reversa dos REEE.

**Quadro 1** – Estrutura e funcionamento da cadeia reversa

<b>Questões sobre a estrutura das cadeias reversas</b>	<b>Aspectos para considerar</b>
1) Por que os produtos retornam?	<p>Perspectiva do fabricante: (i) Revalorização econômica via diminuição do uso de materiais ou obtenção de receita com peças de reposição; (ii) Atendimento à Legislação; e (iii) responsabilidade estendida em relação ao ciclo de vida do produto.</p> <p>Perspectiva do consumidor: podem ser motivados a devolver os produtos via retribuição por taxas de devolução/incentivos ou doações para instituições como ONGs.</p>
2) Quais as características do resíduo?	<p>Composição da Embalagem: homogeneidade dos elementos, facilidade de desmontagem, facilidade de transporte e presença de materiais perigosos.</p> <p>Padrão de uso: localização da utilização dos produtos, se a utilização é dispersa ou concentrada, pois afeta a coleta e os custos de transporte, e também a intensidade de uso e tempo de uso.</p> <p>Características de deterioração: possibilidade de reparação do resíduo, ciclo de vida, obsolescência, deterioração econômica, homogeneidade da deterioração.</p>
3) Como é o processo de retorno e recuperação?	<p>Os atores podem ser classificados em:</p> <p>Quem devolve os resíduos.</p> <p>Quem recebe os resíduos: fabricantes, fornecedores, governo, varejistas ou atacadistas.</p> <p>Quem coleta os resíduos: intermediários independentes, como fornecedores de serviço de logística reversa, empresas coletoras de resíduos municipais, companhias específicas para retorno de resíduos.</p> <p>Quem recicla e processa os resíduos: empresas transformadoras de resíduos em novo produto.</p> <p>Processos: (i) a coleta; (ii) a inspeção, seleção e triagem; (iii) o reprocessamento; e (iv) a redistribuição.</p> <p>Processo pode ser realizado pelas organizações da iniciativa privada e de órgãos públicos; também existem parcerias entre esses atores.</p>

Fonte: Gonçalves-Dias e Teodósio (2006), Santos (2012, p. 32).

É possível notar, portanto, que há muito o que se observar no campo dos REEE, tanto em termos de materiais quanto de gestão. Na próxima seção, estão apresentadas as estratégias metodológicas utilizadas para elaboração do estudo.

## 4. ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

Para estruturar a cadeia reversa dos REEE, procurou-se responder às questões levantadas por De Brito e Dekker (2002), buscando elucidar “o que”, “como” e “por que” se manifestam diferentes processos na cadeia. A partir disso, tentou-se compreender melhor os desafios ambientais e de gestão encontrados nesse campo e vivenciados pelos diversos atores que nele atuam. Diante desse contexto de pesquisa, que leva em consideração questões inter, multi e transdisciplinares, a estratégia metodológica que se mostrou mais adequada foi a de estudos exploratórios, com estratégias de coleta de dados qualitativas (GONÇALVES-DIAS; TEODÓSIO, 2006).

Foram realizadas um total de dezessete (17) entrevistas semiestruturadas com atores estratégicos do campo de gestão de REEE; no entanto, para responder especificamente à estruturação da cadeia reversa, proposta para este capítulo, concentrou-se em oito (8) dos entrevistados, por trazerem maior relevância à caracterização da cadeia reversa. Os entrevistados são descritos no Quadro 2, a seguir.

**Quadro 2** – Lista de entrevistados

Grupos	Área de atuação	Código do entrevistado	Descrição	Motivo da escolha
Universidade	Pesquisadora	UNI- Pesquisadora2	Foi responsável técnica pelo CEDIR – Centro de Descarte e Reúso de Resíduos Eletroeletrônicos da Universidade de São Paulo.	Trabalhou no CEDIR, que é um centro de referência na manipulação e destinação de REEE dentro da USP e aberta a toda a comunidade. Diversos trabalhos sociais de inclusão digital a partir da remanufatura de computadores. Desenvolvendo pesquisas na área, além de lidar com compradores e com a comunidade que realiza o descarte.
Empresas	Executivo gestor	EMP- Executivo1	Lidera o centro de Inovação em Sustentabilidade para Eletroeletrônicos da Sinctronics.	Importante empresário de uma grande empresa que lida com grandes quantidades de REEE por dia, além de grandes empresas fabricantes de EEE (empresa de grande porte).
	Executivo empreendedor	EMP- Executivo2	Economista, empresário na área industrial e de comércio, fundador e diretor da Recicladora Urbana, empresa socioambiental no segmento de reciclagem de eletrônicos.	Dono de uma empresa de desmontagem de computadores e remanufatura com porte de pequena empresa (menor que a Sinctronics).

Sociedade civil	Executivo sindicato	OSC-Executivo1	Ex-diretor de sustentabilidade da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), atual vice-presidente do Sindicato da Indústria de Aparelhos Elétricos, Eletrônicos e Similares do Estado de São Paulo e responsável pela criação da empresa Green Eletron.  Representante da ABINEE.	Há muitos anos trabalha no campo da indústria de eletroeletrônicos, participando de associações, sindicatos e atualmente responsável pela empresa Green Eletron de logística reversa de REEE.
	Educadora	OSC-Educadora1	Presidente do Instituto GEA – ética e meio ambiente, OSCIP, que trabalha com educação ambiental para catadores de materiais recicláveis.	Trabalha há muitos anos com cooperativas de catadores e resíduos.
	Educador	OSC-Educador2	Participou no Projeto Eco Eletro como professor do curso para catadores para a desmontagem, triagem e venda de REEE.	Trabalhou no LASSU (Universidade) como pesquisador; atualmente trabalha na ONG Instituto GEA, além de ter contato muito próximo com catadores nos cursos do projeto Eco Eletro.
	Catadores	OSC – Catadora1	Catadora de materiais recicláveis da Cooperativa Coopernova, treinada pelo Projeto Eco Eletro.	A Coopernova é a cooperativa referência no trabalho com REEE com poucos cooperados, localizada em Cotia – SP.
Estado/ Governo	Coordenação	GOVSP-Engenheiro	Representante da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, responsável pelo Departamento de Políticas Públicas de Resíduos Sólidos e Eficiência dos Recursos Naturais.	A CETESB está na frente na criação de normas para a gestão dos REEE, o entrevistado conhece várias interfaces do assunto, pois acompanha as negociações do acordo setorial. Além disso, é um órgão ativo, conhece todos os membros do campo e mantém contato com eles.

Fonte: dados da pesquisa.

O roteiro de entrevista buscou explorar em profundidade caracterização, desafios e oportunidades importantes para o entendimento da cadeia reversa e a gestão dos REEE, a partir de questionamentos que levavam em consideração “por que”, “o que” e “como” acontecem os processos na cadeia. Os principais temas levantados durante as entrevistas remetiam para: os principais atores, a estruturação histórica e atual da cadeia e como tem sido feita a gestão desta, aspectos legais relevantes para a gestão dos REEE, entre outros. Outras técnicas de coleta de dados secundários e primários utilizadas foram bibliográficas, acerca da gestão de resíduos eletroeletrônicos, cadeia reversa e gestão ambiental; documental, principalmente quanto a PNRS e Abinee e observação participante. Os dados

foram analisados e interpretados a partir do quadro analítico proposto pelos autores De Brito e Dekker (2002), da interação com os atores e da contextualização das suas realidades na cadeia.

## **5. CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA REVERSA DE REEE**

Entende-se que a gestão dos REEE é fundamental para que haja uma destinação adequada dos resíduos. A caracterização da cadeia reversa auxilia nessa gestão, trazendo uma visão detalhada do que acontece com os EEE depois de descartados. A cadeia da reciclagem dos REEE apresenta três fases: recuperação, revalorização e transformação. Tendo isso em mente e entrando nos detalhes dos eletroeletrônicos, é possível perceber que existem algumas peculiaridades que dificultam e complexificam a formação de uma estrutura de recuperação destes.

Primeiro, a recuperação é dificultada pela falta de infraestrutura adequada para o recolhimento e coleta desses resíduos, a retenção dos equipamentos com os consumidores (não descarte) e a falta de informação para os consumidores (CONDE; XAVIER; FRADE, 2014). Depois, para a revalorização, os REEE são compostos por muitos diferentes materiais, o que dificulta a triagem e a desmontagem (MORAES; ESPINOSA; LUCENA, 2014). Por esses motivos, já em sua concepção, essas preocupações deveriam ser consideradas (GONÇALVES-DIAS; GHANI; CIPRIANO, 2015). Além disso, por não existirem processos nacionais, o material precisa ser enviado para o exterior para sua transformação (MIGLIANO; DEMAJOROVIC; XAVIER, 2014). Assim, a reciclagem dos REEE tem alto potencial de risco de contaminação por metais pesados, grande heterogeneidade de materiais, grande variedade no valor das peças e alto impacto socioambiental (MIGLIANO; DEMAJOROVIC; XAVIER, 2014; XAVIER; CARVALHO, 2014).

De acordo com o Quadro 1, proposto por De Brito e Dekker (2002), é possível analisar a estrutura da cadeia reversa de REEE da seguinte forma:

### **5.1 Por que os resíduos eletroeletrônicos retornam**

Destacam-se primeiramente as principais dificuldades no retorno dos REEE: a dimensão continental do Brasil, os gaps tecnológicos, a falta de incentivos fiscais, a grande oferta de produtos eletrônicos órfãos e a presença de múltiplos atores envolvidos na coleta, como empresas formais e informais (cooperativas de catadores e catadores independentes), que complexificam a implantação de programas de logística reversa de computadores. Migliano e Demajorovic (2013, p. 13) destacam estas dificuldades:

Vale lembrar que o valor dos materiais inseridos no produto e o volume disponível para garantir ganhos de escala na atividade são essenciais para garantir a viabilidade financeira da logística reversa. [...] grande parte dos computadores é proveniente pelo mercado informal. Isto dificulta o processo de fiscalização para efetiva implantação da logística reversa.

Assim, a justificativa de retorno pode ser dividida em duas perspectivas: i) perspectiva do fabricante; e ii) perspectiva do consumidor (doméstico e empresarial).

### **5.1.1 Perspectiva do fabricante**

Há três pressões que podem influenciar o retorno dos REEE do ponto de vista dos fabricantes: economia, legislação e responsabilidade estendida do produtor. Assim, o primeiro ponto está vinculado com as vantagens econômicas que esse ator terá com a recuperação dos REEE, ou seja, economia de recursos, diminuição dos custos, menos uso de matérias-primas etc. Além disso, existe a vantagem de impactar positivamente sua reputação e sua imagem a partir do discurso de apoio à reciclagem.

Segundo a entrevistada UNI-Pesquisadora2, a cadeia reversa dos REEE gira em torno de interesses privados e, pela falta de um modelo de interesse coletivo, não se consegue resolver os problemas de gestão desses resíduos. Nesse sentido, fica claro que cada ator tem um papel, e que a falta de ação de um ator desencadeia problemas em todo o sistema. No caso dos REEE, a questão não está em um ator isoladamente, mas na falta de coordenação entre todos os atores da cadeia reversa ou, pelo menos, a pouca ação combinada entre todos eles. O próximo ponto está vinculado a este.

O terceiro ponto é que no Brasil a PNRS não fala de responsabilidade estendida, mas, sim, compartilhada entre todos os atores da cadeia. Nesse sentido, o acordo setorial é o instrumento responsável por trazer os detalhes de quantidades de recolhimento dos REEE, que foi acordado em 2019 e apresenta um cronograma que começa com a meta de recolhimento de 1% em 2021 e chega a 17% dos EEE de uso doméstico em 2025.

### **5.1.2 Perspectiva do consumidor (doméstico e empresarial)**

O consumidor é o último ator da cadeia do consumo e o primeiro da cadeia do pós-consumo. Nesse sentido, seu papel para o retorno dos REEE é fundamental.

Faz-se aqui um destaque para esclarecer que existem diferenças claras entre os consumidores domésticos (B2C – business to consumer), que são transações entre a empresa e o mercado consumidor, e os empresariais (B2B – business to business),

que são transações entre as próprias empresas (SOUZA; BREMGARTNER, 2016). Segundo os entrevistados EMP-Executivo2 e OSC-Executivo1, o B2B é considerado mais controlado e mais simples devido ao fato de estar concentrado em parques e/ou zonas industriais e comerciais e ter uma entidade especializada para fazer a gestão desses parques, capazes de fazer uma triagem, reaproveitar materiais e fazer leilões. Contudo, para os consumidores domésticos, esse controle é muito dificultado porque os equipamentos ficam dispersos em uma grande quantidade de pessoas; com isso, os custos para a logística reversa aumentam. Existe, ainda, a dificuldade em fazer com que os consumidores se envolvam nesse processo de retorno dos equipamentos para os fabricantes. Assim, De Brito e Dekker (2002) falam de incentivos para estimular os consumidores, como a retribuições com taxas ou doações para instituições carentes.

Nesse sentido, o entrevistado GOVSP-Engenheiro traz uma reflexão importante. Para ele, o consumidor é responsável pelo resíduo que produz e, portanto, também deve pagar por isso. Ele levanta a questão de que hoje o consumidor tem o benefício de poder usufruir do produto consumido sem arcar com a responsabilidade, sobrecarregando, principalmente, o poder público em termos de custo para recolher os materiais, gerando prejuízos ambientais. Refere-se, ainda, ao princípio de usuário-pagador, ou seja, o consumidor pagará pelos custos de recolhimento e destinação final dos produtos pós-consumo, o que pode levar à alteração dos padrões de consumo, podendo fazer com que o consumidor repense suas compras, dando preferência a produtos chamados com maior durabilidade, possibilidade de reutilização etc. (YURA, 2014).

O princípio do usuário-pagador é entendido como um instrumento econômico. Como este, outros instrumentos também podem e devem ser usados pelo poder público com o intuito de penalizar ou incentivar mudanças de comportamento na população e em instituições. Um ponto bastante positivo dos instrumentos econômicos é que geram resultados em curto prazo (MÉRICO, 2002), devendo ser combinados com outras ações, como sensibilização e educação ambiental.

Além disso, segundo Portilho (2005), ações coletivas baseadas na moralidade pública se fazem necessárias para começar a alterar a situação dos REEE. É preciso que essas ações coletivas substituam as ações individuais baseadas meramente no consumo, implantando políticas multilaterais para regular a produção, mas também o consumo. Aqui, há concordância com as considerações de Paavola (2001b), reforçadas por Portilho (2005, p. 4).

Ações públicas poderiam provocar mudanças no impacto ambiental do consumo, com um custo menor do que o de ações individuais [...] Além disso, as ações públicas

poderiam apresentar melhores resultados ambientais também através de taxas que seriam melhor distribuídas na sociedade.

Em relação às taxas aqui mencionadas, um ponto importante no caso da logística reversa é a *visible fee*, valor inserido e destacado na nota fiscal, destinado ao pagamento pela destinação ambientalmente adequada dos REEE e paga pelos consumidores. O retorno dos REEE pela logística reversa é complexo, composto por vários atores formais e informais, o que também contribui para tornar o processo dispendioso. Por isso, a ABINEE e o governo federal têm negociado alternativas de ações para que haja mais controle dos equipamentos eletroeletrônicos e maior garantia de retorno por vias formais, como explica a seguir o entrevistado OSC- Executivol.

*nós havíamos proposto ao governo federal que fosse criada uma coisa chamada Visible Fee, que é a participação pecuniária do consumidor no momento da compra do produto. [...] o que o governo sinalizou? [...] é provável que a gente consiga de alguma forma, que isso seja destacado em nota. O destacado em nota ele tem duas finalidades. [...] Primeiro, é conscientizar o consumidor pra que ele saiba quanto ele pagou para descartar o produto dele e que no momento da compra ele já sabe que ele já pagou por aquele serviço de descarte. Como ele já pagou pelo serviço de descarte [...] Então basta levar no local adequado para descartar. (OSC- Executivol)*

Quanto à fala desse entrevistado, questiona-se se um valor destacado em nota para a logística reversa realmente ajudaria a sensibilizar o consumidor. Colocam-se, aqui, dois pontos para reflexão. O primeiro ponto é que essa via de sensibilização do consumidor não é, necessariamente, suficiente, sendo necessárias outras e constantes ações para atingir a efetividade na sensibilização. Mesmo assim, ainda que outras ações da Abinee fossem desenvolvidas, o envolvimento do governo com ações em termos de políticas públicas e educação ambiental ainda seriam necessárias. Portanto, ações coletivas precisam ser discutidas e desenvolvidas de forma colaborativa entre todos os atores envolvidos na cadeia reversa de REEE.

Outro ponto é o comportamento desse consumidor final como essencial para o retorno dos REEE à cadeia reversa. Incluir um valor de descarte na nota pode provocar o desinteresse do consumidor por fazer o descarte nos pontos de coleta, pois ele já foi onerado na hora da compra. Ou seja, o consumidor pode não se considerar responsável pelos REEE, uma vez que já pagou pelo descarte no momento da compra. Isso realça a necessidade de ações coletivas de sensibilização e educação ambiental, concomitantes e que atinjam a população. Quando o entrevistado fala “*basta levar no local adequado para descartar*”, ele simplifica a problemática do descarte dos REEE, depositando toda a expectativa apenas para um lado da equação: no comportamento do consumidor.

Lau e Wang (2009) afirmam que o sucesso da logística reversa depende, em grande parte, de incentivos fiscais para a reciclagem de resíduos. Destaca-se aqui importância do governo na gestão dos REEE, pois ele atua em diferentes pontos e se relaciona com todos os atores. A estrutura tributária do país não disponibiliza isenção de impostos ou compensação por produtos recicláveis, além de apresentar uma falta de instrumentos financeiros que impulsionem atividades de logística reversa (MIGLIANO; DEMAJOROVIC; XAVIER, 2014).

Para a efetiva gestão dos REEE, faz-se necessário que esses equipamentos retornem ao processo produtivo. Nesse ponto, dois outros entrevistados trazem questões muito importantes. Os entrevistados EMP-Executivo2 e OSC-Educarora1 relatam suas várias experiências na recuperação dos REEE, e ambos concluem que quando há campanhas de coleta obtém-se o sucesso no retorno dos materiais; porém, quando se instalam pontos de coleta, há um grande fracasso. Os entrevistados indicam, portanto, que pontos de coleta e recebimento, estratégia que tem sido usada pela Green Eletron, não funcionam, e que o que dá resultado são as campanhas pontuais e organizadas.

Segundo os entrevistados, as campanhas funcionam, pois existe a mobilização intensiva da população para o recolhimento daqueles equipamentos. A pesquisadora deste trabalho, por ter trabalhado com a entrevistada OSC-Educarora1 e pelas observações de campo, percebeu que esse modelo de campanhas pontuais se mostrou realmente mais efetivo na recuperação dos equipamentos, porque existe um trabalho de exposição e diálogo com a população, no sentido de sensibilização. Além disso, outra estratégia também citada pela entrevistada OSC-Educarora1 é a inclusão das cooperativas de catadores, porque a partir delas facilita-se o contato com a população, favorecendo a educação ambiental, algo também visto em vários momentos na fala do entrevistado OSC-Educador2.

## **5.2. Características dos produtos que estão retornando**

De Brito e Dekker (2002) citam três características para serem consideradas no retorno dos resíduos: i) composição; ii) padrão de uso; e iii) características de deterioração.

### **5.2.1. Composição dos eletroeletrônicos**

Características dos equipamentos quanto ao seu design, portanto, facilidade de desmontar, tipos de materiais, facilidade para transportar etc. A diversidade de materiais e componentes encontrados nos REEE dificulta a generalização quanto à sua constituição, por isso são divididos em cinco categorias, listadas no Quadro 3.

**Quadro 3 – Principais componentes dos REEE**

<b>Componente</b>	<b>Subcomponente e/ou material primário encontrado</b>
Cobertura de proteção e apoio estrutural	Materiais primários incluem plástico, aço e alumínio. O gabinete de plástico pode conter retardadores de chama.
Placas de circuito impresso	Caminhos de condução gravados a partir de folhas de cobre e embutidos em um painel isolante composto por fibras de vidro e resinas epoxi. Essa placa é preenchida com dispositivos como capacitores, semicondutores, resistores e baterias, que são conectados usando liga de solda condutora contendo metais como chumbo, estanho, prata, cobre e bismuto.
Dispositivos de exibição	Os monitores CRT são compostos principalmente de vidro com chumbo, uma máscara de sombra, cobre e uma placa de circuito impresso (PCI). Os Dispositivos de Painéis Flat (FPDs) geralmente consistem em dois painéis de vidro ou mídia polarizada embutidos com diferentes tecnologias de exibição de imagens. Os modelos comuns incluem LCD, painéis de exibição de plasma (PDPs) e display LED. FPDs são compostos por um circuito (PCI) e, em alguns casos, uma lâmpada de descarga de gás (LCDs).
Dispositivos de memória	Semicondutores (memórias de acesso randômicas), discos magnéticos e de gravação e drivers ópticos e de gravação.
Motores, compressores, transformadores e capacitores	Distintos componentes mecânicos ou eletrônicos, geralmente compostos de metal e material estrutural primário, mas muitas vezes com outras substâncias, como óleo (motores), refrigeradores (compressores) e fluídos dielétricos (transformadores e capacitores).
Dispositivos de iluminação	Lâmpadas incandescentes, lâmpadas de descarga de gás (fluorescentes, de descarga de alta intensidade, de vapor de sódio) e LED. As lâmpadas de descarga de gás contêm mercúrio. As lâmpadas podem ser acompanhadas por um circuito (PCI) ou lastro/capacitor.
Baterias	Tipos mais comuns incluem o Chumbo Ácido Selado Pequeno (SSLA), níquel, cádmio, lítio, hidreto de metal e alcalina.
Fios e cabos	Geralmente cobre envolto em plástico.

Fonte: Townsend (2011, p. 590).

Para sua reciclagem, faz-se necessário dismantelar e separar a maior parte dessa grande quantidade de componentes. Evidentemente, isso complexifica os processos reversos para a reciclagem. Além disso, atualmente, algumas rotas estão sendo usadas para a recuperação dos metais nos REEE, mas a complexidade exige novos processos ou melhorias nas tecnologias de processamento (KUMAR; HOLUSZKO; ESPINOSA, 2017).

Essa característica especial dos REEE também foi levantada por alguns entrevistados, relatando que possuem, ao mesmo tempo, peças muito valiosas e também peças com materiais contaminantes sem valor de mercado – muitas

vezes, inclusive, paga-se para descartá-las. Por esse motivo, tornou-se comum que alguns atores retirem os materiais valiosos dos equipamentos e descartem, de forma irregular, o restante do material sem valor. As empresas fabricantes precisam entender que ao não considerarem os custos do tratamento dos resíduos em seus produtos, elas estarão externalizando esse custo sobre a sociedade e o meio ambiente em forma de poluição e danos à saúde.

### 5.2.2 Padrão de uso

Locais de uso (o quanto esses equipamentos estão espalhados afetará o custo para a recuperação), intensidade (quanto o aparelho é usado) e duração de vida. Como visto em Xavier e Carvalho (2014), o ciclo de vida dos REEE está cada vez mais curto devido ao aprimoramento das tecnologias, aumentando também a variedade de materiais e a obsolescência programada. Segundo o IDEC (2014), os celulares, por exemplo, são os EEE que têm menor tempo de vida – em média, menos de três anos –, sendo que 27% das impressoras e 29% dos computadores também são trocados com menos de três anos. O IDEC (2014) indica ainda que “81% dos brasileiros trocam de celular sem antes recorrer à assistência técnica e em menos de 3 anos de uso”; além disso, apenas um em cada seis consumidores descartam os aparelhos e, destes, a maioria é colocada como reciclável em vez de nos coletores específicos para os REEE.

### 5.2.3 Características gerais do REEE

- a) Deterioração: quanto tempo dura. No caso dos EEE, é cada vez menor o ciclo de vida e, dependendo do equipamento, o tempo pode ser ainda menor, cerca de três anos, como já descrito por IDEC (2014) e também por Xavier e Carvalho (2014).
- b) Reparabilidade: se pode ser reparado ou melhorado. Requer um profissional com conhecimento técnico de elétrica e eletrônica para ver se o equipamento tem condições de ser recuperado, se precisa de reparos ou manutenção. A substituição de peças vai depender da existência de peças de reposição. Com a velocidade de mudança dos equipamentos, isso pode ser um empecilho (CONDE; XAVIER; FRADE, 2014).
- c) Homogeneidade na deterioração: por possuir uma grande diversidade de materiais, há pouca homogeneidade de deterioração dos REEE, dependendo também das condições ambientais em que se encontram (umidade, calor, luz direta etc.) (WIDMER et al., 2005; TENÓRIO; ESPINOSA, 2004; MORAES; ESPINOSA; LUCENA, 2014).

- d) Obsolescência programada: determinada pelas novas versões dos equipamentos que são lançadas cada vez mais rapidamente (XAVIER; CARVALHO, 2014; MORAES; ESPINOSA; LUCENA, 2014).

### **5.3 Como ocorre o processo de recuperação**

Ou seja, como ocorre a logística reversa, quem são os atores e quais são os processos na recuperação dos REEE. Os atores são divididos em: i) quem devolve; ii) quem recebe; iii) quem coleta; e iv) quem processa o material.

#### **5.3.1 Quem devolve**

Pode ser qualquer um da cadeia, principalmente os consumidores domésticos e empresariais.<sup>25</sup>

#### **5.3.2 Quem recebe**

São os fornecedores, fabricantes, atacadistas ou varejistas que estão na cadeia de suprimentos.

#### **5.3.3 Quem coleta**

São os intermediários, como as campanhas de recolhimento, empresas de logística reversa, empresas de coleta, catadores e cooperativas de catadores, entre outros. Com o estabelecimento do Acordo Setorial, as entidades gestoras responsáveis pela logística reversa são a Green Eletron e a Abree.

Vale, ainda, ressaltar algumas questões trazidas pelos entrevistados. Segundo eles, há dificuldades importantes que permeiam a gestão dos REEE. Destacam-se aqui os três pontos mais citados: a captação, a quantidade e o transporte dos REEE. O primeiro ponto levantado é a captação. Existe uma grande dificuldade de levar os equipamentos de volta aos fabricantes, pois, como já foi dito, esses materiais encontram-se espalhados em muitos consumidores, tornando o retorno dos equipamentos para a reciclagem uma escolha individual. Assim, existe a necessidade de mobilizar uma ampla quantidade de consumidores para a devolução desses resíduos, o que pode ser considerado uma atividade complexa.

Para que os REEE sejam devolvidos à indústria para sua reciclagem, faz-se necessário não somente recolher esse material, mas recolher uma enorme quantidade desse material para que o retorno seja economicamente viável. Além disso,

---

<sup>25</sup> Mais detalhes desses atores já foram dados no item 1. Por que os resíduos eletroeletrônicos retornam, subitem ii) Perspectiva do consumidor (doméstico e empresarial).

é preciso que esse recolhimento seja constante; de outra maneira, os processos de recuperação dos REEE vão se tornando ainda mais custosos. O entrevistado OSC-Executivo1 fala sobre isso e relata alguns dados referentes a quantidades:

*pra 20 toneladas, você teria que ter mais de 100 toneladas de produto recolhido e processado. Então você precisa ter continuidade na coleta, precisa ter todo um ambiente para viabilizar a chegada desse material. (OSC-Executivo1)*

Os entrevistados OSC-Educador1, OSC-Educador2 e OSC-Catadora1 fazem o mesmo relato. Apesar de trabalharem em um contexto um pouco diferente (cooperativas de catadores) e, portanto, terem uma realidade distinta do entrevistado OSC-Executivo1, o problema da captação continua o mesmo.

No mercado dos resíduos, é necessário ter uma grande quantidade de materiais para formar uma carga que possa ser vendida às indústrias de reciclagem, garantir maior negociação de preços e gerar algum lucro na venda (MEDEIROS; MACEDO, 2006). Segundo o IPT (2003), a quantidade e a regularidade no fornecimento de matérias-primas são essenciais para a produção industrial. No caso dos REEE, conseguir grandes quantidades regularmente para formar cargas é um fator de dificuldade, pois esses resíduos não são descartados diariamente como os resíduos sólidos urbanos comuns.

A consequência disso é a falta de volume de material para que a venda do material seja realizada. Dessa forma, o problema da captação leva ao problema do volume. Pode-se observar que a quantidade de material se torna importante para viabilizar a reciclagem dele, pois quanto maior a quantidade, mais eficiente se torna o processo e o ciclo da reciclagem passa a rodar de forma cada vez mais automática. Nesse sentido, pode-se observar que, como qualquer indústria, a indústria da reciclagem precisa de grandes quantidades de matéria-prima para se tornar viável.

Contudo, na indústria da reciclagem, a matéria prima é o resíduo, ou seja, o aumento da reciclagem dos REEE vai depender do aumento da geração de resíduos. Em outras palavras, para ser viável, a indústria da reciclagem de REEE depende do intenso fluxo de venda de equipamentos do mercado de EEE e, com isso, o fluxo de descarte dos equipamentos como REEE. Como a indústria de reciclagem de REEE está estruturada principalmente no exterior, pode-se dizer que esse fluxo de entrada e saída de REEE influencia os processos e a formação de uma indústria nacional de recuperação de REEE.

### 5.3.4 Quem processa

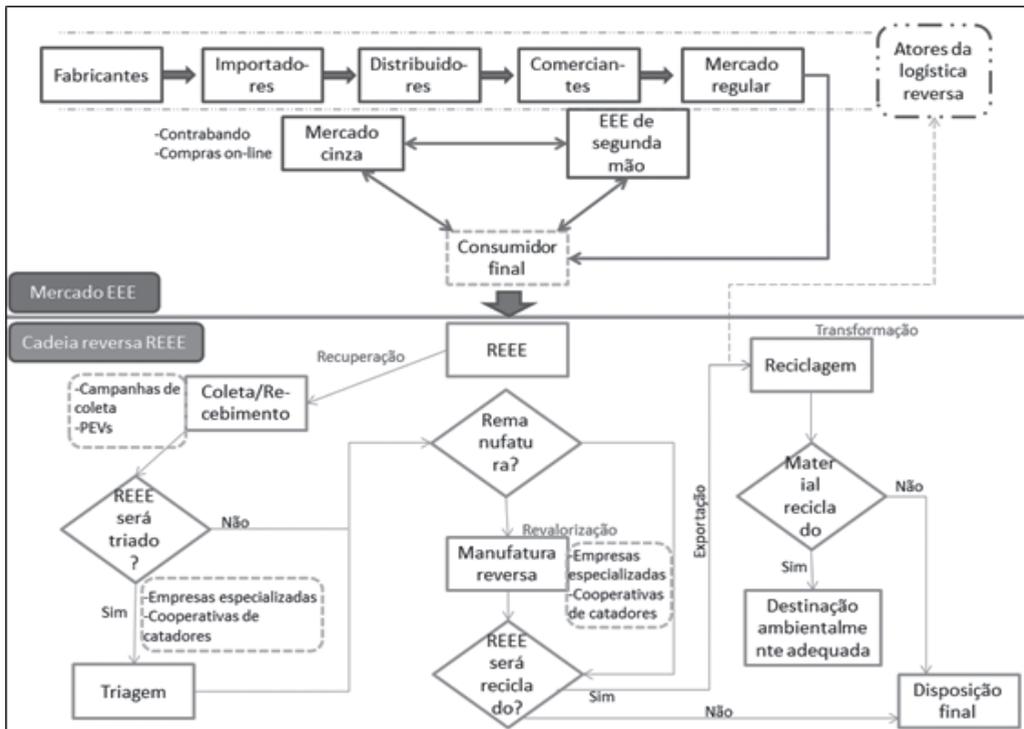
Atores que vão transformar o REEE em um novo produto para retornar ao mercado. Contudo, as empresas de reciclagem desses equipamentos encontram-se no exterior. Assim, têm sido criadas entidades como a Green Eletron para recolhimento e transformação dos REEE. Porém, muitas vezes a recuperação da sucata é feita por cooperativas de catadores, podendo passar por alguns atravessadores e daí para as recicladoras. É importante considerar que existem catadores autônomos e catadores em cooperativas ou associações. Nessa pesquisa, apesar de se considerar a existência dos dois, o foco maior é dado às cooperativas de catadores, por terem estrutura para lidar com os REEE e, portanto, mais condições de trabalhar e comercializar os REEE.

As poucas opções de transporte oferecidas (prioritariamente rodoviário), atreladas à dimensão territorial do país, caracterizam-se como mais um problema para a efetivação da logística reversa dos REEE. Essas questões elevam ainda mais o custo da logística reversa e as atividades de coleta se tornam ainda mais difíceis fora das grandes cidades. Não se pode ignorar o fato de que o volume dos materiais recicláveis e seu valor são providenciais para criar uma economia de escala e garantir a efetivação econômica da logística reversa (MIGLIANO; DEMAJOROVIC; XAVIER, 2014).

No contexto brasileiro considera-se também a falta de tecnologias de reciclagem disponíveis. O Brasil só tem capacidade de reciclar componentes de baixa complexidade (metais e plásticos), tendo que exportar as placas de circuito interno para serem recuperadas em países mais desenvolvidos, fazendo com que a parte mais valiosa da reciclagem não fique no país (MIGLIANO; DEMAJOROVIC; XAVIER, 2014).

Dessa forma, as análises das entrevistas e observações mostraram-se compatíveis com referencial teórico trazido na pesquisa. Foram identificados os três pontos propostos por De Brito e Dekker (2002) sobre a perspectiva dos fabricantes do porquê, o que e como os REEE devem retornar para a reciclagem. Observa-se que o interesse dos fabricantes é justamente se enquadrar na legislação e recuperar os REEE para a reciclagem por uma questão econômica. Com isso, foi possível esquematizar a cadeia direta e reversa dos REEE, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma dos EEE e dos REEE



Fonte: dados da pesquisa a partir de Gonçalves-Dias; Teodósio (2006, p. 434) e Ewald; Moraes (2014, p. 154).

Destaca-se na Figura 2 que a disposição final, quando não se passa pelos processos de recuperação, acaba sendo aterros, lixões, terrenos baldios, beiras de rios, ruas, entre outras disposições finais que podem levar a danos ambientais e à saúde. É possível observar, também, que o sistema de gestão e logística reversa é baseado em um conjunto de atores que, ao trabalharem colaborativamente, propiciam o retorno dos REEE para a indústria de reciclagem. Contudo, por se basear em uma totalidade de grupos de atores colaborativos, o sistema não funciona bem, uma vez que se qualquer ator não colaborar, todo o sistema começa a colapsar.

Conforme os atores não atuam da forma esperada, novos mercados intermediários acabam se abrindo paralelamente ao setor formal, o que dificulta o controle e a gestão dos REEE. Essas são as chamadas zonas cinzentas, que ocorrem nos vieses da legalidade, inserindo atores não formalizados na cadeia e trazendo implicações para a gestão desses resíduos em termos legais.

Para o entrevistado GOVSP-Engenheiro, não é possível permitir o aumento dessas zonas; elas precisam ser controladas, e os atores, formalizados. Segundo

Yura (2014), nessa zona cinzenta, produtos órfãos geram conflitos entre os atores, principalmente entre indústria, comércio e governo, porque estes dois primeiros responsabilizam o governo pela falta de controle e fiscalização que permite a entrada desses equipamentos no mercado. Assim, os EEE passam por diversos caminhos tanto para entrar no país quanto no pós-uso e na hora do descarte. Mais uma vez, a dispersão e a capilarização dos equipamentos em diversos consumidores colocam nas mãos dos próprios consumidores o destino dos REEE.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no modelo analítico proposto por de Brito e Dekker (2002), foi elaborada a estrutura da cadeia reversa dos REEE no contexto brasileiro, identificando os atores, fluxos, etapas e processos. Considerou-se, ainda, o contexto e os problemas da gestão dos REEE, expondo uma grande complexidade, densidade característica desses resíduos. É preciso, então, fazer algumas considerações acerca do que foi visto aqui.

Um desafio encontrado é a extensão do território nacional, dificultando a gestão e aumentando os custos. No contexto brasileiro, sabe-se que os sistemas de logística reversa para REEE são praticamente inexistentes em todo o país. Outra questão é a grande quantidade de REEE sendo gerada e, ao mesmo tempo, a falta de volume para venda dos mesmos. Esses fatos parecem contraditórios, mas são observados em todas as entrevistas e constataam uma realidade. Novamente, fica evidente a necessidade de discussões, trabalhos e ações que engajem a participação cooperativa de cada ator para fazer girar a reciclagem dos REEE.

A administração pública deve fazer políticas ambientais de forma preventiva. Apesar da PNRS trazer a hierarquia de resíduos como uma diretriz a ser aplicada aos resíduos sólidos, questiona-se em que medida isso tem sido levado em consideração no país, seja pelas empresas, seja pelo próprio governo. Não se vê um incentivo a não geração, redução e reutilização dos resíduos. O foco muito maior é dado à reciclagem, mas mesmo assim há pouco esforço e incentivo para estruturação efetiva da cadeia reversa de REEE no país.

Na abordagem atual, não se questiona a raiz do problema, que é o modelo de consumo, troca e descarte dos materiais de forma cada vez mais rápida sobre a qual se estrutura essa cadeia. Contudo mesmo que a PNRS comente sobre a prevenção, ela não dá muito foco a isso, deixando esse assunto pouco fluído, ainda muito abstrato e genérico. Portanto, o que se pode observar é a existência apenas de um modelo de recuperação de materiais para a reciclagem.

Pode-se, ainda, entender que a gestão dos REEE só estará completa quando todos os atores agirem de forma colaborativa. Para os consumidores, enquanto sociedade, ressalta-se a importância de um sistema de educação ambiental que possa levar a efetivação de prevenção de resíduos, além da disponibilização de canais de logística reversa altamente capilarizadas, adequados ao recebimento dos REEE. Para tanto, será necessário investimento tanto do governo como da indústria, atendendo todas as regiões, criando e investindo nas estruturas já existentes, como as cooperativas de catadores.

Nesse sentido, quanto maiores forem as possibilidades de retorno desses materiais, mais efetiva pode ser a gestão dos REEE, já que existem resíduos suficientes para que muitos atores trabalhem com eles. Contudo, vale destacar a necessidade de um cuidado e de uma preparação para a ampliação de atores capacitados para lidar com esses resíduos. De fato, para que ocorra a logística reversa dos REEE, é preciso adesão do Estado, envolvimento empresarial, parcerias com instituições públicas de pesquisa e organizações da sociedade civil, para que haja articulação suficiente para criar um ciclo fechado de produção e descarte e tornar o retorno desses materiais uma realidade. Ainda não foi encontrado um ator que realmente tivesse poder, recursos e interesse em movimentar os demais para uma ação colaborativa. Assim, a colaboração entre os atores é vista como um processo e poderá acontecer de forma gradual.

Por fim, diversos entraves foram observados para a gestão dos REEE no contexto brasileiro, mas a principal questão foi a necessidade de investimentos, incentivos e ações conjuntas, colaborativas e concomitantes para possibilitar a gestão efetiva dos REEE. Assim, a forma como a responsabilidade compartilhada vem sendo empregada não se mostra suficiente para a gestão dos REEE. Observou-se a necessidade de uma mudança de paradigma no que tange às questões de produção, consumo, troca e descarte dos REEE no contexto brasileiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Desempenho Setorial 2020**. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon16.htm>. Acesso em: 25 jan. 2021.

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Desempenho Setorial 2020**. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon16.htm>. Acesso em: 25 fev. 2022.

ABREE. **Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos**. Disponível em: <http://abree.org.br/sobre>. Acesso em: 25 jan. 2021.

ARADAS, A. **Mineração urbana pode ser fonte de ouro no lixo, diz relatório**. BBC Mundo em Londres. Atualizado em 9 out. 2012, 08:38 (Brasília), 11:38 GMT. Disponível em: [http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2012/10/121009\\_ouro\\_lixo\\_eletronico\\_dg.shtml](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2012/10/121009_ouro_lixo_eletronico_dg.shtml). Acesso em: 8 nov. 2016.

BRASIL. **Decreto n. 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei no 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.

BRASIL. **Decreto n. 10.240, de 12 de fevereiro de 2020**. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto n. 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 de dezembro de 2010; 189º da independência e 122º da república.

CONDE, A.; XAVIER, L. H.; FRADE, N. B. Aspectos operacionais da gestão de REEE. In: CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. (Org.). **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. São Paulo: Elsevier Editora, 2014, pp. 165-174.

DE BRITO, M. P.; DEKKER, R. **Reverse logistics: a framework**. Econometric Institute. Report EI 2002-38, Erasmus University Rotterdam, The Netherlands, 2002.

DEMAJOROVIC, J.; AUGUSTO, E. E. F.; SOUZA, M. T. S. Logística reversa de REEE em países em desenvolvimento: desafios e perspectivas para o modelo brasileiro. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. XIX, n. 2. pp. 119-138, n. abr.-jun. 2016.

EWALD, M. R.; MORAES, D. G. 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**. São Paulo: Elsevier Editora, 2014, pp. 149-164.

FERREIRA, V. F. M. **Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: um estudo do campo de ação estratégica no contexto brasileiro**. 2018, 202 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018

FIGUEIREDO, F. F. O ambientalismo econômico no discurso da reciclagem dos materiais. **Revista Lampejo**, n. 3, jun. 2013.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F; TEODÓSIO, A. S. S. Estrutura da cadeia reversa: “caminhos” e “descaminhos” da embalagem PET. *Produção*, v. 16, n. 3, pp. 429-441, set./dez. 2006.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F; TEODÓSIO, A. S. S.; GHANI, Y. A.; CIPRIANO, T. A. R. P. Discussões em torno da prevenção e da política nacional de resíduos sólidos. **Ciência e Sustentabilidade**, CeS. ISSN 2447-4606, v. 1, n. 1, pp. 34-49, jul./dez. 2015.

GREEN ELETRON. Gestora para Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos. Disponível em: <https://www.greeneletron.org.br/sobre>. Acesso em: 25 jan. 2021.

IDEC. Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. Mais da metade dos equipamentos eletrônicos é substituída devido à obsolescência programada. Disponível em: <http://www.idec.org.br/o-idec/sala-de-imprensa/release/mais-da-metade-dos-equipamentos-eletronicos-e-substituida-devido-a-obsoloscencia-programada>. Acesso em: 29 nov. 2016.

IPT. Instituto de Pesquisa Tecnológica. **Cooperativa de catadores de materiais recicláveis: guia para implantação**. SEBRAE. São Paulo. 2003.

KUEHR, R., WANG, F. **Rich and poor nations can link up to recycle e-waste**. Disponível em: <http://unu.edu/publications/articles/rich-and-poor-nations-can-link-up-to-recycle-e-waste.html>. Acesso em: 18 fev. 2015.

KUMAR, A.; HOLUSZKO, M.; ESPINOSA, D. C. R. **E-waste: An overview on generation, collection, legislation and recycling practices**. *Resources, Conservation and Recycling*. 122 (2017), pp. 32-42.

LAU, K. H., WANG, Y. Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 14, i. 6, pp. 447-465, 2009.

MEDEIROS, L. F. R.; MACEDO, K. B. Catador de material reciclável: uma profissão para além da sobrevivência? **Psicologia e Sociedade**, v. 18, n. 2, pp. 62-71, ago. 2006.

MERICO, L. F. K. Introdução à economia ecológica. 2. ed. Blumenau: EdiFURB. 2002.

MIGLIANO, J. E. B.; DEMAJOROVIC, J.; XAVIER, L. H.: Shared responsibility and reverse logistics systems for e-waste in Brazil. **Journal of Operations and Supply Chain Management**, v. 7, n. 2, pp. 91-109, 2014

MORAES, V. T. de; ESPINOSA, D. C. R.; LUCENA, L. L. Tecnologias de tratamento para resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. In: CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. (Org.). **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. São Paulo: Elsevier Editora, 2014. pp. 129-148.

PORTILHO, F. Consumo sustentável: limites e possibilidades de ambientalização e politização das práticas de consumo. **Cad. EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, pp. 1-12, 2005.

SANT'ANNA, L. T.; MACHADO, R. T. M.; BRITO, M. J. de. A logística reversa de resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no mundo: o desafio da desarticulação dos atores. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 6, n. 2, pp. 88-105, maio/ago. 2015.

SANTOS, C. A. F. **A gestão dos resíduos eletroeletrônicos e suas consequências para a sustentabilidade: um estudo de múltiplos casos na região metropolitana de Porto Alegre**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração, Porto Alegre, 2012.

SINIR. **Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos**. Acordo Setorial de Eletroeletrônicos. Disponível em: <https://sinir.gov.br/component/content/article/2-sem-categoria/474-acordo-setorial-de-eletroeletronicos>. Acesso em: 25 jan. 2021.

SOUZA, B.; BREMGARTNER, V. **Evolução das modalidades B2B e B2C em e-business no Brasil**. CONASUM – IV Congresso de Administração do Sul do Mato Grosso. ISSN 2525- 4561. Universidade Federal do Mato Grosso. 13-15 dez. 2016.

THE WORLD BANK. **Wasting no opportunity – The case for managing Brazil's electronic waste**. 2012.

TOWNSEND, T. G. Environmental issues and management strategies for waste electronic and electrical equipment. **Journal of the Air and Waste Management Association**, v. 61, n. 6, pp. 587-610, 2011.

XAVIER, L. H.; CARVALHO, T. C. M. B. Introdução à gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. In: CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. (Org.). **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. São Paulo: Elsevier Editora, 2014, pp.1-18.

YURA, E. T. F. **Processo de implantação dos sistemas de logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos: uma visão dos gestores**. 2014. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

WIDMER, R.; OSWALD-KRAPF, H.; SINHA-KHETRIWAL, D.; SCHNELLMANN, M.; BÖNI, H. Global perspectives on e-waste. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 25, n. 5, 2005, pp. 436-458, Elsevier.