

CAPÍTULO 10

A LOGÍSTICA REVERSA COMO ESTRATÉGIA PARA MITIGAR A POLUIÇÃO AMBIENTAL URBANA

Jefferson Wanderson Pereira de Sena
Petrus Fabiano Araújo de Oliveira
John Charles Nogueira Barbosa
Francisco de Assis Pinto Bezerra

RESUMO

O presente artigo toma por objetivo analisar as contribuições da logística reversa para mitigar a problemática dos resíduos eletrônicos descartados em locais inadequados, na perspectiva de combater a poluição ambiental urbana. Especificamente, foi abordado também os impactos ambientais desses rejeitos e algumas experiências reversas aplicadas no Brasil. A Metodologia de estudo foi constituída pela Pesquisa Bibliográfica, constituída por um conjunto de publicações, cujos autores formaram um quadro teórico, a partir de terminologias específicas, para sustentar a construção do objeto elencado e seus resultados. Este procedimento permitiu o contato direto com de obras já consolidadas sobre a logística reversa e suas categorias, com a finalidade atualizar o conhecimento deste tema. Os resultados revelaram que, ainda sua importância como ferramenta para contribuir com a preservação do meio ambiente, a aplicação da logística reversa ainda é algo restrito no Brasil, carecendo assim de maior poder de abrangência, decorrente de vários fatores, principalmente de ordem tecnológica e operacional, o que impede a constituição de um eficiente sistema reverso. Conclui-se esta pesquisa afirmando que a logística reversa pode contribuir para mitigar a massa de resíduos eletrônicos descartados em locais inadequados, como ferramenta para combater a poluição ambiental urbana, desde que sejam atendidas as principais demandas, e de forma articulada, do segmento de reciclagem e do processo operacional reverso para o recolhimento dos resíduos eletrônicos.

PALAVRAS-CHAVE: Empresa. Consumo. Rejeitos. Recolhimento reverso. Meio ambiente.

1. INTRODUÇÃO

A internacionalização do movimento ambientalista ocorreu definitivamente no século XX, tendo com um dos marcos o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável, como efeito da publicação do relatório “Nosso Futuro Comum” em 1987, e ganhou, ao longo dos anos até os dias atuais, crescente importância nas políticas globais corporativas (ANDRADE; TACHIZAWA; CARVALHO, 2000). Desde então, as organizações ambientais passaram a conscientizar os países, principalmente no meio empresarial, sobre a importância da conservação ambiental como fator fundamental para a manutenção da espécie humana no planeta.

De fato, a preocupação com o meio ambiente faz empresas e consumidores se adequarem ao mundo globalizado ao qual estão inseridos. Essa demanda requer o acompanhamento de todo o ciclo de vida dos produtos, onde muitas das empresas passam a optar por embalagens e matéria prima para o processo produtivo e, com isso, contribuir com a preservação do meio ambiente, de modo a transmitir uma imagem ecologicamente correta aos

consumidores e sociedade em geral. Por conta disso, a preservação ambiental passou compor os objetivos de muitas empresas no Brasil e no mundo, como política para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Destarte, muitos empresários vêm adotando mecanismos, como a logística reversa, para atender as exigências da preservação ambiental e dos consumidores, no sentido de agregar valor à imagem corporativa da empresa. Tanto que o Decreto 7.404/2010 prevê que a logística reversa seja instrumento de gestão, voltado para o setor empresarial para reaproveitamento de seus produtos obsoletos no pós-consumo e reinseri-los em novos ciclos ou negócios produtivos ou providenciar uma destinação ambiental correta (BRASIL, 2010). Nesse caso, o agente empresarial deve se responsabilizar pelos resíduos gerados, visando a qualidade do meio ambiente e o bem-estar da população, ao antecipar a formação de lixões e a poluição ambiental.

A logística reversa procede de operacionalização para o retorno de materiais rejeitados, no pós-consumo, até ao ponto de origem, centrado na reciclagem, reaproveitamento e a reinserção dos resíduos em novos processos produtivos, podendo se tornar uma importante ferramenta para mitigar a poluição ambiental, se tiver políticas para a sua sustentação. Portanto, a logística reversa é o objeto deste estudo, para ser discutido no contexto de dois eixos temáticos: Equipamentos Eletrônicos (Objetos que dependem de corrente elétrica, ou campo eletromagnético, para o seu funcionamento), e seus resíduos, e o meio ambiente.

Por este viés, o estudo da logística reversa se restringe e se delimita aprofundar as discussões sobre o retorno dos produtos de Equipamentos Eletrônicos no pós-consumo ao ciclo de produtivo, ou de negócios, como forma de antecipar o descarte deste tipo de rejeito de forma irregular, mitigando assim a poluição ambiental.

Certamente que, neste terceiro milênio, a sociedade tem se demonstrado extremamente consumista, indo contra a lógica da preservação ambiental, por significar aumento de descartes e que são acumulados em forma de lixões, principalmente nos espaços público, impedindo o direito de ir e vir das pessoas, sem falar que, deliberadamente, contamina o solo, a água, o ar, tornando-se focos de diversas doenças, afetando a saúde pública.

O mais grave desse cenário indesejado é que os rejeitos de equipamentos eletrônicos, diferente do lixo comum, que produz chorume (líquido de coloração escura e de cheiro desagradável) é constituído por elementos tóxicos, altamente perigosos ao meio ambiente e a saúde pública. Para se ter noção do grau desse *Danger*, estimativas apontam que, anualmente, mais de 53 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos são descartados em locais

ambientalmente inadequados em todo o mundo. No Brasil este indicativo representa mais de 2 milhões de toneladas, sendo que menos de 3% desse volume foi destinado para a reciclagem, conferindo ao país a quinta posição mundial neste quesito (GESTORA, 2021).

Este baixo parâmetro de reciclagem acena para duas situações visíveis: se por um lado, a logística reversa conta com grande espaço para se desenvolver no Brasil, por outro, existe uma massa significativa de resíduos de equipamentos eletrônicos, traduzidos em rejeitos de computadores, *notebook*, *tablet*, similares e acessórios diversos que, misturados com o lixo comum, impacta severamente no ambiente e na saúde pública.

Essa problemática dos resíduos eletrônicos descartados em locais ambientalmente inadequados foi o fator que motivou a desenvolver o tema da logística reversa, por gerar poluição ambiental e prejudicar a saúde pública. Diante dessa vertente de pesquisa, foi tecido o seguinte problema para ser respondido como produto dessa investigação: De que maneira a logística reversa pode contribuir para mitigar a massa de resíduos eletrônicos descartados em locais inadequados, na perspectiva de combater a poluição ambiental urbana?

Pelo alinhavado até aqui, o presente artigo toma por objetivo analisar as contribuições da logística reversa para mitigar a problemática dos resíduos eletrônicos descartados em locais inadequados, na perspectiva de combater a poluição ambiental urbana. Especificamente, este estudo também aborda: os resíduos eletrônicos, e seus impactos ambientais, a logística reversa e suas experiências aplicadas no Brasil.

Quatro aspectos pertinentes justificam o desenvolvimento do tema eleito: (a) valor econômico, porque a logística reversa, mediante a reciclagem, possibilita converter os resíduos eletrônicos em matérias primas para serem reinseridos em novos processos produtivos, subsidiando a economia; (b) valor social, porque a logística reversa ocupa no seguimento de coletores, catadores, cooperativas, associações e empresários, oportunizando emprego e renda; (c) valor ambiental, porque a logística reversa, quando reinserem matérias primas da reciclagem, economiza recursos as futuras gerações, refletindo a sustentabilidade deste tema; (d) valor corporativo, porque a logística reversa, ao contribuir para mitigar os lixões, melhora a imagem da empresa, junto a sociedade, firmando-se no mercado.

A importância da logística reversa para antecipar o descarte de resíduos eletrônicos e a poluição ambiental é tamanha, que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (na meta 12), entre suas premissas, prevê o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo do ciclo de vida destes. Busca reduzir a liberação de

resíduos para o ar, água e solo, minimizando seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente, por meio da reciclagem e reuso (ONU, 2020).

Portanto, a logística reversa poder contribuir com o desenvolvimento sustentável, de modo a integrar as presentes e futuras gerações a um mundo mais equilibrado ambientalmente, ao prover muitos dos sistemas produtivos de matérias primas, derivadas do processo de reciclagem.

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

A construção deste estudo seguiu a prescrição da Pesquisa Bibliográfica, permeada pelo levantamento, coleta, triagem e fichamento de um conjunto de publicações, inerentes a logística reversa. Optou-se por essa metodologia, porque a Pesquisa Bibliográfica permite ao pesquisador o contato direto com o material já escrito sobre o objeto de estudo e, o mais importante, “tem a finalidade de aprimorar e atualizar o conhecimento, através da investigação científica de obras já consolidadas” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 54).

O arcabouço teórico foi constituído por autores de artigos, monografias de pós-graduação, livros, estudos publicados em eventos científicos e alguns documentos normativos sobre a logística reversa, extraídos de *sites* da rede mundial de computadores, por meio do *Google* acadêmico, o qual disponibiliza diversos gêneros de estudos científicos para pesquisa.

O critério de seleção das bibliografias foi que os autores fundamentassem as categorias trabalhadas nessa pesquisa, centradas no objeto da logística reversa, associada aos RE e ao meio ambiente, desde que publicadas em fontes de credibilidade junto à comunidade científica. As publicações que não atenderam tal rigor foram excluídos da coleta, visando à qualidade da pesquisa.

O procedimento para a construção do corpo do artigo passou pela síntese da estruturação conceitual das publicações supracitadas, cuja organização em eixos temáticos permitiu ampliar o conhecimento sobre o objeto de estudo, manifesto na fundamentação dos resíduos eletrônicos, e seus impactos ambientais, a logística reversa e as experiências envolvendo a logística reversa no Brasil.

Após a estruturação, composição e sistematização do conteúdo do artigo, foi adotado as orientações metodológicas de Minayo (2004), cuja autora prescreve três tipos de aferições no objeto bibliográfico: a) descrição, em forma de texto/redação e de maneira sistematizada; b) leitura para se entender a causa, circunstância e a importância da aplicação da logística reversa;

e c) análise, que exige *expertise* e ponto de vista crítico do pesquisador para subsidiar os resultados da pesquisa.

Os resultados obtidos por essa pesquisa decorreram dos referenciais teóricos supracitados e que sustentaram a proposta desse trabalho, cuja fundamentação se manifestou no diálogo entre os autores, visando colher argumentos consistentes para alcançar uma síntese conclusiva para o questionamento sobre o objeto investigado neste estudo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Resíduos Eletrônicos

Antes de enveredar na temática em pauta, faz-se mister situar este item na definição de resíduo sólido. Esta categoria de resíduo é associada ao lixo produzido cotidianamente pelas famílias, empresas, indústrias, hospitais, construtoras e outras instituições (BEZERRA *et al.*, 2017). Popularmente, os resíduos sólidos são chamados de lixo, para se referir a sujeira, imundice ou o que não serve mais para uso, enfim significa algo que foi consumido e que se tornou inútil, entulho, rejeito e tudo aquilo que é descartável.

Recorrendo a uma definição formal, a lei n.12.305/10, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), apresenta-se o seguinte conceito para este objeto:

Resíduo sólido como algo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólidos, gases contidos em recipientes e líquidos e que tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água (BRASIL, 2010, p. 4).

Justamente nessa acepção se encaixa os Resíduos de equipamentos eletrônicos. Porém, antes de qualquer definição desses rejeitos, é necessário conceber o que sejam equipamentos eletrônicos. Para Carvalho e Xavier (2014) os equipamentos eletrônicos são objetos que dependem de corrente elétrica, ou campo eletromagnético, para o seu funcionamento, por meio de vários alimentadores de fios, cabos, conectores, *plugs* e outros mais.

Dentre os tipos de Resíduos Eletrônicos (RE), tem importância para este estudo a linha verde dos Equipamentos Eletrônicos (EE), constituídos pelos resíduos de computadores, *notebook*, *tablets*, similares e componentes afins, isto observados no pós-consumo destes bens. Em um recorte dessa linha, tem destaque para este estudo os computadores, cuja composição é estruturada por metais ferrosos e não-ferrosos, plásticos, vidros, placas eletrônicas, materiais sintéticos e diversos cabos (VICTOR, 2020). Estes acessórios, se não recolhidos no Pós-

consumo, certamente pode podem ter destinação incorreta, com prejuízos ao meio ambiente e a saúde pública, decorrente da poluição ambiental.

Aprofundando essa discussão sobre os rejeitos dos EE, importa saber que esses tipos de resíduos são mais complexos e nocivos, do que o lixo comum, influenciando diretamente na contaminação do meio ambiente e na saúde humana, pois são dotados de alta concentração de metais pesados, entre outros elementos cancerígenos (CARVALHO; XAVIER, 2014). Para estes autores, a contaminação na saúde pública tem evidência nas dermatites; disfunções e lesões renais; alterações neurológicas e nos sistemas digestivo, nervoso; reprodutivo e nas células sanguíneas; comprometimento pulmonar, no fígado e ossos.

Aqui tem importância da implementação de um programa, centrado na logística reversa, para o gerenciamento dos RE e que, a partir de seu recolhimento, tratamento e a correta destinação, sejam reaproveitados no processo produtivo, possibilitado isso pelo processo de reciclagem. Essa ponderação tem respaldo nas legislações ambientais que, visando a redução dos impactos dos EE, desobrigam os governos, transferindo a responsabilidade de proceder os fluxos reversos dos produtos de pós-consumo aos agentes empresariais (LEITE, 2009).

Portanto, são as empresas as responsáveis pelo processo de reaproveitamento dos RE, devendo criar estratégias para o recolhimento destes rejeitos, como estratégia para mitigar a poluição ambiental. Para este fim, a PNRS (lei n.12.305/10) recomenda que a gestão deva traçar plano integrado dos resíduos sólidos, cujo tratamento deve ser concretizado a partir de tecnologias limpas, visando a diminuição dos impactos ambientais (BRASIL, 2010). Neste caso, a reciclagem deve significar fonte de insumos e matérias primas para serem reinseridos nos processos produtivos, poupando recursos para as futuras gerações, o que manifesta o aspecto sustentável do objeto desse artigo.

De fato, o gerenciamento dos RE deve levar em conta seus aspectos tecnológicos no processo de operacionalização da reciclagem, como também semelhantemente tem relevância os fatores administrativos, econômicos, ambientais e o desempenho da própria empresa, quanto ao papel de recolher, transportar, segregar, acondicionar, processar e reutilizar os dejetos dos RE. De acordo com Maia, Sobrinho e Conduru (2016), essa responsabilidade requer que a empresa adote planejamento para alcançar tais objetivos, na perspectiva de atingir resultados econômicos e ambientais satisfatórios, os quais se reflitam em vantagens competitivas, diante de suas concorrentes.

Não obstante a esta conjectura tecida, é prudente destacar que uma programa de reciclagem para operar com os RE deve contemplar, na sua gestão, os seguintes elementos, identificados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2014), por se tornarem desafios para este segmento, tais como:

- Aumento na geração de resíduos, decorrente do crescimento populacional e do consumo;
- Manejo indiferenciado dos diversos tipos de resíduos, pois a população não tem a cultura de fazer o recolhimento seletivo;
- A reciclagem, que depende da coleta, centra-se nas mãos dos pequenos coletores informais (catadores e sucateiros) e que atuam de forma fragmentados, o que dificulta o controle reverso dos produtos obsoletos; e
- Dificuldades de aumentar o poder operacional da reciclagem, já que isso requer tecnologias afins para dejetos específicos, requerendo elevados investimentos, o que limita este segmento.

Diante destes e outros obstáculos, as empresas podem e devem adotar departamentos especializados na gestão dos RE, cuja política trabalhe os fatores que dificultam o processo de reciclagem, reaproveitamento, reuso e reinserção dos objetos recicláveis nas atividades produtivas. Para tanto, seja interessante a parceria entre as instituições, principalmente pesquisas, para atender as demandas deste segmento e, assim, mitigar a poluição ambiental.

3.2 Impactos ambientais dos RE

Como já registrado, os impactos dos RE devem ser vistos com grande preocupação, dado que são materiais compostos por metais ferrosos e não-ferrosos, plásticos, vidros, placas eletrônicas, materiais sintéticos e diversos, dotados de alta concentração de metais pesados. Essa riqueza de elementos mostra que o RE é complexo e, sobretudo, nocivo ao meio ambiente e a saúde pública, isso, pois, pode ser potencializado quando estes rejeitos são destinados para ambientes inadequados.

Nesta perspectiva, tem pertinência a consciência ambiental, quando se trata dos RE, uma forma de atribuir novos valores ao meio ambiente, a partir de novas relações com os espaços públicos, visando a sua preservação.

Oportuno aqui se ter uma visão de que se tem que ter a preocupação com o impacto ambiental, pois qualquer alteração nas propriedades do solo, além de afetar as atividades humanas, traz complicações para a saúde das pessoas e o bem-estar da população, como efeito dos RE descartados de forma irregular nos espaço públicos.

Outra vertente pode ser concebida desse tema, na definição de Coelho (2004), para quem o impacto ambiental seja um processo de mudanças sociais e ecológicas, causado por perturbações (a exemplo de uma nova ocupação e/ou construção, um objeto novo instalado) no ambiente. Essa autora argumenta que a evolução conjunta das condições sociais e ecológicas, estimuladas pelos impulsos das relações entre forças externas e internas à unidade espacial e ecológica, seja algo histórico social determinado. Ou seja, essa dinâmica é fruto da relação entre sociedade e natureza, cujos impactos ambientais são distintos no tempo e no espaço, dependendo de vários condicionantes, principalmente da cultura para com os resíduos gerados.

Tomando o gancho dessas definições, os impactos ambientais, derivados dos RE, trazem alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente, sem falar que os rejeitos servem de obstáculos do ir e vir nos espaços públicos e com depredação da paisagem dos centros urbanos, manifesta na poluição ambiental (Figura 1).

Figura 1: Descarte irregular de resíduos eletrônicos na via pública.



Fonte: Descarte (2022).

Portanto, os descartes dos RE em ambientes inadequados geram impactos nocivos ao meio, visto que estes rejeitos são constituídos por metais pesados, fontes de elementos tóxicos. No meio ambiente, estes compostos, quando infiltrado no solo, contaminam as águas subterrâneas e, nesse sentido, os metais passam a fazer parte da cadeia alimentar, peixes, agricultura e animais comestíveis, a partir do contato com a água contaminada (FERREIRA, 2022).

Na saúde humana, os elementos tóxicos dos RE causam alteração no funcionamento do organismo, estando associado às doenças respiratórias, por meio da sua inalação e ingestão, com sérios efeitos na população. Uma amostra dessa situação é, a exemplo do: Alumínio

(anemia e alterações neurocomportamentais); Arsênio (doenças respiratórias, cardiovasculares, nervosas e hematopoiéticas); Bário (causa hipocalcemia, taquicardia e hipertensão); Berílio (câncer no pulmão); Cádmio (descalcificação óssea, lesão renal e câncer); Chumbo (distúrbios no sistema nervoso, danos às funções psicomotoras e neuromusculares); Cobalto (danos ao sistema respiratório e epitelial); e Cobre (irritação das fossas nasais e cirrose hepática).

O mais desinteressante é que os impactos ambientais, provocados pelos RE, não se disseminam apenas onde se produz este grave problema. Neste quesito, Valle (2004) tece que até pouco tempo, a preocupação da poluição ambiental ocorria apenas a nível local, observando seus efeitos nocivos e, obviamente, as soluções encontradas eram também localizadas. Ou seja, as ações contra os descartes irregulares de resíduos eram localmente, sem a percepção de que os impactos ambientais eram disseminados e afetavam o meio ambiente de maneira global, e não somente no local onde ocorria o problema ambiental.

3.3 Logística reversa

A literatura especializada no assunto, a partir de importantes estudos, tem apresentado a logística reversa como ferramenta para mitigar a problemática dos impactos ambientais, decorrentes de descartes irregulares de RE nos centros urbanizados, por gerar a poluição ambiental, contaminar os recursos hídricos e, por conseguinte, a saúde pública.

Nessa perspectiva, tem contribuído o alargamento do comércio, acompanhado pela intensificação da globalização, configurado no intercâmbio de mercadorias entre as regiões do mundo, cuja dinâmica é propícia ao desenvolvimento e crescimento da logística. Desta forma, a logística tem importante papel para interligar locais, a partir da alienação de produtores, bens e mercadorias por toda parte da terra, por meio do recolhimento, armazenamento e transporte destes itens, desde o ponto de origem até o ponto de comercialização ou consumo.

Fazendo essa trajetória ao contrário, do ponto de consumo ao ponto de origem, tem destaque a logística reversa, a qual passou a se desenvolver no campo empresarial no Pós-Segunda Guerra Mundial, voltada para resolver questões referentes à devolução de produtos (NOVAES, 2007; LEITE, 2009; VICTOR, 2020).

Muito tempo depois, em 1990, quando teve visibilidade o acentuado processo competitivo, com a liberalização da economia e com a exposição das questões ambientais, a logística reversa passou a compor o plano de negócio dos agentes empresariais, como estratégia para (a) se manter no mercado, garantido seus retornos econômicos; e (b) contribuir com um desenvolvimento menos agressivo ao meio ambiente, a partir do atendimento da legislação

ambiental (NOVAES, 2007). Assim, foi ampliado o uso da logística reversa para mitigar a formação dos lixões nos centros urbanizados, provenientes dos RE.

A logística reversa, grosso modo, faz o caminho reverso da cadeia de suprimentos. Isso significa que, ao invés de direcionar um produto desde seu produtor até seu consumidor final, retorna o produto desde o consumidor final para o produtor, de modo que, a empresa fabricante, fique responsável por dar destino adequado ao final do ciclo de vida do produto. Nesta linha de raciocínio, muitas empresas passaram adotar a logística reversa como ferramenta de gestão ambiental, por meio do reaproveitamento dos RE.

A logística reversa pode também ser definida como instrumento de desenvolvimento socioeconômico, caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou destinação final ambientalmente adequada (PHILIPPI JUNIOR; MAGLIO, 2005).

Rodrigues, Flores e Fenzl (2019), por seu turno, consideram que a logística reversa seja um processo destinado à coleta e à restituição dos resíduos sólidos produzidos na empresa para seu reaproveitamento em novo ciclo produtivo ou outra destinação final ambientalmente adequada. Novaes (2007) reitera que a logística reversa tem como escopo a reciclagem e a reutilização dos componentes eletrônicos, conduzida por um processo de planejar, implantar e controlar o fluxo e armazenagem de produtos, serviços e informações associadas aos resíduos.

O conceito de Leite (2009) associa a logística reversa ao seu planejamento, operação e controle do fluxo de bens e de informações, correspondentes ao retorno dos bens no pós-venda e consumo, em forma de resíduos, com vista a agregá-los ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos. Essa vertente da logística reversa, a qual se preocupa com os objetos no pós-venda/consumo, é que interessa a este estudo, por significar suporte para aumentar a capacidade de recolhimento e reaproveitamento dos RE, impedindo seus elementos tóxicos contaminar o meio ambiente e a saúde pública.

Para tanto, os Pontos de Entrega Voluntários (PEV) significam uma das estratégias para a coleta dos RE, como forma de antecipar os descartes destes rejeitos em locais ambientalmente inadequados. Essa tática é corroborada pela PNRS dispõe sobre a logística reversa com foco no ciclo de vida do produto, com vista a inserir os resíduos na cadeia de reciclagem, a partir dos PEV, distribuídos nas grandes metrópoles brasileiras (BRASIL, 2010). Pelo visto, os PEV não significam uma política abrangente para todo o território nacional, já que as médias e pequenas

idades não são contempladas no recolhimento dos rejeitos dos RE e, por conta disso, podem estar permeadas por poluição ambiental.

Pelo exposto até aqui, logística reversa e reciclagem caminham juntos, tendo como elo para o recolhimento dos RE os PEV, como também tem importância nesse processo outros agentes da cadeia (coletores, catadores, associações, cooperativas e empresários), no propósito de reutilizar os rejeitos dos componentes eletrônicos. Neste ponto, a logística reversa busca minimizar o descarte inadequado destes rejeitos, o que dizer que o ciclo de vida de um produto não termina quando este chega ao cliente final, assim como também não é neste momento que é finalizada sua cadeia de valor, que se inicia na origem das matérias-primas e vai até seu descarte, ou destino final.

Assim sendo, importa aqui colocar em prática alguns mecanismos jurídicos para que a logística reversa se torne uma realidade no planejamento daqueles que produzem e alocam bens e serviços no território brasileiro. Neste prisma, a Lei Federal nº 12305/2010 (PNRS), qual dispõe diretrizes, princípios, objetivos e instrumentos, atinentes ao gerenciamento integrado de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, como os RE.

A política de gestão para o reaproveitamento dos resíduos, instituída pela lei n. 10.240/2020, também formalizou acordo com o segmento da logística reversa especificamente de produtos eletrônicos, com vista a criar estratégias para o recolhimento destes rejeitos (GESTORA, 2021). Essa lei, ao lado da PNRS e da norma n. 1/2013, se difundida entre os agentes empresariais, contribui para evitar a formação de lixões a céu aberto e a poluição ambiental, visto que a logística reversa trabalha desde a devolução de produtos por troca, defeito e obsolescência precoce, perpassando pela reciclagem, reutilização de materiais, desmonte e reparação, até a canibalização e o descarte final dos RE.

3.4 Experiências de logística reversa

Neste bloco se apresenta uma amostra das experiências brasileiras de logística reversa e sua contribuição para mitigar a problemática dos RE descartados em locais ambientalmente inadequados, como forma de conter o avanço da poluição ambiental nos centros metropolitanos.

Lopes *et al.* (2019) estudaram os malefícios causados pelos resíduos eletrônicos na cidade de São Paulo, com abordagem na logística reversa para amenizar esse problema. Os resultados dessa pesquisa mostraram ser imprescindível a adaptação da logística reversa, por meio da regulamentação com as empresas, com vista a contribuir com as questões econômicas e ambientais desse tema, como faz a empresa Positivo Tecnologia, que produz computadores e

produtos afins, a qual vem tratando os resíduos produzidos pelos seus produtos eletrônicos no pós-consumo em muitas das regiões metropolitana do Brasil. Uma amostra dessa política, é que as placas mães, usadas para a fabricação de computadores, são 100% livre de chumbo.

Faria, Martins e Siqueira (2016) pesquisaram e compararam as ações sustentáveis de duas indústrias de computadores e constataram a preocupação desse setor com a questão ambiental, ainda que essa ciência não seja algo unânime entre os agentes empresariais. Estes autores concluíram que existe a necessidade de maior conscientização dos empresários da indústria digital para adotarem iniciativas sustentáveis para conter o avanço dos resíduos eletrônicos nas cidades brasileiras, considerando seus desdobramentos econômicas, sociais e ambientais, visando a sustentabilidade do próprio negócio diante dos concorrentes e da sociedade.

Andrade, Fonseca e Matos (2010) analisaram o fluxograma do processo gerencial dos resíduos tecnológicos em três Instituições de Ensino Superior – IES do Rio Grande do Norte. Evidenciaram três medidas para a destinação dos resíduos: a) leilão para sucateiros, b) acumulação em depósitos, e c) doação para entidades de ensino e comunidades carentes e sem fins lucrativas. Estes autores concluíram que são as IES que vêm tomando a vanguarda no reaproveitamento dos resíduos eletrônicos, contribuindo com a sustentabilidade do lixo digital, com sua reutilização, por meio de reciclagem de milhares de equipamentos de informática obsoletos (microcomputadores, impressoras e equipamentos de rede).

Interessa salientar também que nesse significativo espaço em favor da logística reversa, os representantes do poder público poderiam promover programas educativos, com vista a mudar a cultura da população, quanto ao trato dos resíduos sólidos, em especial os eletrônicos, visando a preservação ambiental dos centros urbanos das cidades. A ideia é disseminar a qualidade do meio ambiente, algo fundamental para a qualidade de vida das pessoas e para o planeta.

Pesquisas de Cardoso (2019) reforçam que, no Brasil, existe carência de investimentos em projetos para reciclagem e reaproveitamento de resíduos sólidos, centrados na logística reversa. Como elucidação para essa problemática, o autor em discussão propõe uma abordagem integrada deste tema, de modo que contemplem, ao mesmo tempo, lixo e meio ambiente, e não que as iniciativas ocorram de maneira desarticulada. Essa situação se deve ao fato de que o Brasil ainda não conta com uma regulamentação federal específica para a gestão dos resíduos

de equipamentos eletrônicos, a não ser São Paulo, que possui sua própria legislação para este tipo de rejeito.

Portanto, sem embargo a logística reversa tem fundamental papel para tirar de circulação os RE dispostos em ambientes inadequados e/ou evitar este descarte. Todavia, o setor de reciclagem requer sua modernização para tratar de todos os tipos de materiais eletrônicos, pois, no geral, este segmento contempla material de vidro, papel, latinhas de alumínio e garrafas PET, indicando assim defasagem nos outros tipos de resíduos.

Na percepção de alguns autores, como Carvalho e Xavier (2014), essa lacuna no gerenciamento dos resíduos eletrônicos indica que o setor de reciclagem no Brasil opera de maneira desarticulada entre fabricantes, importadores, comércio, catadores, consumidores e o próprio poder público, em busca de um alinhamento rumo aos objetivos da logística reversa, em favor do meio ambiente e da qualidade de vida das populações.

Para se ter noção dessa defasagem, a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE mostra que a taxa de atendimento de recolhimento de resíduos sólidos no Brasil é baixa, visto que apenas 14,4% dos municípios possuem PEV para pneus; 4,3% para embalagens de agrotóxicos; e 3,6% para pilhas (ABINEE, 2014). Ou seja, se por um lado, nos últimos anos se assiste o aumento do consumo de EE e, por conseguinte, aumento também no retorno de RE pós-consumo, por outro, há baixa taxa de atendimento destes rejeitos no Brasil.

Por outro prisma deste tema, Oliveira (2016) considera que o segmento de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos enfrentam dificuldades e limitações, por não conseguirem atender as observadas da própria PNRS nos seus instrumentos de gestão destes rejeitos e, por isso, vem se apresentando deficiente para cumprir suas finalidades para com o meio ambiente. Argumento este pesquisador, quando muito, é verificada práticas informais de coletar dos RE, principalmente por de infraestrutura logística e de tecnologia para reciclar componentes mais complexos, tais como placas de circuito integrado e tubos de raios catódicos, a necessidade de promover a educação ambiental da população, entre outras carências.

Pelo visto, não basta gerar políticas para ampliar os PEV, ou algo do gênero no Brasil, pois se tem que atentar para tais demandas apontadas, criando condições favoráveis, como o transporte dos RE, para melhorar o desempenho deste segmento. Por exemplo, segundo representantes da Confederação Nacional de Transportes – CNT o caminhão que transporta a mercadoria para a loja não é o mesmo que faz a Logística Reversa, sob risco de contaminação, ainda mais com os rejeitos eletrônicos, o que impede a mistura de produtos obsoletos, com

novos bens. Argumenta ainda que até pode usar o mesmo canal para o recolhimento dos rejeitos eletrônicos, porém não ao mesmo tempo, sem falar que a coleta não de maneira esporádica e em pequenas quantidades (CNT, 2011).

Ainda segundo essa fonte, a Logística Reversa ainda é vista em muitas partes do Brasil como aumento de custos para o setor privado e, portanto, um gasto improdutivo, ainda que alguns custos possam ser recuperados, a partir da própria reciclagem e na revenda do material reciclado para outros segmentos de negócios (CNT, 2011).

Couto e Lange (2017) analisaram os fatores que se tornam desafios para os Sistemas de logística reversa já implantados no Brasil, com abordagem de seus aspectos políticos, legais-normativos, operacionais e sociais relacionados, com delimitação na mão de obra que opera nesse segmento e na possível participação da população. Para cumprir essa proposta de pesquisa, foram realizados levantamentos e análises de dados secundários, obtidos a partir de relatórios técnicos de órgãos governamentais e relatórios técnicos e informações disponibilizadas por associações das empresas, cujo critério de seleção destas foi que tivessem experiências com a operação da logística reversa.

Os resultados deste esforço de pesquisa mostraram que existem uma série de pontos críticos que necessitam ser discutidos e resolvidos para que objetivos e metas estabelecidas pelo sistema reverso venham ser uma realidade no Brasil, em particular para o reaproveitamento de resíduos de equipamentos eletrônicos, quanto acordos setoriais, manifestos com os governos (nas três esferas) e com os setores produtivos (COUTO; LANGE, 2017).

De fato, levantamentos destes últimos autores mostram que o objeto deste estudo está entre as cinco cadeias que compõem a logística reversa no Brasil, dos quais os resíduos de: a) Embalagens Plásticas de Óleos Lubrificantes, b) Lâmpadas de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista, c) Produtos Eletroeletrônicos e seus Resíduos, d) Embalagens em Geral; e, e) Descarte de Medicamentos. Porém, isso é algo ainda ínfimo no Brasil, tendo pela frente significativo espaço para avançar nas suas finalidades, visto que os atores que operam no segmento reverso, assim como na atividade de reciclagem, são desarticulados e com pouco apoio das instituições públicas.

4. CONCLUSÕES

O presente artigo teve por objetivo analisar as contribuições da logística reversa para mitigar a problemática dos resíduos eletrônicos descartados em locais inadequados, na perspectiva de combater a poluição ambiental urbana.

No geral, os autores supracitados neste estudo foram unânimes em concordar que a logística reversa seja uma fundamental ferramenta para contribuir com a preservação do meio ambiente, quando conta com uma eficiente gestão para atuar no pós-consumo dos equipamentos eletrônicos de computadores e similares, em que a reciclagem diminui o descarte irregulares, ao reaproveitá-los em novos ciclos produtivos, antecipando-se a poluição ambiental nos centros urbanos.

Não obstante a este resultado, as experiências analisadas neste artigo dão conta de que a aplicação da logística reversa ainda é algo restrito no Brasil, carecendo assim de maior poder de abrangência. Os PEV instalados apenas nos grandes centros urbanizados, as limitações do segmento de reciclagem, por não contemplar todo os gêneros de rejeitos eletrônicos, por falta de investimentos em ciência, tecnologias e em mão de obra qualificada para a área, além da desarticulação, seja dos agentes que fazem parte da cadeia de suprimento logístico reverso, seja do segmento fabricantes/importadores, varejista, consumidores e das instancias públicas, são apenas uma amostra dos elementos que dificultam a composição de um eficiente sistema para reverter os resíduos estudados ao seu ponto de origem.

Diante das evidencias aqui apontadas, conclui-se esta pesquisa com a seguinte afirmativa: a logística reversa pode contribuir para mitigar a massa de resíduos eletrônicos descartados em locais inadequados, como importante ferramenta para combater a poluição ambiental urbana, desde que sejam atendidas as principais demandas do segmento de reciclagem e do processo operacional reverso para o recolhimento dos resíduos eletrônicos.

A constatação dessas necessidades revela que as empresas precisam agregar, ao lado de seus objetivos econômicos, as metas ambientais, inclusive compartilhando essas responsabilidades junto com os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidor e setor público, como prevê a legislação brasileira, o que requer maior articulação entre estes atores para alocar custos.

Dada essa última requisição da logística reversa, a sugestão é que o Brasil poderia tomar, como parâmetro, o modelo reverso japonês, onde fabricantes/importadores, distribuidoras, setor varejista e consumidores são os responsáveis por cobrir todos os custos deste sistema, pagando uma Taxa antecipada para descarte dos rejeitos eletrônicos, cabendo ajustar as peculiaridades locais. Outros atores não poderiam ficar de fora desse processo, por serem importante para suprir a cadeia logística reversa (catadores, coletores, sucateiros, depósitos, cooperativas e associações).

Ainda que esta pesquisa tenha contribuído em mostrar que a logística reversa, como componente de um programa de gestão ambiental, possa garantir o retorno de materiais rejeitados, no pós-consumo até ao ponto de origem, desde atendidos os seus condicionantes operacionais, não se pode tomar seus resultados como algo categoricamente cabal, pois apresentou lacunas e/ou limitações. Dentre tais, é que o empresário associa a logística reversa a imagem da empresa, ou da sua marca diante dos concorrentes, visto que muitas dessas instituições vem atuando no mercado mundial, onde as exigências são elevadas.

Por isso, estudos futuros devem ser tecidos para investigar qual a relação da logística reversa com a imagem da empresa no mercado internacional, já que a preocupação com as questões ambientais se tornou algo global.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. T. G., FONSECA, C. S., MATTOS, K. M. Geração e destino dos resíduos eletrônicos de informática nas instituições de ensino superior de Natal-RN. **Holos**, v. 26, n. 2, jan. 2010. Disponível em: <<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/395>>. Acesso em: jan. 2023.

AGENCIA DA CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (ANT). **Governo discute logística reversa e cria comitês de normatização**. Disponível em: <<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2011/04/26/governo-discute-logistica-reversa-e-cria-comites-de-normatizacao/>>. Acesso em: jan. 2023.

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE). **Programa Abinee recebe pilhas**. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/>>. Acesso em: jan. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). 2014. **Recomendação de Gestão**. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/>>. Acesso em: jan. 2023.

ANDRADE, R. O. B.; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A. B. **Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Makron Books, 2000.

BRASIL. **Lei 12.305/2010**: prevê providências para a política nacional dos resíduos sólidos. Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: jan. 2023.

BEZERRA, F. A. P.; MANSO, M. C. S.; HOSOGOSHI, K. Y.; SOUZA, N. S. F. Resíduos sólidos urbanos domésticos. **Engrenagem** - Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Belém, ano VII, n. 14, p. 01-96, nov. 2017.

CARVALHO, C. M. B.; XAVIER, L. H. **Gestão de resíduos eletroeletrônicos**: uma abordagem prática para a sustentabilidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

CARDOSO, M. T. **Regulação em aproveitamento energético de resíduos**: proposições para o Brasil com base no estudo do caso sueco. 2019. 140 f. Tese (Doutorado em Ciências) Programa de Pós-Graduação do Instituto de Energia e Meio Ambiente da Universidade de São Paulo, USP, 2019.

COELHO, M. C. N. Impactos Ambientais em Áreas Urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. *Revista Eng. Sanit. Ambient.*, v. 22, n. 5, p. 889-898, set. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320486218_Analise_dos_sistemas_de_logistica_reversa_no_Brasil>. Acesso em: jan. 2023.

DESCARTE de lixo eletrônico na via pública. Bing. 2022. Disponível em: <<https://www.bing.com/images/search?q=descartes+de+lixo+eletr%C3%B4nico>>. Acesso em: jan. 2023.

FARIA, A. C., MARTINS, M. S.; SIQUEIRA, L. D. TI verde: mito ou realidade na indústria digital brasileira. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, v. 16, n. 1, p. 35-56, dez. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320411735_TI_VERDE_MITO_OU_REALIDADE_NA_INDUSTRIA_DIGITAL_BRASILEIRA>. Acesso em: jan. 2023.

FERREIRA, T. G. C. **Impactos dos Resíduos Eletrônicos no Meio Ambiente**. 2022. Disponível em: <<https://matanativa.com.br/impactos-dos-residuos-eletronicos-no-meio-ambiente/#:~:text=Por%20conterem%20metais%20pesados%20que%20podem%20ser%20altamente,parte%20da%20cadeia%20alimentar%2C%20acumulando-se%20nos%20seres%20vivos>>. Acesso em: jan. 2023.

LOGÍSTICA REVERSA. **Resíduos eletrônicos no Brasil 2021**. Disponível em: <https://greeneletron.org.br/download/RELATORIO_DE_DADOS.pdf>. Acesso em: jan. 2023.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2. ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2009.

LOPES, J. A. T.; VIEIRA, M. E. R.; CORREA, F. C. A.; ROSA, A. C. M. **Logística reversa como solução do lixo eletrônico**. São Paulo: sociedade do conhecimento, 2019.

MAIA, P. C. C; SOBRINHO, M. V.; CONDURÚ, M. T. **Glossário terminológico de gestão ambiental**. Belém: NUMA/UFPA, 2016.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 23. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

OLIVEIRA, U. R. **Contribuições para a Melhoria da Gestão de Resíduos de Eletroeletrônicos no Brasil no Contexto da Sustentabilidade Ambiental**. 2016. 163 f. Dissertação (Mestrado em Saúde pública) – Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia do Campos de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: jan. 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.

PHILIPPI JUNIOR, A.; MAGLIO, I. C. A **política e gestão ambiental**: conceitos e instrumentos. In: PHILIPPI JUNIOR, A.; PELICIONE, M. C. F. (Eds.). **Educação ambiental e sustentabilidade**. São Paulo: Manole, 2005.

RODRIGUES, J. A. L.; FLORES, M. S. A.; FENZL, N. **Logística reversa**: práticas no varejo. Belém: NUMA/UFPA, 2019.

VALLE, C. E. **Qualidade Ambiental: ISO 14000**. 5 ed. São Paulo/SP: SENAC, 2004.

VICTOR, H. R. **Logística reversa**: principais práticas da empresa o boticário.2020. 33 f. TCC (Bacharelado em Administração) - Programa de Graduação da Faculdade Evangélica de Rubiataba. Goiás/Rubiataba, 2020.