



## Sustentabilidade na Cadeia de Eletroeletrônicos no Brasil: uma análise das informações sobre logística reversa disponibilizadas aos consumidores

### *Sustainability in the Electronics Chain in Brazil: an analysis of the provided information to customers on reverse logistics*

Cauane Pereira da Silva<sup>1</sup>

João Pedro de Oliveira Souza<sup>2</sup>

Michele Moraes Oliveira Pereira<sup>3</sup>

Gilberto Venâncio Luiz<sup>4</sup>

Ana Cristina Ferreira<sup>5</sup>

**Resumo:** Este estudo investiga a sustentabilidade na cadeia de suprimentos de produtos eletroeletrônicos no Brasil, com foco nas informações sobre logística reversa fornecidas aos consumidores pelas principais empresas do setor atuantes no Brasil. Trata-se de uma pesquisa qualitativa com dados obtidos por meio de análise documental. Os dados foram analisados com base na Lei nº 12.305/2010 que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos e no Decreto nº 10.240/2020 que regulamenta a logística reversa obrigatória para resíduos pós-consumo de eletroeletrônicos. Os resultados indicam que, apesar de a maioria das empresas afirmar realizar logística reversa, as instruções são insuficientes e de difícil acesso, o que dificulta o engajamento dos consumidores. Identificou-se também a carência de iniciativas de educação ambiental, descumprindo exigências legais.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Logística Reversa; Política Nacional de Resíduos Sólidos; Eletroeletrônicos; Economia Circular.

Cite as: (APA). Silva, C. P., Souza, J. P. O., Pereira, M. M. O., Luiz, G. V., Ferreira, A. C. (2025). Sustentabilidade na Cadeia de Eletroeletrônicos no Brasil: uma análise das informações sobre logística reversa disponibilizadas aos consumidores. *Revista Competitividade e Sustentabilidade*. 12 (2), 81-95

**Abstract:** This paper investigates sustainability in the supply chain of electronic products in Brazil, focusing on reverse logistics information provided to consumers by the main companies in the sector operating in Brazil. It is a qualitative study with data obtained through document analysis. The data were analyzed based on Law No. 12.305/2010, which establishes the National Solid Waste Policy, and Decree No. 10.240/2020, which regulates mandatory reverse logistics for post-consumer electronic waste. The results indicate that, although most companies claim to carry out reverse logistics, the instructions are insufficient and difficult to access, hindering consumer engagement. A lack of environmental education initiatives was also identified, failing to meet legal requirements.

**Keywords:** Sustainability; Reverse Logistic; National Solid Waste Policy; Electronic; Circular Economy.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa - UFV. Brasil. E-mail: cauane.silva@ufv.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa - UFV. Brasil. E-mail: joaolasec@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Viçosa - UFV. Brasil. E-mail: michele.pereira@ufv.br

<sup>4</sup>Universidade Federal de Viçosa - UFV. Brasil. E-mail: gilberto.luiz@ufv.br

<sup>5</sup>Universidade Federal de Viçosa - UFV. Brasil. E-mail: ana-cristina18@hotmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

Ainda que os avanços científicos e o desenvolvimento tecnológico tenham contribuído para aprimorar a qualidade de vida humana, esses mesmos progressos trouxeram consigo o crescimento exponencial no consumo e nos resíduos de produção (Duarte et al., 2020). Nesse contexto, os resíduos provenientes de equipamentos elétricos e eletroeletrônicos atingiram a marca de 62 milhões de toneladas geradas em escala global no ano de 2022, com destaque para a produção de 2,4 milhões de toneladas no Brasil no mesmo ano (Bernardo, 2024).

As cadeias de suprimentos têm grande responsabilidade sobre a destinação final dos resíduos provenientes do consumo de seus produtos, o que ressalta a relevância de uma gestão sustentável da cadeia com enfoque na economia circular (Kolling & Bertolini, 2020). Essas abordagens visam otimizar o uso de recursos, reduzir emissões de carbono e promover práticas éticas em toda a cadeia (Geissdoerfer et al., 2017).

A implementação de estratégias sustentáveis como a logística reversa contribui para a destinação adequada dos resíduos. A logística reversa envolve o retorno de produtos, materiais e resíduos ao ciclo produtivo visando a reutilização, reciclagem ou destinação adequada destes (Julianelli et al., 2020). Ela se adequa à economia circular que preconiza a minimização do desperdício e a maximização da reutilização de recursos (Geissdoerfer et al., 2017) rompendo com o modelo tradicional linear de produção e consumo, gerando benefícios econômicos, sociais e ambientais (Tukker, 2015).

Sobre o descarte dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil, no que se refere à legislação, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) é um marco regulatório da gestão de resíduos no país. Ela traz princípios como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa como um dos instrumentos para viabilizar a coleta e restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento. Essa legislação estabelece que fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, poder público e até os consumidores têm responsabilidades específicas na implementação da logística reversa (Brasil, 2010). De maneira complementar, o Decreto nº 10.240/2020 trata, especificamente, sobre o processo de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes (Brasil, 2020).

Nesse contexto, considerando as discussões apresentadas, pergunta-se: que informações as principais empresas da cadeia de eletroeletrônicos atuantes no Brasil têm disponibilizado aos seus consumidores sobre a logística reversa de seus produtos? O estudo buscou, portanto, analisar as informações que as principais empresas da cadeia de eletroeletrônicos atuantes no Brasil têm disponibilizado aos seus consumidores sobre a logística reversa de seus produtos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta discussões acerca da gestão da sustentabilidade na cadeia de suprimentos de produtos eletroeletrônicos, destacando a relevância da logística reversa na economia circular nesta cadeia. Ademais, são apresentados alguns dos principais pontos da regulamentação brasileira sobre a logística reversa de eletroeletrônicos no que se refere à comunicação aos consumidores por parte das empresas do setor acerca de como estes devem participar do processo de logística reversa.

### 2.1. Sustentabilidade na cadeia de suprimentos de eletroeletrônicos

A sustentabilidade é um de vários conceitos relevantes na busca pela integração dos princípios ambientais, econômicos e sociais na gestão das operações ao longo de toda a cadeia

de fornecimento. Segundo Pereira et al. (2023) a gestão sustentável da cadeia de suprimentos busca otimizar as operações para reduzir custos, melhorar a eficiência e atender às demandas dos clientes, ao mesmo tempo em que minimiza os danos ambientais e promove o desenvolvimento social e econômico. Seuring e Müller (2008) argumentam que a sustentabilidade deve ser considerada em todas as estratégias relacionadas à aquisição, produção, distribuição e descarte de produtos. A busca por uma cadeia de suprimentos sustentável requer, portanto, cuidadosa avaliação e monitoramento de impactos ambientais e sociais em cada etapa, visando a redução de desperdícios, minimização da pegada ambiental e promoção do bem-estar social.

A abordagem sustentável é um passo importante para a construção de modos de produção e consumo ambiental, social e economicamente justos. Porém essa busca é marcada por desafios complexos, principalmente na gestão de cadeias de suprimentos, que exigem soluções inovadoras e abordagens colaborativas (Pereira et al., 2021).

A sustentabilidade na cadeia de suprimentos eletroeletrônicos vem ganhando relevância internacionalmente quanto no Brasil. Globalmente, as preocupações com o impacto ambiental e social da produção, transporte e descarte de produtos eletroeletrônicos levou a um aumento na conscientização sobre as necessidades de práticas mais sustentáveis nesse setor (Dias et al., 2012). No contexto brasileiro, tem havido um aumento progressivo na conscientização ambiental, à medida que o Brasil busca alinhar-se com as agendas globais de sustentabilidade e implementar medidas para mitigar os impactos negativos da indústria eletrônica no meio ambiente e na sociedade (Silva et al., 2021).

O problema da gestão dos resíduos nas cadeias de suprimentos tem se tornado cada vez mais preocupante. Na cadeia de eletroeletrônicos, estes resíduos são conhecidos como *e-waste*. A obsolescência acelerada dos dispositivos eletroeletrônicos contribui para o aumento do descarte inadequado, o que gera preocupações quanto à contaminação ambiental e riscos à saúde humana (Rossini et al., 2017).

A infraestrutura é fundamental para a gestão adequada da cadeia de suprimentos e dos resíduos propriamente ditos, pois é por meio dela que a reciclagem ocorre. A falta de infraestrutura adequada para a disposição final desses resíduos agrava o problema, requerendo estratégias coordenadas para a coleta, recuperação e reutilização de materiais (Silva et al., 2021).

Uma abordagem amplamente discutida como solução para estes problemas é a economia circular. Geissdoerfer et al. (2017) propõem que haja a transição para um modelo de produção e consumo circular, focado na redução de desperdício, prolongamento da vida útil dos produtos e reintegração de materiais na cadeia produtiva. No entanto, transformações profundas nos modelos de negócios e colaboração de todos os atores da cadeia de suprimentos são necessárias para que haja uma implementação eficaz da economia circular.

Menon e Ravi (2021) destacam os desafios enfrentados pela indústria de eletrônicos em relação à sustentabilidade na cadeia de suprimentos. São muitas as dificuldades específicas desta indústria na gestão de resíduos, uso de materiais tóxicos e questões trabalhistas e por isso é relevante foco estratégico na gestão sustentável da cadeia de suprimentos para mitigar esses problemas (Menon & Ravi, 2021).

Sehnen e Pereira (2019) discutem especificamente princípios de sustentabilidade na cadeia de suprimentos eletroeletrônicos. Geissdoerfer et al. (2017) ressalta a economia circular como uma abordagem que pode contribuir para a sustentabilidade na indústria de eletroeletrônicos, promovendo a reutilização, reciclagem e redução de desperdício.

A situação atual do descarte de eletroeletrônicos no mundo é marcada por números preocupantes. Estima-se que anualmente sejam geradas aproximadamente 50 milhões de toneladas de *e-waste* globalmente (Naik & Satya Eswari, 2022). Isso representa um aumento

significativo nas últimas décadas, impulsionado pela rápida obsolescência de dispositivos eletrônicos e pelo aumento do consumo desses produtos em todo o mundo.

Um dado alarmante é que apenas cerca de 20% do *e-waste* gerado mundialmente é formalmente reciclado (Forti et al., 2020). Isso significa que a maioria destes resíduos, cerca de 40 milhões de toneladas, acaba em aterros sanitários não recebendo o tratamento adequado. Esse cenário gera sérios impactos ambientais, uma vez que muitos dispositivos eletrônicos contêm substâncias tóxicas. Outro ponto importante é a disparidade na gestão de *e-waste* em diferentes regiões do mundo. Algumas áreas têm regulamentações e infraestrutura adequada para lidar com o problema enquanto outras ainda carecem de medidas eficazes. Portanto, tem-se argumentado que estratégias de logística reversa, reciclagem e reutilização de resíduos eletrônicos são fundamentais para mitigar os impactos negativos desse problema global (Forti et al., 2020).

## 2.2. A logística reversa na cadeia de suprimentos de eletroeletrônicos

A logística reversa e a economia circular têm emergido como pilares fundamentais na gestão sustentável da cadeia de suprimentos de eletroeletrônicos. A logística reversa, que envolve a coleta, reutilização e reciclagem de produtos após seu uso, desempenha um papel crucial na redução de resíduos e na minimização do impacto ambiental (Sarkis et al., 2011). A circularidade propõe um ciclo fechado onde os materiais são continuamente reutilizados, reparados e reciclados, promovendo assim a minimização do desperdício e a otimização dos recursos utilizados no processo produtivo (Geissdoerfer et al., 2019; Kirchherr et al., 2017).

A cadeia de suprimentos de eletroeletrônicos é bem complexa e sua logística reversa deve garantir a coleta e o encaminhamento adequados de produtos obsoletos ou danificados para reutilização ou reciclagem (Sarkis et al., 2011). Como parte do ciclo da economia circular, a logística reversa busca, portanto, prolongar a utilidade dos produtos, reduzindo, assim, o consumo de recursos naturais e a necessidade de novos componentes (MacArthur Foundation, 2013). Essas abordagens têm ganhado destaque na gestão sustentável das cadeias de suprimentos de eletroeletrônicos, com um foco especial na coleta, reutilização e reciclagem de produtos pós-consumo, visando a redução de resíduos e a mitigação dos impactos ambientais (Carter et al., 2015) o que reduz a dependência e intensidade da extração de recursos naturais (Gökalp & Topçu, 2019).

A implementação bem-sucedida da logística reversa requer uma colaboração abrangente entre os participantes da cadeia de suprimentos, bem como com diversas partes interessadas (Julianelli et al., 2020). Fabricantes, varejistas, consumidores e reguladores governamentais devem trabalhar juntos para garantir a coleta adequada de produtos descartados e sua reintegração eficaz à cadeia produtiva para a reciclagem e/ou reutilização. Além disso, a logística reversa não se restringe apenas às grandes empresas. Negócios de todos os tamanhos, incluindo médias e pequenas empresas, devem estar atentas à coleta, ao tratamento e ao descarte adequado de seus resíduos (Souza, 2024).

Tem-se evidenciado, principalmente em países em desenvolvimento, que, se o processo de logística reversa não for bem gerido, trabalhadores informais sob condições insalubres passam a realizar as atividades de coleta e comercialização dos resíduos o que pode ocasionar outros problemas de saúde pública e impactos ambientais (Demajorovic et al., 2016). Nesse sentido, a logística reversa é importante na promoção da sustentabilidade ambiental e social ao promover soluções de caráter inovador para lidar com o crescente problema do descarte inadequado de resíduos eletrônicos (Colussi, 2023).

No Brasil, desde 2010, vigora a Lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e elenca as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de

resíduos sólidos no país (Brasil, 2010). Essa lei representa um marco na regulamentação da gestão de resíduos no país por abordar o conceito de responsabilidade compartilhada, estabelecendo obrigações para fabricantes, importadores, distribuidores e consumidores nas cadeias de produção e no consumo de produtos. Ela também atribui responsabilidade compartilhada por parte destes e do poder público municipal. A colaboração entre agentes das cadeias de suprimentos é fundamental para atingir objetivos sustentáveis (Seuring & Müller, 2008).

Uma das principais vertentes da Lei 12.305/2010 é a promoção da logística reversa. Segundo esta regulamentação, ela é obrigatória para diversos produtos, como pilhas, baterias, pneus, óleos lubrificantes, eletroeletrônicos e embalagens, entre outros (Brasil, 2010). A Lei orienta as ações de logística reversa em nível regional e local, adequando-as às particularidades de cada região e fortalecendo a gestão integrada de resíduos (Brasil, 2010).

Entretanto, em uma pesquisa realizada entre 2010 a 2016, o Brasil registrou um aumento de 76,2% no número de unidades dedicadas ao processamento de resíduos sólidos, um crescimento que é fortemente influenciado pela quantidade de lixões existentes, evidenciando que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) não está sendo cumprida integralmente. Essa realidade suscita a possibilidade de diversos problemas sociais, econômicos e ambientais decorrentes desse cenário nacional (Leite et al., 2019).

Em resposta a essas questões, foi publicado em 2020 o Decreto 10.240/2020, que normatiza o sistema de logística reversa obrigatória para produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes (Brasil, 2020), segundo o Decreto, cada um dos diferentes agentes da cadeia de suprimentos tem responsabilidades no processo de logística reversa. Segundo o decreto, em seu Artigo 9º:

A operacionalização do sistema de logística reversa, o gerenciamento dos produtos eletroeletrônicos descartados obedecerá às seguintes etapas:

- 1.1.- descarte, pelos consumidores, dos produtos eletroeletrônicos em pontos de recebimento;
- 1.2.- recebimento e armazenamento temporário dos produtos eletroeletrônicos descartados em pontos de recebimento ou em pontos de consolidação, conforme o caso;
- 1.3.- transporte dos produtos eletroeletrônicos descartados dos pontos de recebimento até os pontos de consolidação, se necessário; e
- 1.4.- destinação final ambientalmente adequada.

O processo começa, portanto, com uma ação responsável por parte do consumidor, que deve ser informado pelo varejista (Artigo 36) sobre como descartar o produto que não tem mais utilidade. Dentre outras orientações, o decreto versa também sobre a comunicação e os programas de educação ambiental que estabelece:

Art. 42. O plano de comunicação conterà, no mínimo:

- I - a destinação final ambientalmente adequada de produtos eletroeletrônicos de que trata este Decreto e suas embalagens e a vedação de sua disposição juntamente com outros resíduos sólidos e rejeitos;
- II - a remoção, prévia ao descarte, de qualquer informações e dados privados e de programas em que eles estejam armazenados nos produtos eletroeletrônicos de que trata este Decreto, discos rígidos, cartões de memória e estruturas semelhantes, quando existentes;



- III - os cuidados necessários na devolução e no manuseio de produtos eletroeletrônicos de que trata este Decreto, de acordo com o manual operacional básico;
- IV - os aspectos ambientais próprios do ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos de que trata este Decreto;
- V - as informações sobre a localização dos pontos de recebimento; e
- VI - a criação e a manutenção de sítio eletrônico e sistema de informação para divulgação das ações do sistema de logística reversa.

Art. 43. A execução do plano de comunicação poderá ocorrer por meio dos seguintes veículos de comunicação, entre outros: I - mídia digital, com anúncios, vídeos e banners; II - mídia impressa, com revistas, folders, cartilhas, gibis e encartes); III - televisão e rádio; IV - outdoor; V - busdoor e painéis para ônibus, trens e metrô; VI - redes sociais; VII - campanhas itinerantes e caravanas; e VIII - palestras e eventos (Brasil, 2020).

A partir destas informações, analisou-se como as principais marcas de eletroeletrônicos atuantes no Brasil têm proporcionado informações aos seus consumidores acerca de como estes devem participar do processo de logística reversa de seus produtos.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa é de abordagem qualitativa e trata-se de um estudo descritivo (Menezes et al., 2019). Realizou-se uma pesquisa documental (Marconi & Lakatos, 2003) por meio de levantamento de dados baseando-se em um roteiro estruturado elaborado especificamente para esse fim. O roteiro abordou as seguintes perguntas:

1. Nome da empresa
2. Tipo de empresa (multinacional ou nacional)
3. Tipo de produto
4. Realiza logística reversa?
5. As informações sobre logística reversa estão na página inicial do *website*?
6. Informações sobre descarte na ferramenta de busca do *website*?
7. Quantos pontos de coletas estão disponíveis?
8. Cidades onde se encontram os pontos de coleta?
9. Os pontos abrangem cidades do interior?
10. Existe algum programa de educação ambiental?
11. Tem informações sobre os efeitos prejudiciais do descarte inadequado dos resíduos?
12. Tem informações sobre os benefícios do descarte correto?

Para a aplicação do roteiro, foram selecionadas as quinze empresas que possuíam, no Brasil, maior fatia do total de venda dos produtos apresentados na Tabela 1. A coleta de dados foi realizada nos *websites* oficiais de cada uma das empresas.

Analisou-se, portanto, as informações que estas empresas da cadeia de eletroeletrônicos têm disponibilizado aos seus consumidores sobre a logística reversa de seus produtos.

**Tabela 1** - Principais características das empresas analisadas

| Empresa | Tempo de atuação no mercado brasileiro | Abrangência   | Principais produtos   |
|---------|--|---------------|---|
| E1      | 26 anos                                | Multinacional | Computadores, monitores, TVs, equipamentos de áudio e eletrodomésticos                              |
| E2      | 33 anos                                | Multinacional | Smartphone, acessórios e tablets  |
| E3      | 37 anos                                | Multinacional | Smartphones, relógios e fones de ouvido   |
| E4      | 81 anos                                | Nacional      | Televisores e telas   |
| E5      | 52 anos                                | Multinacional | Impressoras, computadores e calculadoras  |
| E6      | 24 anos                                | Multinacional | Computadores e notebooks  |
| E7      | 31 anos                                | Multinacional | Computadores e notebooks  |
| E8      | 28 anos                                | Multinacional | Smartphones, notebooks, tablets, relógios e fones de ouvido   |
| E9      | 34 anos                                | Nacional      | Computadores, celulares, tablets e acessórios   |
| E10     | 56 anos                                | Multinacional | Televisores, máquinas fotográficas, câmeras de vídeo, telefones, lâmpadas de led e eletrodomésticos |
| E11     | 36 anos                                | Nacional      | Smartphones, tablets, notebooks, acessórios para informática, aparelhos de GPS e pendrives          |
| E12     | Não informado                          | Multinacional | Pilhas  |
| E13     | 69 anos                                | Multinacional | Pilhas e lâmpadas   |
| E14     | 8 anos                                 | Multinacional | Smartphones, relógios e fones de ouvido e televisões  |
| E15     | 51 anos                                | Multinacional | TVs, smartbands, smartwatches, câmeras, computadores, notebooks e smartphones                       |

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados foram coletados no período de janeiro a agosto de 2023. Após coletadas as informações, as mesmas foram organizadas em tabelas no Microsoft Word e analisadas baseando-se nas principais características das etapas de pré-análise, análise e interpretação, do método de análise de conteúdo de Bardin (2011). Os dados foram, portanto, interpretados e categorizados de acordo com as variáveis previamente definidas, que foram: (i) tipo de produto, (ii) processo de logística reversa, (iii) tipo de informação disponibilizada ao consumidor e (iv) responsável pela coleta. Depois da codificação, os dados foram interpretados à luz dos regulamentos vigentes no Brasil, a Lei nº 12.305/2010 que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos e no Decreto nº 10.240/2020 que regulamenta a logística reversa obrigatória para resíduos pós-consumo de eletroeletrônicos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Informações sobre os produtos no processo de logística reversa

A legislação pertinente ao descarte de resíduos sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) estipula que as empresas que produzem produtos que ao final geram resíduos sólidos têm a obrigação de realizar a gestão sustentável desses materiais. Tal Lei e o Decreto nº 10.240/202 também estabelecem que estas empresas devem informar aos seus consumidores sobre seu papel e sobre como estes devem participar no processo de logística reversa.

No que diz respeito aos produtos na logística reversa e sua posterior remanufatura/reciclagem, na Tabela 2, são apresentadas as principais informações disponibilizadas aos consumidores pelas empresas analisadas.

**Tabela 2** - Informações acerca dos produtos na logística reversa

| Empresa | Produtos na logística reversa                                   | Processo de logística reversa   | Produtos gerados                          |
|---------|---|---|---|
| E1      | Pilhas, baterias e celulares                                    | Os resíduos são direcionados a empresas especializadas, onde os resíduos perigosos, como chumbo e mercúrio, são separados dos demais materiais. Esses resíduos perigosos são então submetidos a um processo de reprocessamento específico, transformando-se em matéria-prima que é posteriormente fornecida a indústrias também especializadas. | Baterias de celular                       |
| E2      | Celulares, fones de ouvido e carregadores                       | A empresa contratada especializada assume a responsabilidade por todo o ciclo, abrangendo a coleta, a separação de produtos, o processo de reciclagem e a transformação desses materiais em matéria-prima para a fabricação e comercialização de novos produtos.  | Matérias-primas para a indústria          |
| E3      | Notebooks, tablets, smartphones, televisores e eletrodomésticos | Os materiais recicláveis são encaminhados para empresas especializadas, enquanto os resíduos restantes são descartados de maneira ambientalmente adequada   | Não informado                             |
| E4      | Eletrodomésticos e eletroeletrônicos                            | Após a coleta, essas empresas encaminham os produtos para instalações de manufatura reversa especializadas, onde ocorre o processo de desmontagem e a destinação final ambientalmente apropriada dos componentes que não podem ser reciclados.  | Não informado                             |
| E5      | Cartuchos de impressora   | Realiza a coleta de cartuchos, que, após serem desmontados ou triturados, têm outros plásticos pós-consumo incorporados. A partir desse processo, novos cartuchos são fabricados e embalados para reintrodução no mercado. Portanto, na E5, nenhum produto é descartado.  | Cartuchos de impressora                   |
| E6      | PCs e equipamentos de TI  | Oferece serviços de coleta aos consumidores, que devem seguir as orientações fornecidas para embalar o produto e enviá-lo pelos correios até a empresa. No entanto, não há informações disponíveis sobre os processos de reciclagem ou como os produtos retornam ao mercado.  | Equipamentos de TI                        |
| E7      | Computadores e notebooks  | Após a coleta, submete seus produtos a testes, e os que ainda estão funcionais são reparados e colocados de volta no mercado. Os produtos não funcionais passam por um processo de separação de materiais, onde é determinado o que será triturado, recuperado (seja material ou energia), incinerado ou descartado.                            | Notebooks, telemóveis, tablets e baterias |
| E8      | Baterias e produtos eletroeletrônicos                           | Os produtos passam por um processo de desmontagem e recuperação das partes em bom estado, que são posteriormente recicladas e incorporadas a novos produtos.  | Não informado                             |
| E9      | Celulares, fones de ouvido e carregadores                       | A empresa contratada especializada assume a responsabilidade por todo o ciclo, abrangendo a coleta, a separação de produtos, o processo de reciclagem e a transformação desses materiais em matéria-prima para a fabricação e comercialização de novos produtos.  | Não informado                             |



|     |                                      |  |                                |
|-----|--------------------------------------|--|--------------------------------|
| E10 | Eletrodomésticos e Eletroeletrônicos | Após a coleta, essas empresas encaminham os produtos para instalações de manufatura reversa especializadas, onde ocorre o processo de desmontagem e a destinação final ambientalmente apropriada dos componentes que não podem ser reciclados. | Geladeiras e máquinas de lavar |
| E11 | Produtos eletroeletrônicos           | A empresa contratada assume a responsabilidade pela coleta, separação de materiais, trituração e reciclagem dos produtos coletados.  | Não informado                  |
| E12 | Pilhas                               | A empresa contratada assume a responsabilidade pela coleta, separação de materiais, trituração e reciclagem dos produtos coletados.  | Não informado                  |
| E13 | Pilhas e lâmpadas                    | A empresa contratada assume a responsabilidade pela coleta, separação de materiais, trituração e reciclagem dos produtos coletados.  | Não informado                  |
| E14 | -                                    | Sem informações sobre logística reversa.   | -                              |
| E15 | -                                    | Sem informações sobre logística reversa.   | -                              |

Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo as informações disponibilizadas pelas empresas, a maioria delas (n=13) afirma realizar a logística reversa ao coletar e destinar seus produtos à remanufatura ou reciclagem. Entretanto, há pouca informação quanto ao processo de logística reversa e produtos resultantes.

Isso pode comprometer a efetiva implementação do processo, uma vez que os consumidores podem não se engajar na devolução de produtos devido à falta de conhecimento e conscientização sobre o tema. Conforme afirmado por Souza et al. (2024), embora exista um bom nível de conhecimento sobre lixo eletrônico, uma parte significativa da população ainda não está ciente dos riscos associados ao descarte inadequado. Além disso, a falta de informação sobre os pontos de coleta disponíveis ressalta a necessidade de campanhas educativas para aumentar a participação da comunidade (Santos et al., 2021). Dessa forma, educar os consumidores sobre os processos de remanufatura e reciclagem pode aumentar a participação e a lucratividade na logística reversa (Wang et al., 2021).

#### 4.2 Informações para a logística reversa e educação ambiental dos consumidores

Dentre empresas estudadas (n=15), 13 informaram em seus *websites* que praticam a logística reversa e informam aos seus consumidores sobre como estes devem atuar no processo. Somente 2 destas informam ter iniciativas de educação ambiental voltadas aos seus consumidores.

Sobre tais programas de educação ambiental, E2 implementou um programa socioambiental em 2020 com realização de campanhas de conscientização e educação ambiental. A iniciativa busca conscientizar e mobilizar a população sobre a relevância do descarte correto e da reciclagem de aparelhos eletroeletrônicos. Para incentivar os funcionários a envolverem também suas famílias ativamente em atividades ambientais em casa e nas suas comunidades locais, a E11 tem promovido uma abrangente campanha de educação ambiental. O Quadro 3 apresenta informações disponibilizadas aos consumidores pelas 13 organizações que praticam a logística reversa. Tais informações servem como orientação aos consumidores sobre que produtos devem ser devolvidos e como estes devem atuar no processo.

A maioria das empresas informa adotar práticas em conformidade com a Lei 12.305/2010 e o Decreto 10.240/2020, abrangendo o gerenciamento de resíduos sólidos, que compreende uma série de atividades relacionadas à coleta, transporte, transbordo, tratamento e

destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, bem como a disposição final adequada dos rejeitos, conforme estabelecido pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou pelo plano de gerenciamento de resíduos sólidos (Brasil, 2020). Além disso, a maioria das empresas informa manter pontos de recebimento, entrega ou coleta, tanto fixos quanto móveis, destinados ao recebimento e armazenamento temporário de produtos eletroeletrônicos descartados pelos consumidores (Brasil, 2020).

Entretanto, conforme Leite et al. (2019), enviar resíduos para disposição no solo é a opção mais comum adotada pelo Brasil, devido ao baixo custo e à disponibilidade de área. Essa prática, no entanto, contrasta com os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que visa promover a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos. Segundo o Artigo 7º, II da Lei 12.305/2010, essas ações deveriam resultar em uma diminuição da necessidade de áreas para disposição no solo, mas o crescimento observado indica que esse objetivo não está sendo cumprido.

**Tabela 3** - Informações aos consumidores sobre a logística reversa

| Empresa | Produtos   | Tipo de coleta                            | Responsável pela logística reversa |
|---------|--|---|------------------------------------|
| E1      | Pilhas, baterias e celulares   | Pontos de recebimento                     | Própria empresa                    |
| E2      | Celulares, baterias, acessórios e carregadores                               | Pontos de recebimento                     | Empresa terceirizada               |
| E3      | Notebooks, tablets, smartphones, televisores e eletrodomésticos              | Pontos de recebimento e coleta domiciliar | Própria empresa                    |
| E4      | Eletrônicos e Eletrodomésticos   | Pontos de recebimento                     | Empresa terceirizada               |
| E5      | Equipamentos e suprimentos de impressão HP                                   | Pontos de recebimento e coleta domiciliar | Própria empresa                    |
| E6      | PCs e equipamentos de TI   | Pontos de recebimento (correios)          | Própria empresa                    |
| E7      | Computadores e notebooks Acer  | Não informado                             | Própria empresa                    |
| E8      | Baterias e produtos eletroeletrônicos e embalagens (clientes institucionais) | Coleta domiciliar                         | Própria empresa                    |
| E9      | Computadores, telefones celulares, tablets, baterias e monitores             | Coleta domiciliar                         | Empresa terceirizada               |
| E10     | Eletrodomésticos e eletrônicos   | Pontos de recebimento                     | Empresa terceirizada               |
| E11     | Dispositivos móveis, acessórios e baterias                                   | Pontos de recebimento                     | Empresa terceirizada               |
| E12     | Pilhas   | Pontos de recebimento                     | Empresa terceirizada               |
| E13     | Pilhas   | Pontos de recebimento                     | Empresa terceirizada               |

Fonte: Dados da pesquisa.

Contudo, de acordo com o Artigo 28º do Decreto 10.240/2020, as entidades gestoras e as empresas têm a responsabilidade de participar na implementação dos planos de comunicação e de educação ambiental não formal com o propósito de conduzir iniciativas informativas, de divulgação e de sensibilização junto aos consumidores e à sociedade, no contexto do sistema de logística reversa. Nesse sentido, apenas as 2 empresas que realizam programas de educação ambiental parecem estar em conformidade com esse requisito. Vale salientar que a falta de conscientização e participação dos consumidores, somada à ausência de legislação adequada, além da infraestrutura insuficiente para lidar com o fluxo crescente de lixo eletrônico, resulta em uma carência de padronização na coleta e tratamento de resíduos eletrônicos que pode dificultar a eficácia da logística reversa (Colussi, 2023).

Outra consideração relevante diz respeito à acessibilidade e qualidade das informações. A minoria das empresas disponibiliza em seus *websites* dados claros, de fácil acesso e aplicação. A busca e o acesso às informações sobre descarte dos produtos e logística reversa requerem

esforço e engajamento extras por parte dos consumidores que, provavelmente, só se engajarão ao estarem realmente motivados para fazerem sua parte neste processo.

Ao buscar por palavras-chave como “descarte” na barra de pesquisa dos *websites* de cada uma das empresas, apenas uma dentre as analisadas apresenta informações abrangentes sobre esse assunto. Para as demais, é necessário recorrer a termos relacionados ou palavras muito específicas. Supõe-se, que para que este consumidor se engaje, seria necessário que ele já estivesse previamente bem informado sobre o tema e conscientizado sobre a relevância da ação e de seu papel no processo de logística reversa. A partir daí, ele atuaria ativamente no processo.

No que diz respeito aos pontos de coleta, 5 empresas informam que oferecem serviços de coleta domiciliar (sendo 1 delas exclusivamente à coleta domiciliar e 4 oferecendo a opção de coleta domiciliar, além de disponibilizar pontos de coleta para o recolhimento). 2 empresas permitem o descarte mediante solicitação do consumidor por correio eletrônico, fornecendo informações adicionais (código de postagem, localização do correio mais próximo, instruções de embalagem e etapas subsequentes do descarte). E 6 empresas disponibilizam centros de recolhimento voluntário, com a opção de buscar o ponto de coleta mais próximo, no website, a partir do código postal.

No entanto, o recolhimento inclui somente áreas urbanas de grande porte, principalmente nas capitais, deixando de abranger as localidades no interior. E, se não houver pontos de coleta nas proximidades, o *website* não oferece sugestões para regiões vizinhas, resultando apenas na mensagem “Não localizamos pontos de recolhimento próximos à sua localização” ou “Não existem Pontos de Entrega Voluntário na cidade x”. O consumidor segue, então sem informações e suporte para realizar um descarte adequado, como nos casos das E4, E10, E2 e E9. Essa situação está de acordo com as conclusões de Batrisyia e Fernando (2024), em que as grandes empresas do setor eletrônico costumam concentrar suas operações de logística reversa nas grandes cidades, onde a alta densidade populacional facilita um maior volume de devoluções. Essa abordagem permite reduzir custos logísticos, aproveitando a infraestrutura mais desenvolvida dessas áreas para otimizar o processo de devolução e melhorar o atendimento ao cliente em ambientes urbanos.

Quanto às informações sobre os efeitos negativos do descarte inadequado e os benefícios do descarte adequado dos produtos, somente as empresas E2 e E9, instruem os consumidores sobre ambos. As empresas E1, E5, E10 e E11 abordam, exclusivamente, os aspectos positivos do descarte adequado. As empresas E3, E4, E6, E7 e E8 oferecem muitas informações sobre suas práticas de gestão ambiental, porém, não dão informações aprofundadas aos consumidores sobre o descarte correto dos resíduos eletroeletrônicos. As empresas E12 e E13 explicam os procedimentos e a forma correta de descarte de seus produtos, contudo, não esclarecem os motivos e os benefícios que tal ação pode ocasionar.

Com isso, ao fazer uma análise dos desafios e avanços na implementação da logística reversa no Brasil, fica em evidência a necessidade urgente de uma abordagem mais integrada e colaborativa entre todos os agentes da cadeia de suprimentos. Apesar das diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e a obrigatoriedade da logística reversa para diversos produtos, a realidade aponta para um aumento significativo na disposição de resíduos sólidos no solo, revelando falhas na efetiva aplicação das políticas. Os problemas da falta de conscientização e de informações adequadas aos consumidores devem ser solucionados para promoção da adequada gestão sustentável dos resíduos eletrônicos. É fundamental, portanto, que sejam desenvolvidas campanhas educativas que incentivem a participação ativa da comunidade, além de imposição por meio de fiscalização para que as empresas cumpram sua responsabilidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou as informações que as principais empresas da cadeia de eletroeletrônicos atuantes no Brasil têm disponibilizado aos seus consumidores sobre a logística reversa de seus produtos e as relacionou à legislação vigente sobre isso.

Evidenciou-se que a maioria das empresas analisadas informam aos consumidores que realizam a logística reversa de seus produtos e que têm pontos de recebimento para estes. Contudo, as informações, muitas vezes, não são o suficiente para garantir que o consumidor atue no processo de logística reversa facilmente. Algumas empresas fornecem informações não detalhadas ou de difícil acesso em seus *websites*, o que demanda do consumidor muito engajamento para participar ativamente na logística reversa. Além disso, contrariamente ao que a regulamentação nacional estabelece, poucas empresas informam realizar projetos de educação e conscientização ambiental de seus consumidores. Isso pode ser também um entrave a um maior engajamento do consumidor na economia circular desta cadeia de suprimentos.

Este estudo contribui para a literatura pois discute o cenário da sustentabilidade na cadeia de eletroeletrônicos com foco nas informações aos seus consumidores sobre sua logística reversa e economia circular. Tal discussão é relevante pois aproxima os estudos sobre gestão sustentável de operações e cadeias de suprimentos aos estudos sobre comportamento do consumidor. Além disso, a maioria dos estudos sobre descarte de produtos eletroeletrônicos foram realizados em países desenvolvidos (Demajorovic et al., 2016). Este estudo contribui, portanto, para abordar a questão em um país em desenvolvimento como o Brasil, um relevante e crescente mercado consumidor destes produtos.

Gerencialmente, o estudo é relevante pois fornece um feedback aos gestores das cadeias de suprimentos de eletroeletrônicos e aos gestores de comunicação das marcas analisadas quanto ao conteúdo das informações sobre a logística reversa bem como sobre a necessidade de adequação das informações prestadas aos seus consumidores. Em termos sociais, o estudo contribui para fornecer uma avaliação do conteúdo disponibilizado aos consumidores, o que pode ser relevante para futuras melhorias por parte das empresas do setor. Para as políticas públicas, nossos dados justificam a necessidade de maior fiscalização das informações disponíveis aos consumidores de produtos eletroeletrônicos para que estes possam se engajar mais no processo de logística reversa e, conseqüentemente, fortalecer a economia circular nesta cadeia de suprimentos.

Para estudos futuros, sugere-se pesquisas experimentais com consumidores das marcas para se compreender como os mesmos compreendem as informações e se estas são o suficiente para garantir orientação e engajamento em sua atuação na logística reversa dos eletroeletrônicos. Também recomenda-se estudos que comparem as práticas de logística reversa das empresas de eletroeletrônicos atuantes no Brasil com suas operações em outros países, especialmente naqueles com regulamentação mais rigorosa. Tais resultados podem fornecer feedback e suporte à novas políticas públicas voltadas à sustentabilidade em cadeias de suprimentos focadas em logística reversa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Batrisyia, N. A., & Fernando, Y. (2024). Improving a Circular Reverse Logistics To Handle Product Return: Insights From a Global Electronics Services Provider. *International Journal of Industrial Management*, 18(2):91-104. <https://doi.org/10.15282/ijim.18.2.2024.10831>

- Bernardo, L. (2024). Produção mundial de lixo eletrônico é cinco vezes maior do que sua reciclagem, diz ONU. *Jornal do Brasil*. Disponível em: <https://www.jb.com.br/brasil/meio-ambiente/2024/03/1049208-producao-mundial-de-lixo-eletronico-e-cinco-vezes-maior-do-que-sua-reciclagem-diz-onu.html>. Acesso em: 04 out 2024.
- Brasil. (2010) *Lei nº 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, 3 ago. 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm#art56](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm#art56). Acesso em: 05 Set 2023.
- Brasil. (2020) *Decreto nº 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 nº 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. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/d10240.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10240.htm). Acesso em: 05 Set 2023.
- Carter, C.R., Rogers, D.S., & Choi, T.Y. (2015). Toward the Theory of the Supply Chain. *Journal of Supply Chain Management*, 51(2), 89–97.
- Colussi, C. A. (2023). Revisão sistemática de literatura da relação entre logística reversa e resíduos eletrônicos. *Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2023*. <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/12815>.
- Demajorovic, J., Augusto, E.E.F., & Souza, M. T. S. D. (2016). Reverse logistics of e-waste in developing countries: Challenges and prospects for the Brazilian model. *Ambiente & Sociedade*, 19, 117-136.
- Dias, S.L.F.G.; Labegalini, L.; Csillag, J.M. (2012) Sustentabilidade e cadeia de suprimentos: uma perspectiva comparada de publicações nacionais e internacionais. *Produção*, 22(3), 517- 533.
- Duarte, V. B., Dusek, P. M., Friede, R., de Miranda, M. G., & dos Santos Avelar, K. E. (2020). Responsabilidade Compartilhada: o papel do consumidor no descarto do lixo eletrônico. *Revista Augustus*, 25(50), 111-129.
- Forti, V., Baldé, C.P., Kuehr, R. & Bel, G. (2020) *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P., & Hultink, E.J. (2017). The Circular Economy - A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143(143), 757-768.
- Gökalp, E., & Topçu, Y. I. (2019). Design of a circular economy supply chain: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117768.
- Julianelli, V., Caiado, R.G.G., Scavarda, L. F., & Cruz, S. P. de M. F. (2020). Interplay between reverse logistics and circular economy: Critical success factors-based taxonomy and framework. *Resources, Conservation and Recycling*, 158, 104784.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the Circular Economy: An Analysis of 114 Definitions. *SSRN Electronic Journal*, 127, 221–232.



- Kolling, R., & Bertolini, G. R. F. (2020). Diagnóstico e proposta de melhoria na gestão de resíduos sólidos do município de São Pedro do Iguaçu-PR. *Revista Competitividade E Sustentabilidade*, 7(1), 205–213. <https://doi.org/10.48075/comsus.v7i1.21097>
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. de A. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. Atlas. 327.
- Leite, N. D., Paiva, B. K. V., Oliveira, M. Z. F. D. S., & Santos, G. O. (2019). Lixões, aterros controlados e aterros sanitários: o que mudou no Brasil após a publicação da Lei Federal 12.305/2010. *Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental*, 30º., 16 a 19 jun. 2019, Natal, no Rio Grande do Norte. Anais [...] Natal, no Rio Grande do Norte, 2019. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/55137>.
- MacArthur, F.E. (2013). *Towards the Circular Economy* Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen McArthur.
- Menon, R.R., & Ravi, V. (2021). An analysis of barriers affecting implementation of sustainable supply chain management in electronics industry: a Grey-DEMATEL approach. *Journal of Modelling in Management*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/jm2-02-2021-0042>.
- Menezes, A. H. N., Duarte, F. R., Carvalho, L. O. R., & Souza, T. E. S. (2019). *Metodologia Científica Teoria e Aplicação na Educação a Distância* (1st ed.). Univasf.
- Naik, S., & Eswari, J. S. (2022). *Electrical waste management: Recent advances, challenges, and future outlook*. *Total Environment Research Themes*, 1-2(3), 100002. <https://doi.org/10.1016/j.totert.2022.100002>
- Pereira, M.M.O., Arantes, R.C., Antunes, L.G., Hendry, L.C., Deboçã, L.P., Bossle, M.B., & Antonialli, L.M. (2021). Sustainability initiatives and collaborative practices: a study of emerging economy suppliers. *Latin American Business Review*, 22(4), 359-391.
- Pereira, M.M.O., Hendry, L.C., Silva, M.E., Bossle, M.B., & Antonialli, L.M. (2023). Sustainable supply chain management in a global context: the perspective of emerging economy suppliers. *RAUSP Management Journal*, 58(3), 197-218.
- Rossini, V.; Napolini, S. Haydêe Dal Farra. (2017) Obsolescência programada e meio ambiente: a geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. *Revista de Direito e Sustentabilidade*, Brasília, 3(1),51-71.
- Santos, A. D., Mesquita, A. D. N. S., Caraciolo, M. C. D. M., & Costa, V. S. D. O. (2021). Logística reversa como instrumento de sustentabilidade ambiental em uma escola pública. *Educação UFSM*, 46, 1-19.
- Sarkis, J., Zhu, Q., & Lai, K. (2011). An organizational theoretical review of green supply chain management literature. *International Journal of Production Economics*, 130(1), 1–15.
- Sehnem, S., & Pereira, S. C. F. (2019). Rumo à Economia Circular: Sinergia Existente entre as Definições Conceituais Correlatas e Apropriação para a Literatura Brasileira. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa*, 18(1), 35–62.
- Seuring, S., & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1699–1710.
- Silva, A.B., Santos, L.C., & Pereira, R.T. (2021). Sustainability Practices in the Electronics Industry: A Review. *Sustainability*, 13(11), 6239.

- Souza, C.F., Venâncio D., Ponce, G., Anjos, I., Luca, K. & Rasmusen, L. (2024). *Logística Reversa de Resíduos Eletrônicos*. Trabalho de conclusão de curso (Curso técnico em logística) ETEC Deputado Ary de Camargo Pedroso, Piracicaba, 2024. <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/22818>.
- Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy—A review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 76-91.
- Wang, M., Yang, F., & Xia, Q. (2021). Design of the reverse channel for the third-party remanufacturing considering consumer education. *RAIRO-Operations Research*, 55(6), 3513-3540.