

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**RAFAELA DA ROSA DESTRO**

**LOGÍSTICA REVERSA DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS: O  
reaproveitamento do e-lixo como oportunidade de sucesso e proteção ambiental**

**CURITIBA**

**2021**

**RAFAELA DA ROSA DESTRO**

**LOGÍSTICA REVERSA DOS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS: O  
reaproveitamento do e-lixo como oportunidade de sucesso e proteção ambiental**

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de pós-graduação em MBA em Gestão Ambiental do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, Departamento de Economia e Extensão Rural, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Silvana Bárbara G. Da Silva.

**CURITIBA**

**2021**

# **Logística Reversa dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos: o reaproveitamento do e-lixo como oportunidade de sucesso e proteção ambiental.**

Rafaela da Rosa Destro

## **RESUMO**

A globalização e o avanço das tecnologias impuseram um novo paradigma ao comportamento do consumidor, acarretando numa sociedade cada vez mais dependente dos produtos eletroeletrônicos. O Brasil é um país com elevado consumo desses equipamentos (mais de R\$ 173 bilhões em 2020) e responsável pelo acúmulo de resíduo eletrônico considerável no cenário mundial. No Brasil, a destinação final dos resíduos pós-consumo é regulamentada pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), posteriormente regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010. O presente trabalho tem como objetivo demonstrar a importância da logística reversa dos equipamentos eletrônicos como instrumento de desenvolvimento econômico e social. A pesquisa é de caráter documental exploratória e bibliográfica, realizada por meio de artigos científicos, revistas técnicas, manuais e sites do segmento. Com isso, pretende-se mostrar que, seja por força legislativa ou interesse dos fabricantes na redução de custos de produção, a logística reversa é um caminho sem volta, que estimula a redução de uso dos recursos naturais e potencial de aproveitamento dos resíduos gerados para sua reintrodução na matriz de produção como matéria-prima de diversos processos produtivos. Finalmente, destaca-se que a Logística Reversa permite reaproveitamento de materiais, redução na necessidade de produção de componentes, queda nos impactos ambientais decorrentes dessas atividades, menores riscos à saúde de trabalhadores da área, cidadãos e sociedade em geral, com uso reduzido de recursos naturais que estão se tornando escassos.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento tecnológico. Resíduos eletrônicos. Logística reversa.

## **Reverse Logistics of Waste Electrical and Electronic Equipment: e-waste reuse as an opportunity for success and environmental protection.**

### **ABSTRACT**

Globalization and the advancement of technologies have imposed a new paradigm on consumer behavior, resulting in a society increasingly dependent on electronic products. Brazil is a country with a high consumption of this equipment (more than R\$ 173 billions in 2020) and responsible for the accumulation of considerable electronic waste on the world stage. In Brazil, the final destination of post-consumer waste is regulated by Law No. 12,305, of August 2, 2010, the National Solid Waste Policy (PNRS), later regulated by Decree No. 7,404 / 2010. This paper aims to demonstrate the importance of reverse logistics of electronic equipment as an instrument for economic and social development. The research is of exploratory and bibliographic documentary character, carried out through scientific articles, technical magazines, manuals and websites of the segment. With this, it is intended to show that, whether due to legislation or the manufacturers' interest in reducing production costs, reverse logistics is a path of no return, which encourages the reduction in the use of natural resources and the potential to use the waste generated for its reintroduction into the production matrix as a raw material for several production processes. Finally, it is highlighted that reverse logistics allows for the reuse of materials, a reduction in the need to produce components, a reduction in the environmental impacts resulting from these activities, less risk to the health of workers in the area, citizens and society in general, with reduced use of natural resources that are becoming scarce.

**Keywords:** Technological development. Electronic waste. Reverse logistics.

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho versa sobre os resíduos eletroeletrônicos, com foco em seus impactos para o meio ambiente e a possibilidade de utilização como oportunidade de negócios, englobando a logística reversa.

A indústria eletroeletrônica é, em todo o mundo, a que mais apresenta inovações e, assim, todos os anos são lançados novos produtos como celulares, computadores, *tablets*, entre tantos outros. Com a disponibilidade de novas tecnologias, as anteriores passam a ser consideradas ultrapassadas e, com muita frequência, são descartadas. Além disso, há o fato de que alguns eletroeletrônicos deixam de funcionar e já não existem recursos para o conserto, justamente pelo fato de que novos foram lançados e os anteriores deixaram de fazer parte das linhas de fabricação dessas empresas (SIVARAMANAN, 2013).

Após o uso desses equipamentos, quando já não servem mais para a finalidade para a qual foram propostos, o que ocorre é que se tornam um problema, uma preocupação para todos os países, em função da elevada quantidade de resíduos eletrônicos gerados todos os anos. Isso causa impactos para empresas, governos, cidadãos, meio ambiente, enfim, os resultados negativos são amplos e abrangem a todos (TANSKANEN, 2013).

Por outro lado, muitos empreendedores perceberam o potencial desse mercado de resíduos eletroeletrônicos de gerar lucros para quem souber como atuar de forma adequada, seguindo as disposições legais de cada país. Assim, retirando de muitas empresas o ônus de terem que destinar adequadamente os resíduos de seus produtos, elas podem pagar para esses empreendedores para darem a destinação correta e seguirem com foco em suas atividades de produção e comércio (GOMATHI; RUPESH, 2018).

Ao mesmo tempo em que as tecnologias se renovam constantemente, os consumidores vêm percebendo os impactos de seu perfil de consumo e, assim, há uma maior cobrança para que as empresas atuem de forma sustentável, respeitando a sociedade, o meio ambiente e a necessidade de proteção dos recursos ambientais também para as gerações futuras. Os empresários precisam, cada vez mais, dar atenção à sua relação com a sociedade, pois manter apenas foco no lucro poderá ser prejudicial para sua imagem e para seus negócios (HOSSAIN *et al.*, 2015).

Em todo o mundo estão sendo realizados esforços para alterar o cenário atual de contaminação de solo, águas e mesmo de pessoas em função do descarte inadequado de resíduos eletrônicos dos mais diversos. Leis vêm sendo desenvolvidas, a fiscalização está se tornando mais severa e existem políticas de incentivo à coleta, reciclagem e reaproveitamento dos resíduos sempre que possível. Apesar da conscientização sobre esse cenário e dos esforços para sua alteração, muito ainda há para ser mudado, inclusive pela falta de comprometimento de alguns consumidores e de algumas empresas na área (TANSKANEN, 2013).

A logística reversa surgiu como forma de as empresas se tornarem mais eficientes e mais competitivas. Trata-se do processo reverso dos bens de consumo desde os consumidores até os fornecedores, oferecendo para os consumidores uma vantagem na aquisição de novos produtos mediante a devolução dos anteriores. Para a empresa surge a possibilidade de reaproveitamento e destinação adequada, conforme cada produto e as matérias dele integrante permitem (HERNÁNDEZ; MARINS; CASTRO, 2012).

O que ocorre, porém, é que muitas empresas ainda não compreenderam a logística reversa como uma necessidade para melhorar seu desempenho e sua relação com a sociedade. Nesse sentido, sua destinação de lixo eletroeletrônico ainda não está dentro dos padrões necessários para alterar o status atual de disposição inadequada e comprometimento ambiental (CALLEFI; BARBOSA; RAMOS, 2017).

A percepção da importância do meio ambiente para os indivíduos e para a sociedade de forma mais ampla vem crescendo, as organizações estão, aos poucos, percebendo uma exigência por comprometimento ambiental como uma característica de suas atividades rotineiras e, com isso, mudanças tanto no perfil de consumo quanto na relação com os consumidores vêm se formulando e se tornando mais comuns (EIDT, CARDOSO e ROMAN, 2017).

Ao longo dos últimos anos os impactos das mudanças climáticas tornaram-se mais evidentes em todo o mundo. A questão ambiental vem sendo fortemente atingida, porém, governos e políticas públicas com atuação efetiva na proteção ambiental ainda não se encontram no patamar esperado e necessário (BARBIERI, 2016).

A sustentabilidade não pode ser vista como um esforço de alguns, mas deve

ser um compromisso de todas as nações para um benefício mais amplo (MEADOWS, 2004). A ciência enfatiza que o aquecimento global antropogênico e a poluição levaram à uma emergência climática, passível de causar uma enorme catástrofe ecológica e humanitária que excederá os parâmetros negativos que já são vistos no presente (BARBIERI, 2016).

Nos últimos anos, houve um progresso global mínimo na redução da emissão de gases de efeito estufa, dos quais o dióxido de carbono é o mais importante, além de metano, óxido nitroso, hidrofluorcarbono, hexafluoreto de enxofre. A poluição do solo e das águas por metais pesados e resíduos sólidos também são impactantes e graves (TOLEDO *et al.*, 2019).

As práticas sustentáveis podem parecer custosas para algumas empresas, porém, manter os padrões de produção e consumo como se apresentam terá custos maiores, pois não serão apenas para uma empresa ou governo, mas para todas as nações e, assim, já não haverá matéria prima para a produção, consumidores para os produtos ou mercados para sua oferta e procura (SACHS, 2000).

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo geral de demonstrar a importância da logística reversa dos equipamentos eletroeletrônicos como instrumento de desenvolvimento econômico e social. Para tanto, os objetivos específicos foram definidos como: destacar o cenário dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no mundo; esclarecer os conceitos e especificidades da logística reversa; abordar a legislação que rege o tema no país e discutir os impactos ambientais que geram a necessidade de ações sustentáveis por parte das empresas.

Procedeu-se de uma revisão da literatura nacional e internacional, como forma de esclarecer a evolução do tema na última década, além de evitar que dados obsoletos fossem apresentados no estudo. Os artigos foram selecionados a partir das bases eletrônicas: ResearchGate, CAPES, Scielo e Google Acadêmico.

O presente estudo busca não apenas ressaltar um problema de conhecimento público, mas apresentar a logística reversa como uma das alternativas viáveis para a redução de seus impactos na esfera nacional e internacional. Para a área empresarial, espera-se contribuir com um maior esclarecimento a respeito das vantagens da logística reversa e adequado descarte desses materiais que propiciem benefícios para a sociedade, como a redução de lixo eletroeletrônico e menores riscos de contaminação e adoecimento da população. No âmbito acadêmico, o

intuito do estudo é demonstrar que a pesquisa científica tem um importante papel no sentido de contribuir para a construção de espaços organizados e renováveis para todos, beneficiando empresas, consumidores e meio ambiente.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Na etapa de revisão de literatura são elencados os principais conceitos necessários para a melhor compreensão do tema e que, assim, auxiliam o pesquisador no alcance dos objetivos propostos.

### **2.1. LOGÍSTICA REVERSA: CONCEITOS GERAIS**

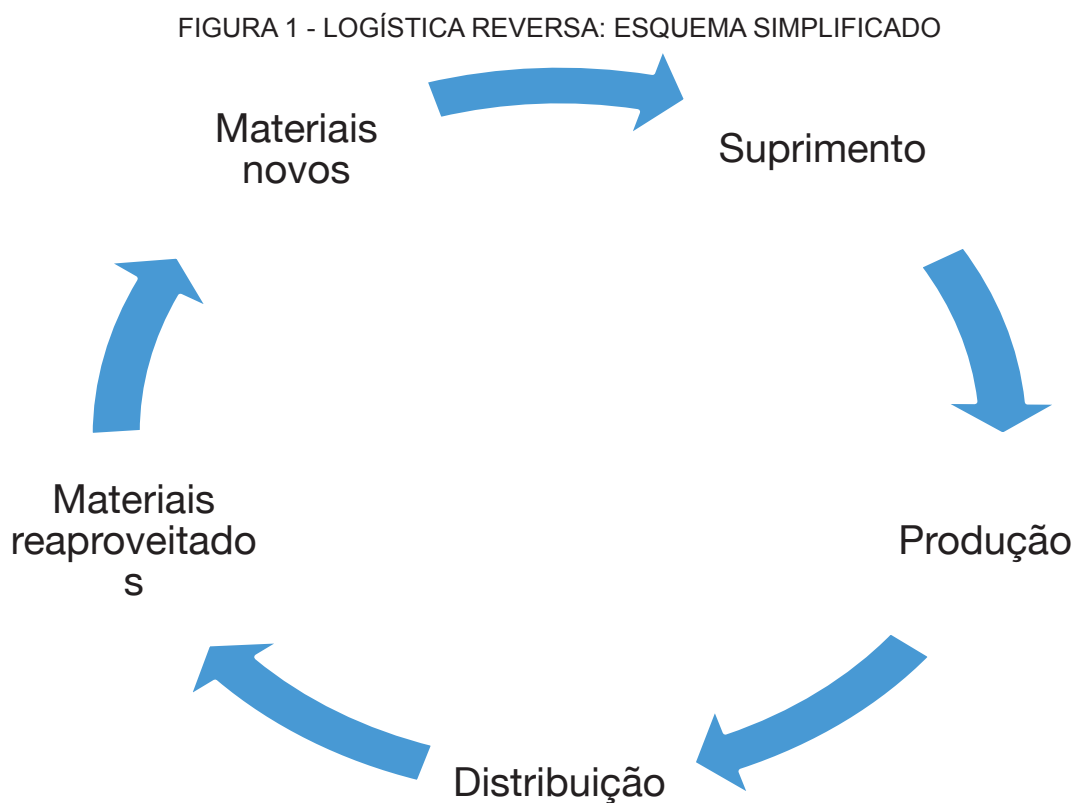
Tanto a expressão logística reversa quanto os estudos a respeito de sua aplicabilidade e relevância tiveram início nos anos 70, visando encontrar formas de retornar bens para seus fabricantes ou vendedores, que deveriam destiná-los à reciclagem ou outra forma de aproveitamento, os chamados canais de distribuição reversa. Trata-se de uma parte da logística empresarial focada exclusivamente no “[...] planejamento, operação e controle dos fluxos reversos de matérias-primas, estoques de processo, produtos acabados e as respectivas informações desde o ponto de consumo até o ponto de origem” (HERNÁNDEZ, MARINS e CASTRO, 2012, p. 446).

As empresas vêm tomando consciência de que são responsáveis pelos produtos que comercializam, não apenas por sua qualidade, mas pelo descarte adequado quando sua vida útil chega ao fim. Vender é importante, mas assumir um compromisso social e ambiental tem sido uma exigência de muitos mercados consumidores e, assim, a logística reversa surge para permitir o contato entre o consumidor e o fornecedor e um produto que deverá ser descartado sem causar grandes impactos com isso (COUTO e LANGE, 2017).

A logística reversa (LR) envolve todos os processos necessários para movimentar mercadorias de seu local de uso até a destinação, visando recapturar valor ou assegurar uma destinação adequada. Não envolve apenas uma atividade, mas uma série de programas ou competências destinadas a mover produtos na direção reversa na cadeia de abastecimento, em outras palavras, do consumidor ao fabricante. Para que a LR ocorra de forma adequada e leve aos resultados

esperados, ela deverá apoiar-se em planejamento, implementação e controle de um fluxo eficiente e econômico de matérias-primas, inventário de processos, produtos acabados e informações desde o consumo até a recuperação ou descarte adequado do produto (KAYNAK, KOCOGLU e AKGUN, 2014).

Para uma compreensão simplificada da logística reversa, apresenta-se a Figura 1.



FONTE: Adaptado de Carmo (2013, p. 17).

Os países apresentam especificidades que incidem sobre diversas questões em seu cotidiano e, assim, o funcionamento da logística reversa também não segue um padrão em todo o mundo (COUTO e LANGE, 2017). Na sequência são elencadas suas especificidades no Brasil.

#### 2.1.1 O sistema de logística reversa no Brasil

Os eletroeletrônicos apresentam vida curta em função dos avanços tecnológicos que fazem com que novos produtos, melhorados, com novas funções e

designs modernos, sejam lançados todos os anos e, assim, os anteriores tornam-se rapidamente obsoletos. Isso não é uma tendência somente em alguns países, mas em todo o mundo, fazendo com que os resíduos eletrônicos tenham se tornado uma realidade global e um problema amplamente discutido (SIVARAMANAN, 2013).

As empresas deixam de ter foco apenas no lucro e passam a compreender que sua relação com a sociedade é importante para fortalecer laços de confiança e preferência comercial. Com isso, surge uma consciência socioambiental importante, que faz com que a competitividade deixe de ser apenas no âmbito de vender produtos, mas passa pelo esforço de criar uma imagem positiva e bem aceita pela sociedade, com vantagens maiores do que somente vender um produto (CALLEFI, BARBOSA e RAMOS, 2017).

No Brasil, as empresas identificaram que a LR é benéfica, especialmente, em três eixos, ambiental, financeiro e legal. No entanto, o eixo social não pode ser ignorado, em face de construir junto à sociedade uma nova imagem e uma relação de responsabilidade e respeito (CALLEFI, BARBOSA e RAMOS, 2017).

No sentido ambiental, as empresas conseguem criar para si uma imagem de responsabilidade, de cumprimento de seu papel frente aos desafios relacionados à crise ambiental existente em todo o mundo e, assim, enquadram-se como empresas verdes. O fato é que “[...] a imagem “verde” tornou-se um importante elemento de marketing” (COUTO e LANGE, 2017, p. 890).

O marketing verde encampa o mercado de matérias primas, bens de consumo e serviços, não está restrito a apenas uma área. O intuito é que os desejos e necessidades dos clientes sejam atendidos, sem que isso cause ampla degradação do meio ambiente. Nos EUA, as primeiras leis ambientais foram promulgadas em 1970, fazendo com que a atuação das organizações sofresse importantes alterações, ainda que lentamente (EIDT, CARDOSO e ROMAN, 2017).

Para que o marketing verde funcione, porém, as empresas precisam realizar levantamentos detalhados de suas atividades, visando compreender quais são seus verdadeiros impactos. Não basta avaliar suas linhas de produção ou atividade comerciais, mas precisam buscar dados desde a fabricação de suas matérias primas até o uso pelos clientes e a destinação dos produtos após completarem sua vida útil (EIDT, CARDOSO e ROMAN, 2017).

Assim, o greenwashing, a prática de usar uma “maquiagem verde”, adotar um

discurso de proteção ambiental, porém na prática seguir com as atividades potencialmente destruidoras do ambiente não faz parte do marketing verde, mas é uma estratégia falsa e que deve ser evitada.

No âmbito econômico, a recuperação de produtos gera lucros como redução de custos, minimização das necessidades de novos materiais, economia em peças de reposição e outras situações. “[...] um equipamento chega a uma empresa no final de sua vida útil e suas peças podem ser usadas como peças sobressalentes ou vendidas em mercado secundário a um percentual do custo do uso de produtos originais na sua reparação” (COUTO e LANGE, 2017, p. 890).

Além disso, ressalta-se que o Brasil conta, no presente, com uma legislação que rege o tema e as empresas que desrespeitarem as normas legais poderão ter prejuízos em multas e necessidade de ajustamento de conduta, além de comprometer sua imagem diante do mercado. “Esse tipo de motivação, em geral, pode levar à operacionalização cooperada entre diferentes elos da cadeia produtiva” (COUTO; LANGE, 2017, p. 890).

No Brasil, porém, a legislação ainda evolui a passos lentos e muitas são as alterações legais que precisam ser conduzidas para que as empresas, de fato, compreendam sua obrigação no esforço para a coleta e destinação adequada dos resíduos eletrônicos que produzem (VALLE; SOUZA, 2014).

Uma percepção que vem crescendo ao longo dos anos refere-se à possibilidade de obtenção de lucros e elevação da competitividade quando da adoção das práticas de LR, conforme tópico que segue.

#### 2.1.2. Logística reversa e ganhos na competitividade empresarial

A logística reversa permite aplicar uma forma ambientalmente sustentável de retornar os resíduos para o processo produtivo. Com isso, é possível restringir o descarte inadequado de resíduos, que prejudicam não só o meio ambiente, mas a saúde da população, especialmente àqueles em situação de vulnerabilidade social. Além disso, elevam-se as possibilidades de recuperar parte do valor de produção do produto, torna factível a vantagem competitiva no mercado, acrescido da melhora da reputação da empresa responsável (COUTO e LANGE, 2017).

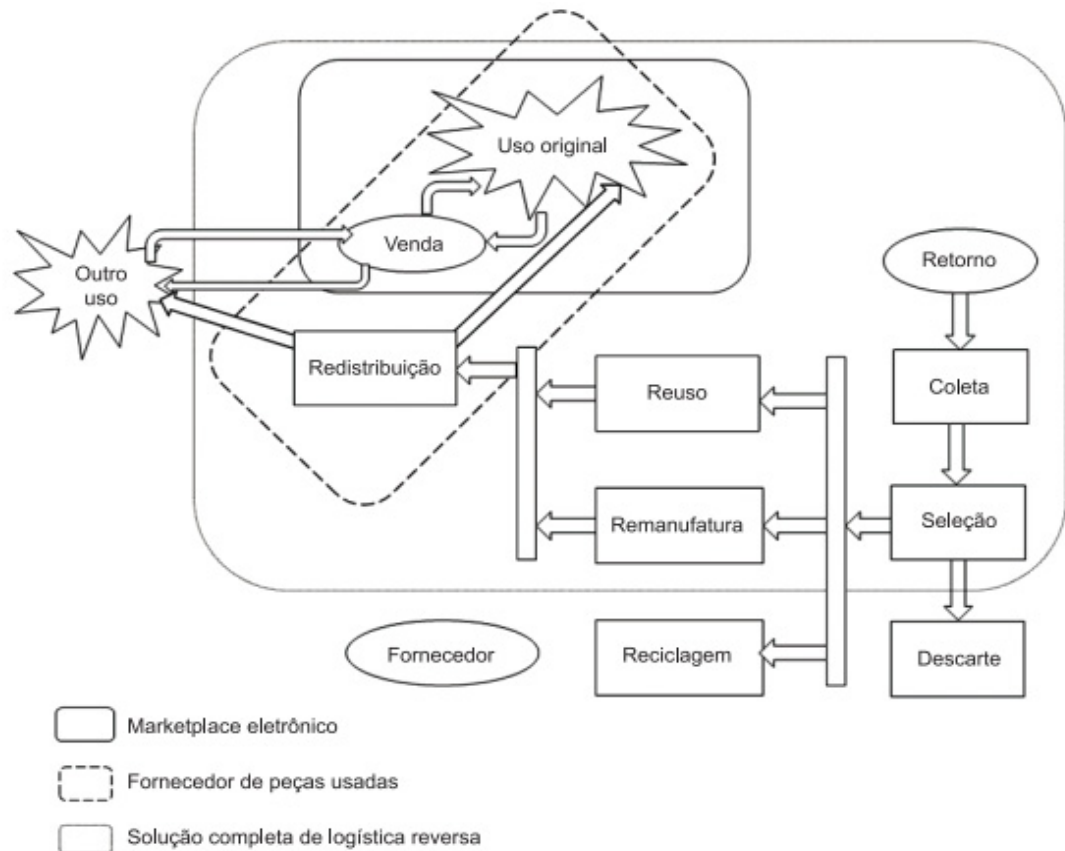
Em resumo, os benefícios são o cumprimento da lei, a preservação do meio ambiente, pois, além de poluir o meio ambiente e prejudicar a saúde, o descarte incorreto também pode causar sérias punições aos que não respeitarem a legislação em vigor, prejudicando a reputação em vários aspectos. Ainda, reduzir, reutilizar e reciclar para aumentar a rentabilidade. O que, para reduzir a quantidade de resíduos gerados, pode-se otimizar os processos produtivos, tornando-os mais rentáveis e, por que não, inovadores (TANSKANEN, 2013; VALLE; SOUZA, 2014).

Os consumidores estão cada vez mais conscientes e exigentes, buscando por empresas com valores similares aos seus, demonstrando-se dispostos a pagar valores mais caros por produtos que são ecologicamente corretos. Fica evidente que para a implementação da logística reversa é preciso um investimento financeiro, estudo e tempo, tanto antes quanto durante a implantação, até ser possível alcançar o equilíbrio. Isso decorre do fato de que os projetos podem acabar por não funcionar da forma desejada, ao mesmo tempo em que se exige constante persistência e foco para garantir o máximo de sucesso (HOSSAIN *et al.*, 2015).

Verifica-se uma redução de 40% a 60% nos custos das empresas que reutilizam componentes obtidos a partir da logística reversa, enquanto os esforços para a fabricação de novos produtos chegam a apenas 20% nessa sistemática. As empresas economizam em energia quando remanufaturam componentes, o que é positivo para suas finanças e para o meio ambiente. A reciclagem de materiais gera, também, novos empregos, renda para a sociedade e projetos sociais e ambientais podem ser desenvolvidos (COUTO e LANGE, 2017).

A reposição dos produtos remanufaturados segue a seguinte lógica:

FIGURA 2 - REPOSIÇÃO DE PRODUTOS REMANUFATURADOS



FONTE: Araújo *et al.*, (2013, p. 307).

A gestão de resíduos sólidos da região na qual essas empresas atuam se torna mais efetiva, sem que as empresas tenham que reduzir sua produtividade ou eficiência, além de perceberem uma queda considerável nos desperdícios. Práticas sustentáveis se fortalecem, gerando uma nova concepção de responsabilidade das empresas para com seu entorno. Elevam-se os ganhos financeiros, sem perdas de produtividade e com a melhoria da imagem da empresa diante dos consumidores (COUTO e LANGE, 2017).

## 2.2 RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS (REEE)

Para que se compreenda o conceito formal de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), apresenta-se o esclarecimento de Santos *et al.* (2014, p. 4), que afirmam que o termo engloba diferentes equipamentos eletroeletrônicos que já não apresentam valor para os proprietários, estejam quebrados ou seu uso já não seja mais desejado. No Brasil, a definição mais comum de REEE baseia-se na legislação internacional, especialmente europeia, de resíduos que demandam de energia

para que funcionem, bem como “[...] aqueles equipamentos projetados para uso com uma tensão nominal não superior a 1.000 volts para corrente alternada e 1500 volts para corrente contínua”. (SANTOS et al. 2014, p.4)

O descarte inadequado dos REEE é alvo de grande preocupação no âmbito da logística reversa no Brasil e no mundo. No Brasil os equipamentos eletroeletrônicos são divididos em quatro categorias:

- a) **Linha branca:** refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar (PANIZZON, REICHERT e SCHNEIDER, 2017).
- b) **Linha marrom:** monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio, filmadoras (PANIZZON, REICHERT e SCHNEIDER, 2017).
- c) **Linha azul:** batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras (PANIZZON, REICHERT e SCHNEIDER, 2017).
- d) **Linha verde:** computadores desktop e laptops, acessórios de informática, tablets e telefones celulares (PANIZZON, REICHERT e SCHNEIDER, 2017).

Essas linhas, porém, não são suficientes para englobar a imensa variedade de equipamentos que existem no mercado. Auxiliam na organização e classificação de REEE, porém, muitos tipos de produtos podem ficar de fora dessa classificação em função de suas especificidades (PANIZZON, REICHERT e SCHNEIDER, 2017).

Assim, entende-se que Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos, também conhecido como Resíduos de Aparelhos Eletroeletrônicos (RAEE) são todos os equipamentos acima mencionados (e seus componentes), que foram descartados sem ter a intenção de reutilizá-lo. Importante destacar que, para ser designado como resíduo, não necessita estar inservível (PANIZZON, REICHERT e SCHNEIDER, 2017).

São resíduos os materiais que não são mais utilizados para sua finalidade e, assim, necessitam de uma destinação adequada de acordo com a legislação vigente, conforme será avaliado no tópico que segue.

## 2.3 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS)

Em 05 de agosto de 2010 foi promulgada a primeira lei de resíduos sólidos, a Lei nº 12.305/10, regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O referido diploma legal estabeleceu padrões sustentáveis de produção e consumo, procurando atender as necessidades atuais e estabelecer comprometimento com a qualidade ambiental. Tanto pessoas físicas quanto jurídicas devem observar a lei, sejam de direito público ou privado, atuando de forma direta ou indireta para a geração de resíduos sólidos. Os rejeitos radioativos, porém, seguem normatização específica (BRASIL, 2010).

A logística reversa tem amparo legal na PNRS, a qual faz com que as empresas e consumidores se tornem responsáveis pelo produto até o final de sua vida útil, assegurando o encaminhamento ambientalmente adequado, conforme destaca o texto legal:

Art. 42. O poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de:

[...]

V – estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa; (BRASIL, 2010).

A PNRS apresenta orientações sobre o gerenciamento de resíduos sólidos e define as responsabilidades de cada setor envolvido, incluindo os resíduos dos equipamentos eletroeletrônicos no âmbito da logística reversa.

Art. 3º [...]

XII – logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social 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 outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Existe a tendência de um avanço positivo na gestão de resíduos tecnológicos no Brasil. No entanto, mesmo com a grande quantidade de produção, consumo e descarte desses resíduos, ainda não existem sistemas eficientes de coleta e reciclagem no país, e a população, em geral, possui atitude passiva, talvez pela falta de maiores incentivos para proceder de forma adequada quanto o descarte e reciclagem (MAIELLO, BRITTO e VALLE, 2018).

Além disso, apesar de haver uma legislação específica sobre o tema, o que se identifica é que ainda falta disponibilidade de recursos (humanos e materiais) para a fiscalização do cumprimento das leis, aplicação de medidas corretivas, aplicação de multas quando necessário, enfim, para fazer com que a lei deixe de

existir apenas na teoria e torne-se uma prática efetiva (MAIELLO, BRITTO e VALLE, 2018).

## 2.4 RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

Produtos possuem ciclos de vida, muitas vezes quando são fabricados o produtor já sabe quais as próximas inovações e mudanças, com consciência de que será um ciclo curto. Em face disso, responsabilizar o fornecedor pelo ciclo de vida dos bens de forma compartilhada, ou seja, com outros responsáveis, é necessário para que a produção seja conduzida de forma reduzida em resíduos que possam prejudicar pessoas e a natureza (CAMPOS *et al.*, 2020).

A Lei 12.305/10 define da seguinte maneira a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida de produtos (BRASIL, 2010, Art. 3º, XVII):

[...] conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei (BRASIL, 2010).

Apesar da importância de haver leis que definem a responsabilidade compartilhada, isso não é suficiente. É preciso que haja uma aplicação prática, com fiscalização e sanções aplicadas quando não houver o cumprimento dessas definições. Todos os envolvidos devem compreender quais seus deveres e atuar integralmente para cumpri-los. O reaproveitamento dos resíduos gera lucros, fortalece a relação das empresas com o mercado e desenvolve uma imagem positiva diante dos consumidores, em face de seu compromisso com a natureza, porém, isso tudo depende de envolvimento de todos os participantes dessa cadeia (COUTO e LANGE, 2017).

O alinhamento da empresa com o que prevê a PNRS, que é a responsabilidade compartilhada e a obrigatoriedade com a logística reversa de REEE também foi identificada como uma vantagem econômica, uma vez que previne multas e processos (COUTO e LANGE, 2017; MAIELLO, BRITTO e VALLE, 2018).

A responsabilidade compartilhada está prevista na Lei nº 12.305 da seguinte forma (BRASIL, 2010):

Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta seção (BRASIL, 2010).

Seus objetivos são elencados como:

Art. 30 [...]

I – compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis;

II – promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas;

III – reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais;

IV – incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade;

V – estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis;

VI – propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade;

VII – incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental (BRASIL, 2010).

Conforme Brasil (2010) a obrigatoriedade da logística reversa estabelece que o fabricante, importador, distribuidor e comerciante sejam responsáveis pelo retorno dos produtos, após a utilização do consumidor, sem depender dos serviços de limpeza pública, promovendo a sua correta destinação dentro do contexto da logística reversa e possibilitando a recuperação de produtos.

No entanto, nem sempre as empresas assumem para si essa responsabilidade, em função da visão de que se trata de um gasto a mais e que, assim, poderia reduzir seus lucros. Essa visão precisa ser corrigida e as empresas precisam verificar os reais benefícios a serem obtidos quando cumprem com essa responsabilidade, não apenas na forma como são vistas pelo mercado, mas em sua capacidade de agir efetivamente na proteção ambiental.

## 2.5 OPORTUNIDADE DE SUCESSO

É inquestionável a crescente preocupação e engajamento dos empreendedores dos mais diversos segmentos, em tornar suas atividades ambientalmente corretas, controlando e minimizando os impactos gerados por elas. Tal premissa está relacionada ao lucro, que se faz possível auferir por meio do reaproveitamento de matéria prima e economia dos insumos necessários à produção, reduzindo os custos

com estes, realizando o reaproveitamento adequado e, dessa maneira, possibilitando a menor geração de poluição e elevação do nível de competitividade perante a concorrência do mercado (ADANU *et al.*, 2020).

Atualmente, o resíduo eletroeletrônico é um grande problema mundial, milhões de toneladas de e-lixo são produzidos por ano mundialmente. Por isso, é interessante destacar que o Brasil é um mercado emergente que produz significativo volume desses resíduos, mas que, devido ao baixo volume de comércio ilegal do lixo, quando comparado aos mercados de outros países, se enquadra entre os mais preparados para enfrentar o desafio do lixo eletrônico (OUABO *et al.*, 2019; ADANU *et al.*, 2020).

Além disso, o e-lixo, assim como já exposto anteriormente, é considerado um resíduo sólido especial de coleta obrigatória, e a logística reversa, quando bem implementada, é consciente e poderosa ferramenta da real e alarmante carência de proteção do meio ambiente para com as presentes e futuras gerações (ADANU *et al.*, 2020).

Há um mercado a ser explorado no cenário negativo dos resíduos sólidos, no qual a transformação do lixo em matéria reutilizável se torna uma oportunidade para os empreendedores que souberem como trabalhar, onde estão disponíveis os materiais (junto aos consumidores ou descartados inadequadamente), como transformá-los ou para quem oferecê-los, enfim, obter conhecimentos é essencial para que as oportunidades que estão se configurando possam, de fato, ser aproveitadas (MAHESWARI *et al.*, 2020).

As oportunidades decorrentes da LR e reaproveitamento de resíduos eletroeletrônicos envolvem a geração futura de empregos verdes, aumento de tecnologia na região de sua aplicação, a criação de capacidade de gerenciamento de resíduos eletrônicos e melhoria na qualidade de vida da população da região (ITU, 2016).

### **3 METODOLOGIA**

O estudo apresenta uma abordagem bibliográfica e documental, decorrente do levantamento, análise e seleção de livros, artigos e leis que abordam o tema, com dados nacionais e internacionais sendo elencados para melhor esclarecimento. Na concepção de Gil (2010), a maioria dos estudos científicos e acadêmicos

necessita do desenvolvimento de, pelo menos, uma etapa de pesquisa bibliográfica, como forma de embasar os dados a serem destacados pelos autores.

A pesquisa tem característica dedutiva, pois parte-se da junção de diversos estudos para chegar até as respostas que se buscam, sem que essa dedução signifique manipular ou alterar dados, mas apresentá-los com clareza e confiabilidade (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Este estudo foi desenvolvido a partir de uma revisão de literatura com base em livros e artigos que abordam a questão da logística reversa, dos resíduos eletrônicos e das oportunidades de negócios decorrentes dos mesmos.

A revisão de literatura:

[...] é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos [...] As pesquisas sobre ideologias, bem como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente a partir de fontes bibliográficas (GIL, 2010, p. 48).

Os dados foram coletados e apresentados como forma de alcançar os objetivos propostos, visando atender aos interesses do autor deste estudo, mantendo-se sua confiabilidade e adequação à finalidade a que se propõe.

Minayo (2010) enfatiza que as pesquisas precisam seguir uma metodologia bem definida e clara para que, assim, dados seguros e confiáveis sejam apresentados. Os artigos utilizados para o desenvolvimento deste estudo foram selecionados a partir das bases eletrônicas: ResearchGate, CAPES, Scielo e Google Acadêmico.

Os termos de busca aplicados foram: logística reversa (reverse logistics), sustentabilidade (sustainability), resíduos eletroeletrônicos (electronic waste). Esses termos foram utilizados de forma isolada e associados para que, assim, um número maior de artigos fosse encontrado e aplicado ao desenvolvimento do estudo.

A abordagem do estudo é exploratória, considerando-se que ao coletar dados de diferentes estudos sobre o tema, torna-se possível uma compreensão mais aprofundada e a construção de hipóteses apoiadas sobre achados de diferentes autores (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Minayo (2010) esclarece que a pesquisa exploratória é bastante comum e aproxima o pesquisador de estudos e abordagens diversas, ampliando sua compreensão sobre o tema. Com isso, torna-se capaz de responder aos questionamentos que propôs ao iniciar a pesquisa.

A análise de dados foi qualitativa, visando compreender um fato e fenômenos a ele relacionados, além de apresentar tendências recorrentes. O foco não está em apresentar dados numéricos nesse tipo de análise de dados. O pesquisador pode visar identificar de que forma um fato ou uma tendência se origina, sua construção em determinado momento ou grupo, encontrar respostas estruturadas teoricamente, o que torna sua análise qualitativa (MINAYO, 2010).

Optou-se por uma metodologia de pesquisa básica e explicativa. A pesquisa básica busca melhorar teorias existentes por meio do levantamento de dados que possam complementar as informações existentes. A pesquisa explicativa, por sua vez, tem o intuito de explicar as causas para as teorias e os fenômenos a elas relacionados (MARCONI; LAKATOS, 2010).

#### **4 RESULTADOS**

O presente trabalho teve o objetivo de demonstrar a importância da logística reversa dos equipamentos eletrônicos como instrumento de desenvolvimento econômico e social.

A cadeia de suprimentos reversa, assim como a cadeia de suprimentos normal, é uma ligação entre empresa e consumidores, porém, no sentido contrário, trazendo os produtos que estavam de posse dos consumidores e não são mais utilizados de volta para a empresa para que sejam reaproveitados ou destinados de forma adequada. Esse reaproveitamento ou destinação é essencial em um cenário no qual os problemas ambientais tomaram proporções tão acentuadas que, se medidas corretivas não foram adotadas imediatamente, surgem riscos para a vida dos cidadãos em todo o mundo, bem como para a continuidade dos recursos ambientais (CAMPOS *et al.*, 2020).

As empresas que, no passado, deviam tomar decisões apenas com foco na obtenção de lucros, no presente percebem que existem aspectos ambientais e sociais envolvidos em suas atividades e, assim, cada ação deve ser pensada sob diversas perspectivas, como a obtenção de lucros sem comprometer o meio ambiente, sem onerar a população, respeitando as leis vigentes, etc. As inovações tecnológicas são essenciais para o desenvolvimento empresarial e criação de uma competitividade positiva para os consumidores, porém, seus resíduos não podem

ser transformados em materiais danosos para as pessoas que as comprem e para as próximas gerações. O progresso social é indispensável, porém, ele só é completo quando caminha em conjunto com a preservação ambiental e o respeito aos direitos dos cidadãos (CAMPOS *et al.*, 2020).

Desse modo, conclui-se que no âmbito econômico, os resultados decorrem do reaproveitamento de peças e componentes, redução dos gastos para a produção de novos materiais, economia de energia e maior agilidade na produção, pelo uso de componentes já prontos. As empresas conseguem, ainda, melhorar suas ações de marketing adotando uma postura de comprometimento ambiental e social, o que eleva o número de clientes satisfeitos e outros que passam a ter interesse em seus produtos.

Praticamente todos os resíduos eletrônicos contêm alguma forma de material reciclável, como plástico, vidro e metais, porém, em decorrência do descarte inadequado, esses materiais não podem ser recuperados para outros fins. Caso os resíduos eletrônicos forem desmontados e processados de maneira bruta, seus constituintes tóxicos podem causar danos à saúde. Processos como desmontagem de componentes, processamento químico úmido e incineração são usados para descartar os resíduos e resultam em exposição direta e inalação de produtos químicos nocivos (ITU, 2016).

Muitos trabalhadores da área são expostos a esses produtos químicos e sua saúde é negativamente impactada pela necessidade de trabalhar nessa área. A destinação inadequada dos resíduos eletrônicos causa poluição da água, solo e ar. A queima para retirar metal de fios e cabos gera a emissão de substâncias com potencial carcinogênico para humanos e animais. Quando os resíduos eletrônicos são deixados em aterros sanitários, o chumbo, o mercúrio, o cádmio, o arsênico e outros produtos tornam o solo tóxico e impróprio para fins agrícolas, com risco de contaminação de lençóis freáticos (FAZZO *et al.*, 2017; ITU, 2016).

Para o meio ambiente, os benefícios são muitos, redução da contaminação do solo, águas e ar, redução no consumo de matérias primas, sustentabilidade nas atividades empresariais e possibilidade de recuperação dos danos que atualmente são severos. Quanto menor a necessidade de produzir novas matérias para os bens de consumo, menores os impactos ambientais das atividades de fabricação, comércio e utilização de bens.

Na seara social, a logística reversa traz benefícios variados. Em primeira análise, há uma maior preservação dos recursos ambientais, em face da redução do consumo de energia e menor demanda por matérias primas para a fabricação de produtos diversos. Não obstante, cria-se um vínculo entre a empresa e a sociedade, um compromisso de cuidado com as pessoas e com o meio ambiente que se expande, cada um assumindo seu papel, suas responsabilidades em ações que, de fato, não podem ser impostas apenas a alguns indivíduos ou empresas, mas são de interesse e dever de todos, em conjunto.

Trata-se, assim, de uma questão colaborativa, as leis somente se concretizam se as empresas respeitarem o que os textos legais definem, em sua íntegra, porém, as empresas somente conseguirão fazê-lo se os consumidores se comprometerem a devolver os produtos que não mais utilizam, por estarem com defeitos ou obsoletos, para os fabricantes. Essa devolução deve ocorrer a partir do contato do cliente com a empresa para destacar que possui materiais a serem devolvidos e, assim, podem definir entre si de que forma isso ocorrerá.

Os clientes, por sua vez, esperam das empresas algum estímulo ou vantagem, enfim, se trata de um círculo que se repete continuamente sem ter, necessariamente, um início ou um fim.

O gerenciamento de resíduos eletroeletrônico é uma tarefa urgente, pois atinge o meio ambiente, a economia e a saúde pública dos países. Ao mesmo tempo, essa gestão pode se tornar uma oportunidade econômica que apoia o desenvolvimento de novas atividades econômicas, o desenvolvimento da ciência e tecnologia e o desenvolvimento produtivo dos países. EEE contém materiais e componentes valiosos e / ou estratégicos que podem ser recuperados industrialmente, como ouro, prata e cobre, além de alguns raros como índio e rutênio. A partir dos EEE é possível recuperar mais de 19 elementos químicos com alto valor agregado. Embora existam muitas iniciativas na região da América Latina, a criação de um ambiente propício à consolidação tecnológica da cadeia de logística reversa de EEE ainda é uma tarefa pendente (ITU, 2016).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os dados coletados deixaram evidente que a logística reversa deve ser considerada como uma alternativa benéfica para empresas, pessoas, comunidades, ambiente e governos. Empresas lucram com a melhor utilização dos recursos, tornando seus processos mais econômicos e ágeis. As pessoas conseguem viver em ambiente menos poluídos e com menores riscos de degradação, além de terem a possibilidade de retornar os produtos que não usam para os fornecedores.

Os governos se beneficiam pelo cumprimento das leis desenvolvidas com foco na proteção ambiental. O ambiente é protegido, o menor consumo de recursos exige menor produção de matérias primas e, assim, a poluição é reduzida.

Todo aquele material que é considerado lixo por alguns pode ser utilizado como fonte de renda e de trabalho por outros, de modo que a correta destinação de resíduos gera empregos, renda, economia, lucros, preservação e adequação legal, fazendo com que a logística reversa dos equipamentos eletrônicos se torne, de forma inquestionável, um instrumento de desenvolvimento econômico e social, não apenas no Brasil, mas em todo o mundo.

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo geral de demonstrar a importância da logística reversa dos equipamentos eletroeletrônicos como instrumento de desenvolvimento econômico e social. Ficou evidente, nessa área, que a LR é importante para que ocorra o reaproveitamento de materiais, redução na necessidade de produção de componentes, queda nos impactos ambientais decorrentes dessas atividades, menores riscos à saúde de trabalhadores da área, cidadãos e sociedade em geral, com uso reduzido de recursos naturais que já são escassos ou podem tornar-se escassos no futuro.

Para trabalhos futuros sugere-se proceder da avaliação de casos específicos e que apresentem bons resultados na área de logística reversa e destinação adequada de resíduos eletroeletrônicos, demonstrando valores economizados e obtidos em novos usos dos materiais reaproveitados. Um estudo de caso com empresas do estado de Santa Catarina ou empresas nacionais também poderia gerar uma visão mais ampla e detalhada sobre o tema. Além disso, sugere-se buscar dados a respeito do percentual de redução de impactos ambientais que empresas que aderem a esse sistema vêm alcançando.

## REFERÊNCIAS

- ADANU, S. K. *et al.* Challenges of adopting sustainable technologies in e-waste management at Agbogbloshie, Ghana. **Heliyon**. 2020; v. 6, n. 8, e04548.
- ARAUJO, A. C. *et al.* Logística reversa no comércio eletrônico: um estudo de caso. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 20, n. 2, p. 303-320, Jun. 2013. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2013000200005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2013000200005&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 17 mar. 2021.
- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 3. ed., reimpr. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2017. 80 p. (Série legislação; n. 229 PDF). Disponível em: [https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/14826/politica\\_residuos\\_solidos\\_3ed.reimp.pdf?sequence=20&isAllowed=y](https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/14826/politica_residuos_solidos_3ed.reimp.pdf?sequence=20&isAllowed=y). Acesso em: 16 mar. 2021.
- CALLEFI, M. H. B. M.; BARBOSA, W. P.; RAMOS, D. V. O papel da logística reversa para as empresas: fundamentos e importância. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 13, n. 4, p. 171-187, out./dez. 2017.
- CAMPOS, Elaine Aparecida Regiani de. *et al.* The effect of collaboration and IT competency on reverse logistics competency - Evidence from Brazilian supply chain executives. **Environ. Impact Asses. Rev.** 2020; v. 84, 106433.
- CARMO, K. M. **A importância da logística reversa na redução de custos**: um estudo bibliográfico. 2013. 47p. Trabalho de Conclusão de Curso II (Graduação em Ciências Contábeis) – Fesurv - Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2013. Disponível em: <https://www.unirv.edu.br/imgs/TCC%20%20KATRINE.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Eng. Sanit. Ambient.** 2017; v. 22, n. 5, p. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v22n5/1809-4457-esa-22-05-00889.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2021.
- EIDT, E. C.; CARDOSO, J. G.; ROMAN, D. J. Marketing verde e sua aplicação pelo compost de marketing: uma revisão sistemática. **Rev. Eletr. Adm.**, v. 16, n.2, ed. 31, Jul-Dez 2017.
- FAZZO, L *et al.* Hazardous waste and health impact: a systematic review of the scientific literature. **Environ Health**. 2017;16(1):107. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5637250/>. Acesso em: 4 abr. 2021.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GOMATHI, N.; RUPESH, P. L. Study on Business Opportunities Extracted From E-Waste A Review. **Inter. J. of Engin. & Tech**. 2018; v. 7, n. 2, p. 1106-1109. Disponível em: <https://www.ijetonline.com/volume7/issue2/Engineering%20and%20Technology/1106-1109.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2021.

el em: [https://www.researchgate.net/publication/327363574\\_Study\\_on\\_business\\_opportunities\\_extracted\\_from\\_e-waste\\_a\\_review/link/5e8f265aa6fdcca789023071/download](https://www.researchgate.net/publication/327363574_Study_on_business_opportunities_extracted_from_e-waste_a_review/link/5e8f265aa6fdcca789023071/download). Acesso em: 13 mar. 2021.

HERNÁNDEZ, C. T.; MARINS, F. A. S.; CASTRO, R. C. Modelo de Gerenciamento da Logística Reversa. **Gest. Prod.**, São Carlos, 2012; v. 19, n. 3, p. 445-456. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/gp/v19n3/01.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

HOSSAIN, S. *et al.* E-waste: A Challenge for Sustainable Development. **Journal of Health & Pollution**. 2015; v. 5, n. 9, p. 3-11. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/287996685\\_E-waste\\_A\\_Challenge\\_for\\_Sustainable\\_Development/link/567c122d08ae19758384af04/download](https://www.researchgate.net/publication/287996685_E-waste_A_Challenge_for_Sustainable_Development/link/567c122d08ae19758384af04/download). Acesso em: 10 mar. 2021.

ITU, Secretariat of the Basel Convention, UNESCO, UNIDO, UNU, WIPO, BCRC-South America, ECLAC. **Sustainable management of waste electrical and electronic equipment in Latin America**. 2016. Disponível em: [https://www.uncle.org/wp-content/uploads/library/integrated\\_weee\\_management\\_and\\_disposal-395429-normal-e.pdf](https://www.uncle.org/wp-content/uploads/library/integrated_weee_management_and_disposal-395429-normal-e.pdf). Acesso em: 5 abr. 2021.

KAYNAK, R.; KOCOGLU, İ.; AKGUN, A. E. The Role of Reverse Logistics in the Concept of Logistics Centers. **Procedia – Soc. and Behav. Scien.** 2014; V. 109, p. 438 – 442. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/82287929.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

MAHESWARI, H. *et al.* Sustainable reverse logistics scorecards for the performance measurement of informal e-waste businesses. **Heliyon**. 2020; v. 6, n. 9, e04834.

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. P.; VALLE, T. F. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Rev. Adm. Públ.** Rio de Janeiro, 2018; v. 52, n. 1, p. 24-51. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rap/v52n1/1982-3134-rap-52-01-24.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2021.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MEADOWS, D. **The Limits of Growth**. White River Junction, VT: Chelsea Green Publishing. (3rd ed.), 2004

MINAYO, M.C.S. (Org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 29. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

OUABO, R. E. *et al.* Ecological Risk and Human Health Implications of Heavy Metals Contamination of Surface Soil in E-Waste Recycling Sites in Douala, Cameroun. **J. of health & pollut.**, 2019; vol. 9, n. 21, 190310.

PANIZZON, T.; REICHERT, G. A.; SCHNEIDER, V. E. Avaliação da geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEEs) em uma universidade particular. **Eng Sanit Ambient**. 2017; v. 22, n. 4, p. 625-635. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v22n4/1809-4457-esa-22-04-00625.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2021.

SACHS, Y. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Org. Paula Yone Stroh. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

SANTOS, C. A. F. *et al.* A Gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) e as Consequências para a Sustentabilidade: As práticas de Descarte dos Usuários Organizacionais. **Rev. Cap. Científ.** 2014; v. 12, n. 1, p. 1-18. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/230463886.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2021.

SIVARAMANAN, S. E-Waste Management, Disposal and Its Impacts on the Environment. **Un. J. Environ. Res. Tech.** 2013; v. 3, n. 5, p. 531-537. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/267217916\\_E-Waste\\_Management\\_Disposal\\_and\\_Its\\_Impacts\\_on\\_the\\_Environment/link/547ad3c10cf2a961e487b736/download](https://www.researchgate.net/publication/267217916_E-Waste_Management_Disposal_and_Its_Impacts_on_the_Environment/link/547ad3c10cf2a961e487b736/download). Acesso em: 12 mar. 2021.

TANSKANEN, P. Management and recycling of electronic waste. **Acta Materialia**. 2013; v. 61, p. 1001-1011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/257541214\\_Management\\_and\\_Recycling\\_of\\_Electronic\\_Waste/link/5c6d015aa6fdc-c404ebeff2d/download](https://www.researchgate.net/publication/257541214_Management_and_Recycling_of_Electronic_Waste/link/5c6d015aa6fdc-c404ebeff2d/download). Acesso em: 10 mar. 2021.

TOLEDO, R. F. *et al.* A scientometric review of global research on sustainability and project management dataset. **Data in brief**. 2019; v. 25, 104312.

VALLE, R.; SOUZA, R. G. **Logística reversa**: processo a processo. São Paulo: Atlas, 2014.