

LOGÍSTICA REVERSA APLICADA A COMPONENTES ELETRÔNICOS

Gabriel da Rosa Alborghetti¹
Kauê Ogibowski Duarte²
Leonardo Cabral Scarante³
Vitória Agnes Silva Alves⁴
Mauricio Kuehne Junior⁵

RESUMO

Na sociedade contemporânea, a exigência de consumir excessivamente as mercadorias geradas pelas grandes indústrias culmina em uma produção em massa cada vez mais desenfreada. A obsolescência programada tem papel chave neste cenário, no sentido de incentivar um consumismo compulsivo, porquanto os produtos criados perdem sua validade rapidamente. Através desta pesquisa, busca-se compreender como os processos de aquisição e descarte de materiais eletrônicos são conduzidos pela população de Curitiba, e como as questões culturais, sociais e de desenvolvimento tecnológico podem influenciar estes hábitos ou até mesmo alterá-los a fim de diminuir a produção de lixo e resíduos desse tipo. Foram analisadas normas referentes ao descarte destes materiais e como elas podem impactar a gestão das empresas que integram este setor produtivo, além do desenvolvimento de uma pesquisa quantitativa, gerada através de formulário, que apresentará dados pertinentes quanto às práticas de consumo do grupo de indivíduos que o respondeu. Espera-se que ao fim desta pesquisa seja possível identificar padrões de consumo e descarte de materiais eletrônicos pela população de Curitiba e relacionar estes dados às pesquisas bibliográficas realizadas ao longo do desenvolvimento deste trabalho. O futuro da tecnologia e das consequências de sua produção e descarte descontrolado ainda é incerto, porém é possível reconhecer as ações tomadas agora e seus desfechos imediatos na natureza e na qualidade de vida da população, alterá-las e direcionar para uma realidade mais otimista.

Palavras-chave: Logística Reversa. Componentes Eletrônicos. Meio Ambiente. Reciclagem.

¹ Graduando em Administração pela FAE Centro Universitário. *E-mail*: galborghetti@gmail.com

² Graduando em Administração pela FAE Centro Universitário. *E-mail*: kaueogibowski@outlook.com

³ Graduando em Administração pela FAE Centro Universitário. *E-mail*: leonardocabralscarante@gmail.com

⁴ Graduanda em Administração pela FAE Centro Universitário. *E-mail*: vitoria.agnes_alves@outlook.com

⁵ Professor orientador. Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Administração. Especialista em Gestão Industrial pela FAE Business School. Graduado em Administração pela FAE Centro Universitário. Professor das áreas de Logística e Operações e Gestão da Cadeia de Suprimentos na FAE Centro Universitário.

1 INTRODUÇÃO

Com o rápido avanço tecnológico para desenvolvimentos de novas peças e o interesse dos mercados em aumentar sua capacidade de comercialização, se desenvolvem mais processos de produção e de venda do que de reciclagem e reutilização desses componentes. Isso resulta em maior quantidade de lixo e produtos com destinação incorreta. Esses componentes também trazem consigo uma elevada gama de minérios que, da forma correta, poderiam ser reutilizados e inseridos na cadeia de suprimentos. Dentro do contexto de componentes eletrônicos, a logística reversa se torna um tema importante, já que a maior parte dos produtos desse segmento possuem muitos materiais tóxicos que podem prejudicar o meio ambiente e as populações nele inseridas (BOUZON; GOVINDAN; RODRIGUEZ, 2015). A importância da logística reversa está além dos seus processos de reciclagem, mas também pode ser fator crítico para a operação de certas empresas por fatores econômicos que ainda precisam ser melhor explorados, também ao desenvolver a sua imagem frente à população (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998).

A obsolescência tecnológica se torna um problema crescente para a indústria, que precisa se preocupar com a quantidade e reciclagem dos lixos gerados na produção (SANT'ANNA; MACHADO; BRITO, 2015). Para poder atender a demanda do mercado, é necessário que a maior quantidade possível de recursos seja reaproveitada, pois quando levamos em conta a escassez desses materiais, fica clara a necessidade de seus preços serem elevados.

Pensando nisso, é possível entender a logística reversa como um processo extremamente complexo e que, se realizado da forma incorreta, pode se tornar muito custoso, levando em conta o envolvimento de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos gerados (LACERDA, 2002). Para tornar esse processo mais eficiente as empresas precisam de estratégias claras para cada etapa da cadeia, definindo corretamente todos os processos e as responsabilidades envolvidas em cada um deles.

De acordo com Leite (2017), a logística reversa e sua implementação podem trazer diversos benefícios às empresas, tais como a redução de custos, aumento da satisfação dos clientes e melhoria da imagem corporativa. A recuperação de materiais durante a cadeia produtiva, também pode contribuir para a geração de receitas extras e redução do impacto ambiental gerado.

Ainda assim, a implementação desse tipo de logística enfrenta alguns desafios específicos que podem dificultar sua prática, como a falta de legislação específica, infraestrutura adequada, identificação dos resíduos e realização de tratamento dos

materiais (SCHROEDER, 2017). Sob esta ótica, se torna importante que as empresas trabalhem em conjunto com instituições governamentais e órgãos regulatórios para conseguir superar os desafios e estabelecer uma cadeia produtiva cada vez mais sustentável.

Com este estudo, foram investigados os hábitos de descarte a fim de contribuir com o avanço sustentável e tecnológico sobre o campo da logística reversa aplicada para componentes eletrônicos.

1.1 OBJETIVOS DE PESQUISA

Este estudo teve como objetivo investigar os processos referentes ao descarte dos componentes eletrônicos, compreendendo os desafios que a comunidade civil enfrenta para destinar tais produtos corretamente e quais são as suas percepções quanto a tecnologia e os avanços rápidos os quais somos submetidos rotineiramente. Componentes eletrônicos incluem uma ampla gama de dispositivos, como transistores, circuitos integrados, sensores, capacitores, resistores, entre outros, e são cruciais em aplicações que vão desde eletrônica de consumo até sistemas críticos de infraestrutura (SCHROEDER, 2017). De maneira geral, tem-se na palma das mãos, em formato de celulares, uma gama de componentes os quais nem todos sabem para onde e como destinar corretamente após o uso. O que traz a pergunta: como a logística reversa dos componentes eletrônicos é vista pela sociedade? Tanto a nível individual como no caso de pessoas comuns que realizam o descarte de seus aparelhos celulares quanto para as empresas que precisam seguir determinadas normas para exercerem suas atividades corretamente de acordo com legislações e pressão de marketing. Para este trabalho a pergunta central que moveu a busca pelos resultados é como os processos de aquisição e descarte de materiais eletrônicos são conduzidos pela população de Curitiba, e como as questões culturais, sociais e de desenvolvimento tecnológico podem influenciar estes hábitos ou até mesmo alterá-los a fim de diminuir a produção de lixo e resíduos desse tipo?

Também foram avaliadas as normas referentes ao descarte desses componentes e como elas afetam a produção do lixo eletrônico de forma desproporcional à reciclagem ou reutilização dos mesmos. Buscou-se identificar a influência da consciência ecológica no comportamento dos consumidores locais para que mais empreendedores entendam a importância da sustentabilidade e tenham interesse em investir na área. Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

Objetivos específicos:

- a) entender a viabilidade econômica da reciclagem de materiais eletrônicos;
- b) identificar as normas atuais que incentivem a logística verde no Brasil;
- c) compreender os fatores culturais e econômicos que impactam e influenciam nos padrões de descarte e no formato do mercado de componentes eletrônicos na população de Curitiba;
- d) analisar os hábitos de consumo, comportamento e formas de reciclagem e descarte dos consumidores de Curitiba.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com a rápida evolução tecnológica é possível verificar uma mudança constante nos padrões de eletrônicos, desde o seu design aos seus microcomponentes internos, e esta constância evolutiva ocorre em uma velocidade maior do que as empresas são capazes de desenvolver processos para seus descartes de forma correta, gerando uma quantidade expressiva de lixo extremamente danoso ao meio ambiente.

O viés de pesquisa deste trabalho buscou compreender o que foi feito até o 1º semestre de 2023 em questão de processos logísticos, legislação e disseminação de conhecimento para coibir o descarte irregular destes componentes eletrônicos, como o posicionamento empresarial referente às abordagens verdes que impactam nas decisões tomadas quanto ao consumo de seus produtos, seu peso do cenário econômico, bem como suas reverberações na vida do cidadão relacionados ao seu poder de compra e entendimento sobre a importância das decisões presentes para o futuro.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Os componentes eletrônicos, como semicondutores, circuitos impressos, capacitores, resistores e dispositivos de armazenamento, são peças vitais em uma ampla variedade de produtos, desde dispositivos de consumo, como smartphones e laptops, até sistemas críticos, como equipamentos médicos e sistemas de comunicação, no entanto, a rápida obsolescência tecnológica, a demanda por produtos eletrônicos descartáveis e a necessidade de atualizações constantes criaram uma preocupação significativa quanto ao descarte inadequado destes itens e seus impactos ambientais.

Nesse cenário, a logística reversa desempenha um papel crucial na gestão sustentável desses componentes. Ela aborda a coleta, triagem, acondicionamento,

reutilização e reciclagem de produtos eletrônicos e seus componentes, criando uma cadeia de valor que permite a reintegração de materiais e componentes no ciclo produtivo, minimizando o desperdício e reduzindo a pressão sobre os recursos naturais (GOVINDAN et al., 2012).

2.1 LOGÍSTICA TRADICIONAL E REVERSA

A logística tradicional empresarial é formada por um conjunto de processos de movimentação, armazenagem e transporte que contribuem para o escoamento dos produtos e bens de consumo desde o ponto de partida onde é coletada a matéria prima até a entrega do produto nas mãos do consumidor final (BALLOU, 1993).

Neste contexto, as estratégias empresariais buscam fornecer produtos e serviços com baixo custo satisfazendo as necessidades do cliente (KOBAYASHI, 2000). A logística convencional pode ser compreendida de modo geral como a indústria produtora que compra insumos de seus fornecedores, manufatura e agrega valor ao produto e o entrega a seu cliente final, normalmente sem se preocupar com detalhes como a forma de descarte de resíduos e sobras e a forma como isso afeta as pessoas e o meio ambiente (SCHROEDER, 2017).

A atual redução de disponibilidade de aterros e a escassez de diversos tipos de matéria prima são reconhecidas como a realidade da era moderna (GEORGIADIS; BESIOU, 2009), e os danos causados ao meio ambiente devido a depreciação de recursos naturais, fez com que as empresas começassem a buscar alguma maneira para tornar a cadeia produtiva um elo fechado, buscando recuperar os materiais e produtos que seriam desperdiçados (BOUZON; GOVINDAN; RODRIGEZ, 2015), assim é possível reutilizar diversos resíduos sólidos e transformá-los em subprodutos ou matérias primas para serem utilizados em outras linhas produtivas (VALLE, 2002).

Desta maneira, enquanto na logística direta, o canal de rede é unidirecional e linear, desde a extração da matéria prima, produção de insumos e agregação de valor ao produto para ser entregue na mão do cliente final, na logística reversa o curso da cadeia passa a ser circular onde o fluxo se conecta fechando uma cadeia completa (SANT'ANNA; MACHADO; BRITO, 2015).

A logística reversa é um ramo que busca definir a movimentação dos produtos ou materiais na direção oposta a cadeia de suprimentos, com o propósito de criar ou capturar valor seja ele financeiro ou destinando corretamente os resíduos ou produtos (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998). Trata-se de um braço da logística empresarial responsável pelo planejamento, operações e controle do fluxo e das informações

relacionadas ao retorno dos bens de pós-consumo e pós-venda a unidade do ciclo produtivo, agregando valor, princípios, ética e moral (LEITE, 2017).

A logística reversa também engloba o processamento de produtos que sejam afetados por avarias, sazonalidade, reabastecimento, recuperação, recalls, excesso de estoque, etc. (STÂNCIULESCU, 2011) e a necessidade crescente de processar resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos geradas em conformidade com as regulamentações ambientais (LAU; WANG, 2009; SCHROEDER, 2017).

2.2 RODUÇÃO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS

Com o advento da tecnologia e o desenvolvimento da Internet, a produção de lixo eletrônico e microcomponentes aumentou de forma exponencial desde os anos 90. Com o crescimento da indústria de eletrônicos e rápida evolução da tecnologia de hardwares, a obsolescência programada se torna um fator chave, que corrobora com a enorme quantidade de lixo produzido, 20 a 50 milhões de toneladas por ano, compreendendo cerca de 5% dos resíduos sólidos urbanos (UNEP, 2009).

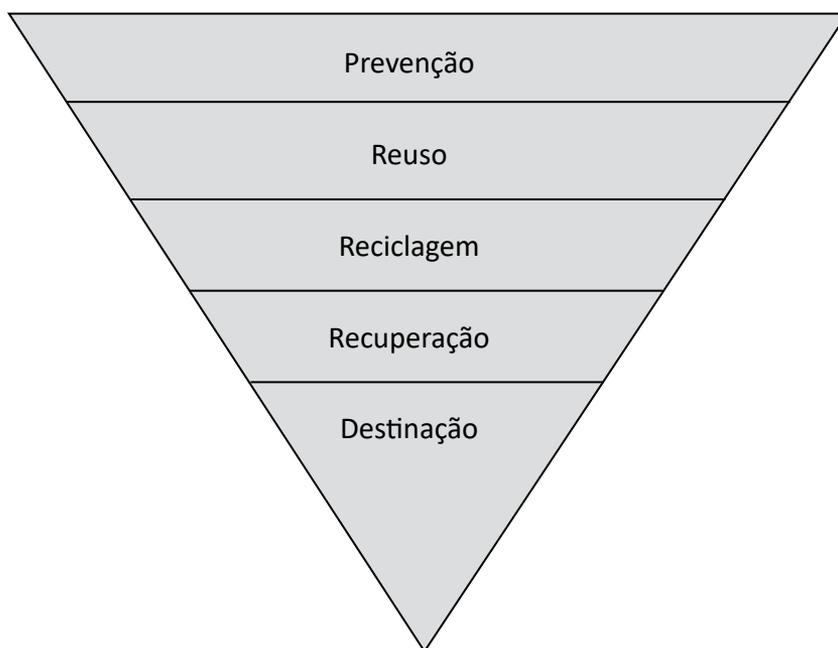
O “minério urbano” como comumente são chamados produtos derivados de circuitos, agregam em sua composição uma vasta gama de minerais e produtos que da forma correta podem ser reaproveitados. Seu problema de descarte afeta tanto países desenvolvidos quanto países de menor desenvolvimento, pois seu reaproveitamento pode facilmente se tornar custoso (PORTUGAL; DANTÉS, 2010).

Em agosto de 2010 foi implantado no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos, por meio da Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010). Estabeleceu-se a responsabilidade ambiental dentro da cadeia compartilhada de fabricação e comercialização, com a obrigação de desenvolver uma estrutura necessária de logística reversa que permita o recolhimento do material descartado pelos usuários e seu redirecionamento para plantas de reciclagem e dos consumidores, conforme o inciso XVII do Art 3º. Ainda, segundo o inciso VI do Art 33, *caput*, da mesma lei, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa. Essa lei foi regulamentada em dezembro de 2010 pelo Decreto nº 7.404 (BRASIL, 2010), ainda, no mesmo ano, foi criado o comitê orientador para a implementação dos sistemas de logística reversa. Pouco se fez, desde então.

2.3 A MINERAÇÃO URBANA E A REUTILIZAÇÃO DOS COMPONENTES ELETRÔNICOS

Segundo a revista Brasil Mineral, publicada em 2018 pelo CETEM, a mineração urbana consiste na reciclagem de materiais eletrônicos descartados em ambiente urbano. Tal prática já é considerada eficaz contra a geração de lixo eletrônico desde 2014 na comunidade europeia, e segue uma hierarquia de prioridades na destinação dos resíduos, como segue no FIG. 1 abaixo:

FIGURA 1 — Pirâmide de prioridade para destinação de resíduos



FONTE: Cetem (2018)

Além disso, existe a possibilidade da participação do setor privado nessa prática, que tem como principais vantagens o marketing, o uso e o aproveitamento sustentável de recursos e a exigência da criação de novas tecnologias, que podem beneficiar a empresa no futuro. Várias empresas em países como Bélgica, Estados Unidos, França, Suécia e Alemanha já lucram com a atividade (XAVIER; LINS, 2018).

Segundo Baldé et al. (2017), apenas em 2016 foram gerados 54.827 milhões de euros com a mineração urbana, o material que mais trouxe retorno foi o ouro (18.840 milhões de euros), porém foi constatado que se os produtos de onde foram retirados esses materiais tivessem mais tempo de vida útil, esse lucro poderia ser ainda maior no mercado de usados.

Alguns autores mencionam o termo “Obsolescência Programada ou Planejada” (SLADE, 2007; COOPER, 2004) como uma ação deliberada da sociedade capitalista com o objetivo de estimular o consumo reduzindo o tempo de vida útil dos bens adquiridos, isto provoca uma quantidade crescente de lixo, principalmente eletrônico (NAIA, 2014).

Já sobre os telefones celulares, a *National Institute for Materials Science* publicou uma imagem mostrando quais são os materiais utilizados na confecção de uma unidade. (FIG. 2).

FIGURA 2 — Elementos químicos presentes nos componentes dos celulares



FONTE: National Institute for Materials Science (2010, tradução nossa)

Um exemplo de possibilidade na reutilização de componentes eletrônicos é na confecção de blocos para construção civil, transformando as partes menos valiosas em blocos pré-moldados, que podem ser usados na construção de moradias populares. Essa solução pode ser usada tanto pela iniciativa privada, quanto pela pública, e o processo de construção pode ter um impacto considerável tanto na esfera ambiental, quanto na social. O processo de criação das casas populares pode ser entendido da seguinte forma: as residências populares variam de 42 metros quadrados a 92 metros quadrados numa planta usual adotada pelo loteamento de programas habitacionais (CAIXA, 2007), geralmente são utilizados 1.250 blocos de vedação com o módulo M10 – NBR 6136 (39cm x 19cm x 9cm) ao peso médio de 10 quilogramas cada, considerando que 1.250 blocos de concreto pesam 10 quilogramas cada, isto totaliza cerca de 12.500 quilogramas, nos quais se for incorporada em sua fabricação 1% dos componentes de placas de circuito e microcomponentes (100g) em substituição do peso dos agregados uma única residência será capaz de comportar cerca de 125 quilogramas de circuitos que serão reciclados (NAIA, 2014).

Uma cidade nas regiões sul e sudeste do país, possui em média de 100.000 a 200.000 habitantes, cada habitante produz uma quantia estimada de 4 quilos de

lixo eletrônico (WALDMAN, 2007) totalizando uma produção de 400.000 a 800.000 quilogramas de lixo eletrônico, dos quais placas de circuito e microcomponentes correspondem de 3% a 7% deste material (GUO, 2008; ROBINSON, 2009), ou seja existe um potencial de até 56.000 quilogramas de microcomponentes que poderão ser utilizados na confecção de até 560 mil blocos de concreto.

2.4 COMO O BRASIL LIDA COM A PRODUÇÃO DE LIXO ELETRÔNICO

O Brasil, baseado na Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, regulamentou o que são resíduos sólidos e como deve ser aplicada a logística reversa. Nela é retirada a responsabilidade do Estado de implementar sistemas de logística reversa e da coleta dos seguintes itens: agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletrônicos (BRASIL, 2010), que são especialmente regulados pelos §§ 1º ao 8º do Art. 33.

Os acordos referidos no inciso IV do Art. 31 são melhor regulamentados no Art. 34, com a finalidade de orientação da abrangência e hierarquia, onde o âmbito nacional possui prevalência sobre o regional ou estadual, e este, por sua vez, tem predominância sobre o municipal. Além disso, os acordos de menor abrangência podem apenas ampliar as medidas de proteção ambiental (BRASIL, 2010).

Contudo, existem acordos que não cabem ao Estado, e já estão definidos e bloqueados pela lei, pode-se usar como exemplo o parágrafo único do Art. 41 que indica a responsabilidade do Estado em realizar a descontaminação de áreas órfãs, porém após investigação e identificação dos responsáveis, estes terão a obrigação de ressarcir integralmente o Poder Público, pelos recursos utilizados na descontaminação (BRASIL, 2010).

A Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010) também regula o papel do consumidor no processo de logística reversa na cadeia produtiva, cabendo a ele acondicionar os resíduos de maneira adequada e separada, disponibilizando os recicláveis e reutilizáveis para coleta ou devolução. Nessa etapa do processo o Poder Público pode instituir incentivos econômicos aos consumidores, porém apenas no âmbito municipal (BRASIL, 2010).

2.5 EFETIVIDADE DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NO BRASIL

O artigo 14 da Lei de Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei nº 12.035 (BRASIL, 2010), define quais as maneiras que o Estado deve disponibilizar as informações sobre a efetividade das políticas citadas acima, dentre elas estão planos nacionais, estaduais, microrregionais, municipais e intermunicipais de resíduos sólidos, também como, planos

municipais de gestão e planos de gerenciamento desses resíduos. Também no Art. 14 da mesma lei, no parágrafo único, é assegurada a publicidade desses materiais, desde que em acordo com as Leis nº 10.650, de 2003 e nº 11.445 de 2007 (BRASIL, 2010).

Para fins de comparação com outras fontes e facilidade de análise, a pesquisa de efetividade será baseada principalmente no plano nacional de resíduos sólidos, na edição de 2020 – a mais recente até o momento da pesquisa ser concluída.

O plano nacional é definido pelo Art. 15 da Lei nº 12.035 de política nacional de resíduos sólidos (BRASIL, 2010). A vigência é medida por prazo indeterminado e deve cobrir um horizonte de vinte anos, sendo atualizado a cada quatro anos. O conteúdo mínimo desse plano deve incluir: diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos, proposição de cenários, criação de metas para diminuição de resíduos, aproveitamento energético de gases, eliminação e recuperação de lixões, medidas para viabilizar a gestão dos resíduos sólidos, normas e medidas para garantir a efetividade dessas ações.

O ciclo da logística reversa de eletroeletrônicos, os principais dados e as previsões de logística a serem atingidas ao final do prazo de vinte anos se encerram em 2030. Estão previstos 5.000 pontos de coleta no país, nos 400 maiores municípios, esses municípios somados abrigam 60% da população brasileira. Os outros 40% serão atendidos por campanhas móveis de coleta (BRASIL, 2020).

Essa meta é pouco realista, utilizando como base os dados da mesma página do plano, observa-se que em 2019 apenas 70 municípios foram atendidos e, somando com os anos anteriores, chegou-se a um total de 228 pontos de coleta (BRASIL, 2020). Isso significa que na metade do prazo final do relatório foram concluídos 4,56% dos pontos de coleta e 17,5% dos municípios foram beneficiados (BRASIL, 2020).

O relatório também indicou que foram recicladas 332 t de material eletrônico, ou *E-waste*, como é usado na nomenclatura internacional (BRASIL, 2020), esse volume de material representa 0,027% das 1.220 kt (1.000 t) que foram produzidas no país em 2019 (FORTI et al., 2020).

O *E-waste* monitor, publicado pela ONU, aponta o Brasil como maior produtor de lixo eletrônico na América do Sul e o segundo maior nas Américas, perdendo apenas para os Estados Unidos, que produziu 6.918 kt. No cenário global somos o 5º maior produtor desse tipo de lixo no mundo, perdendo apenas para China (10.129 kt), Estado Unidos (6.918 kt), Índia (3.220 kt) e Japão (2.569 kt).

Quando o assunto é a produção de *E-waste* per capita estamos na segunda pior categoria (10 kg a 15 kg por pessoa), nas américas apenas Venezuela, Brasil, Argentina e Chile produzem a mesma quantidade, enquanto Estados Unidos e Canadá produzem mais de 15 kg por pessoa, a média no continente é de 13,3 kg per capita.

2.6 LOGÍSTICA REVERSA NAS EMPRESAS

Ao discutir logística reversa, é possível classificar o processo em dois segmentos: de pós-venda e pós-consumo. O primeiro já é motivo de preocupação para as empresas desde antes do foco em questões ambientais e sociais, uma vez que o Código de Defesa do Consumidor dá o direito ao consumidor, em caso de compras virtuais, de devolver um produto sem uso até sete dias depois da compra, sem que aquele apresente qualquer justificativa. Quanto ao segmento de pós-consumo, o consumidor é tido como parte do responsável pelo ciclo de vida do produto e se torna protagonista no descarte correto de insumos que tenha utilizado. Aos poucos, é esse o cenário que está mudando, com as legislações cada vez mais focadas em atribuir a responsabilidade ao produtor. É no pós-consumo que as empresas estão sendo educadas a transformar seu lixo em retorno financeiro e social (SHIBAO; MOORI; SANTOS, 2010).

Segundo Lacerda (2002), existem três razões que se destacam nos motivos pelos quais a logística reversa está ganhando notoriedade nas empresas. A questão ambiental, uma vez que as leis e regulamentos relativos ao assunto estão se direcionando para responsabilizar a empresa pelo bem produzido até o fim do seu ciclo de vida. Além disso, os consumidores cada vez mais buscam por marcas responsáveis com o meio ambiente. O segundo ponto apontado pelo autor se refere a diferenciação dos produtos, já que com a crescente competição por espaço no mercado, o consumidor espera poder contar com um suporte de qualidade caso seja necessário. Esse atendimento, bem como a destinação e coleta de produtos com defeito, passa confiança e ainda é visto como um diferencial de mercado. O último ponto destacado por Lacerda discorre sobre a redução de custo, o que impacta diretamente na indústria. O retorno de embalagens ao ciclo produtivo e dos minérios presentes nos componentes eletrônicos, por exemplo, trazem ganhos que, por consequência, estimulam a criação de mais políticas e ações com esse direcionamento.

Em alguns setores como na indústria de eletrônicos, o processo de gerenciamento da logística reversa é mais recente, mesmo que também precise lidar com o fluxo de retorno de embalagens, de devoluções de clientes ou do reaproveitamento de materiais para produção (LACERDA, 2002).

Com uma nova geração de consumidores criados em um mundo com consciência ambiental, as empresas cada vez mais sentem a importância de pregar boas práticas ambientais, demonstrando preocupação e responsabilidade frente aos seus processos produtivos, bem como o ciclo de vida completo de seus produtos. Associado a isso, a legislação de vários países do mundo caminha para essa responsabilidade da indústria produtora do bem. Essa nova geração passa a integrar no valor agregado dos produtos

que consomem a sua responsabilidade ecológica e social. Se o valor agregado é o justo considerado pelo consumidor na hora de arcar com a despesa final, a esse bem não se soma somente a experiência e utilidade oferecida, mas também sua cultura, processo produtivo e diretrizes, sendo esses referentes a indústria que o produz.

Os resíduos e lixos gerados no processo produtivo e no ciclo de vida do produto podem ser vistos como recurso quando se trata de material com potencial de reciclagem ou reutilização. “Esses resíduos ou produtos impróprios podem seguir três destinos diferentes: ir para um local de descarte seguro, como aterros sanitários e depósitos específicos, um destino não seguro sendo lançado na natureza e poluindo o ambiente, ou por fim, voltar a uma cadeia de distribuição reversa” (SHIBAO; MOORI; SANTOS, 2010, p. 8). Ainda, segundo o autor, mesmo nos casos em que não há possibilidade de reintegração do produto final ao ciclo produtivo, este precisa ser descartado de forma correta. A falta de preocupação com esse tema por parte das empresas pode gerar prejuízos ou falta de lucro, devido às regulamentações e legislações vigentes atuais e o compromisso cada vez maior com o meio ambiente por parte de seus clientes.

Os desafios para a implementação de processos de logística reversa de componentes eletrônicos que gerem resultados positivos se apresentam maiores quando tratamos de pequenas e médias empresas. Essas, segundo Souza (2022), são as responsáveis por grande quantidade dos resíduos gerados, embora não façam tanto quanto deveriam para o seu correto descarte. Se essas empresas são grande parte do PIB de países desenvolvidos no mundo todo, sua contribuição em processos de reciclagem de eletrônicos é mais do que urgente para obtenção de mais lucros e para uma melhor manutenção dos recursos não renováveis do planeta.

3 PROCESSOS METODOLÓGICOS

Para realizar o levantamento dos dados foi utilizado o método *survey*, ou seja, formulários distribuídos aos objetos de interesse do tema abordado. O método pode ser descrito como a obtenção de dados ou informações através de um grupo de pessoas indicada como uma parcela ou representação de uma população-alvo por meio de um questionário, sendo este a ferramenta de coleta (PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993). Desta forma, os dados coletados serão direcionados ao tema da pesquisa, entendendo os hábitos de aquisição e descarte de materiais eletrônicos da amostra populacional que respondeu ao formulário, além da importância dada a iniciativas de marcas mais sustentáveis.

A análise de dados foi desenvolvida a partir da abordagem qualitativa somadas aos resultados da pesquisa de campo. A abordagem qualitativa, segundo Bodgan &

Biklen (1982), envolve a coleta de dados descritivos adquiridos através do contato direto do pesquisador com a situação ou cenário estudados, e foca mais no processo do que apenas no produto se preocupando em retratar também a percepção dos participantes.

Assim, foi realizada a pesquisa de artigos e livros referentes a área estudada. Segundo Gil (1999) e Severino (2007), é a pesquisa que utiliza como fonte de dados livros, teses, artigos, dissertações e outras publicações que tratem do tema em questão, utilizando as informações disponibilizadas por estas fontes verificadas, pode-se garantir tanto sua veracidade quanto um desenvolvimento bem embasado. A importância da pesquisa através de fontes e textos de relevância das áreas que abordam e complementam o tema estudado é indispensável para obter um conhecimento mais aprofundado sobre o tópico e garantir que as informações serão bem desenvolvidas de forma clara e consistente dentro da pesquisa.

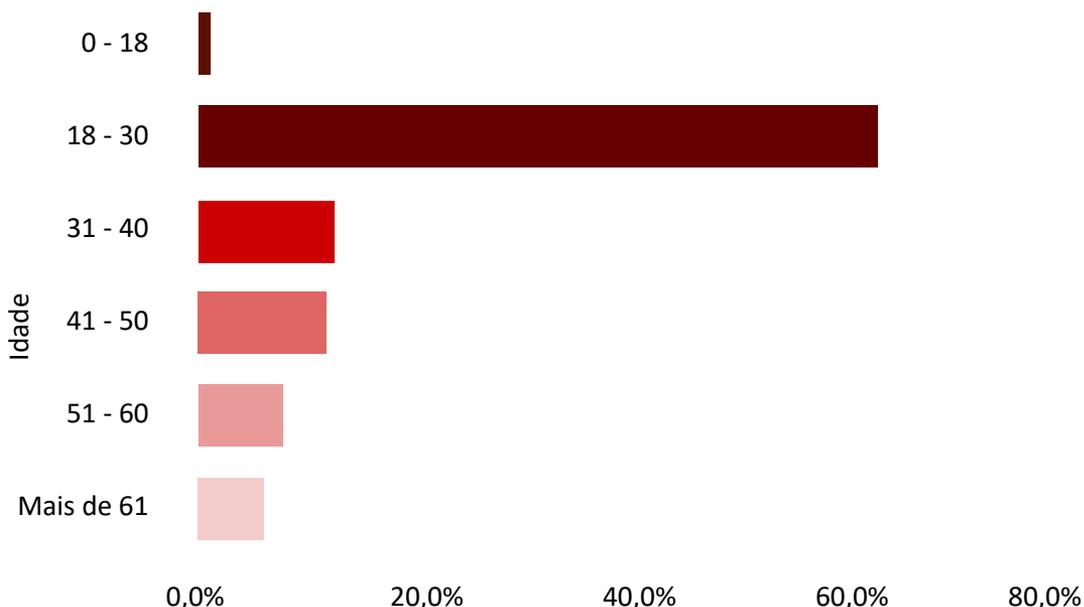
4 ANÁLISE DA PESQUISA

Para a interpretação do resultado, analisamos um recorte populacional da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) no período de 19 de setembro a 19 de outubro de 2023, considerando 147 respondentes com o objetivo de entender a relação destes com as questões ligadas ao tema de descarte e reciclagem de produtos eletrônicos, tendo como base as características pessoais e sociais, como a renda, escolaridade e nível de ensino. Foi possível identificar padrões de comportamento e nível de informações de grupos sociais distintos, permitindo compreender de forma mais específica a necessidade de cada um desses grupos para a elaboração de ações voltadas à conscientização e resultados esperados. A pesquisa contém doze perguntas específicas e uma caixa de sugestões aberta a considerações quanto à execução da pesquisa.

4.1 ANÁLISES DE DADOS RELACIONADOS À IDADE

O GRAF. 1, tratou da faixa etária dos respondentes. Isso se torna importante na medida em que os mais jovens são os maiores consumidores de tecnologia. Percebe-se que 62,3% dos respondentes declararam ter faixa etária entre 18 e 30 anos, sendo esses considerados jovens adultos, os demais grupos relevantes apresentam idade a partir de 31 anos, sendo considerados adultos.

GRÁFICO 1 — Respondentes por faixa etária

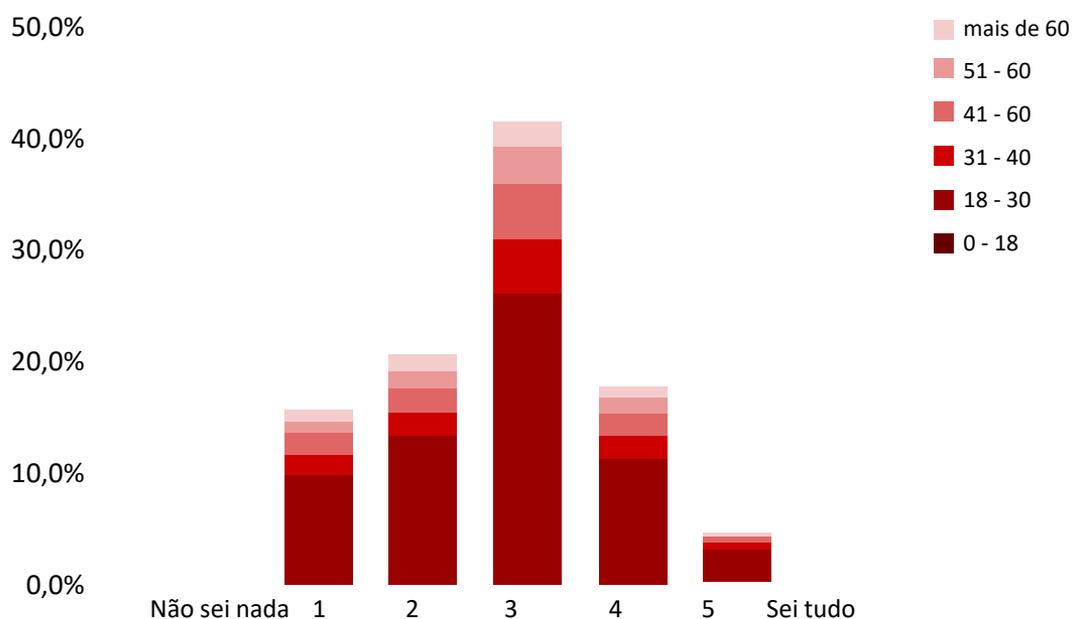


FONTE: Os autores (2023)

Analisando a idade dos respondentes da pesquisa, percebe-se uma diminuição no número de respostas na medida em que a faixa etária aumenta. Além disso, nota-se que mais da metade dos entrevistados é jovem adulto na faixa dos 18 a 30 anos, sendo que os menores de 18 anos de idade são a menor parcela dos participantes.

Já o GRAF. 2, referente ao cruzamento da idade com o que se acredita saber sobre processos de descarte de materiais eletrônicos, mostra que 41,7% do total de respostas classifica o conhecimento sobre processos de descarte de lixo eletrônico como médio (3, em uma escala de 1 a 5), 41,7% como baixo conhecimento ou nenhum conhecimento (1 e 2, em uma escala de 1 a 5). Os respondentes que consideram saber sobre o assunto somam 16,5% (4 e 5, em uma escala de 1 a 5).

GRÁFICO 2 — Cruzamento da idade dos respondentes versus o que se acredita saber sobre processos de descarte de materiais eletrônicos



FONTE: Os autores (2023)

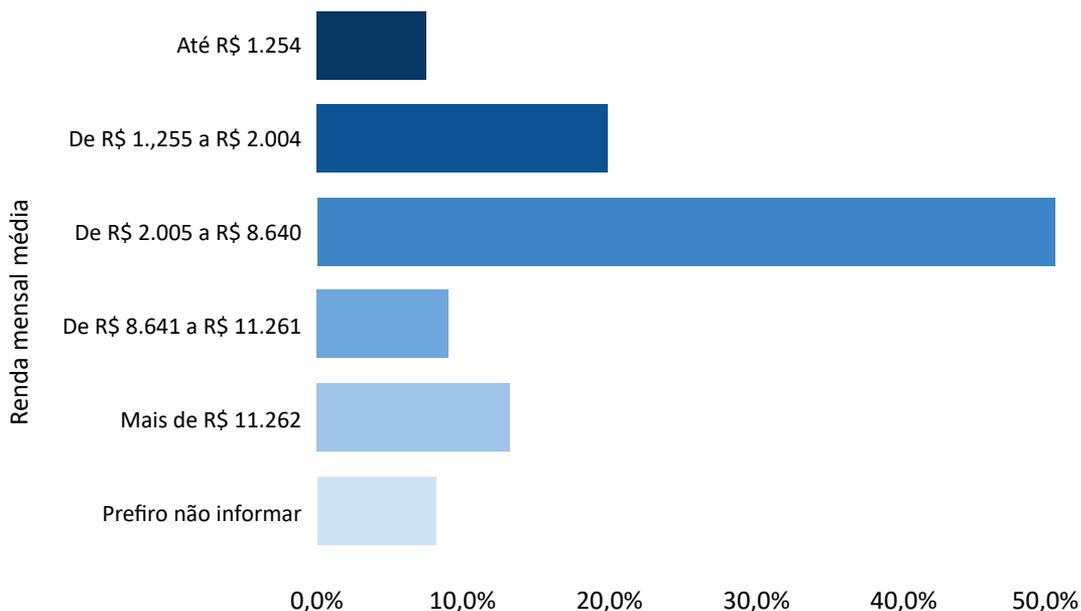
O cruzamento dos dados mostra que apenas 16,5% dos respondentes da pesquisa, que em grande maioria são jovens com idade entre 18 e 30 anos, possuem conhecimento suficiente sobre processos de reciclagem de equipamentos eletrônicos. Isso reforça a necessidade de elaboração de campanhas e informativos voltados a esse público, tendo em vista que consomem materiais eletrônicos em grande escala.

A implementação, dentro das escolas e universidades, de políticas que incentivem a educação ecológica dos jovens pode gerar ganhos indiretos para as empresas do segmento de eletrônicos, uma vez que, ao educar a população para a reciclagem, os materiais retornam para a cadeia de suprimentos, promovendo uma imagem mais consciente e integrada da empresa com o meio ambiente perante os consumidores.

4.2 ANÁLISES DE DADOS RELACIONADOS À RENDA MENSAL

Na análise das respostas referentes à renda, o GRAF. 3 mostra que 6,8% dos participantes da pesquisa possuem rendimentos de até R\$ 1.254,00, sendo inferior ao salário mínimo vigente, de R\$ 1.320,00 (BRASIL, 2023) e 85,7% possuem renda superior a este. No fim, 7,5% dos entrevistados preferiram não informar o valor.

GRÁFICO 3 — Renda mensal média

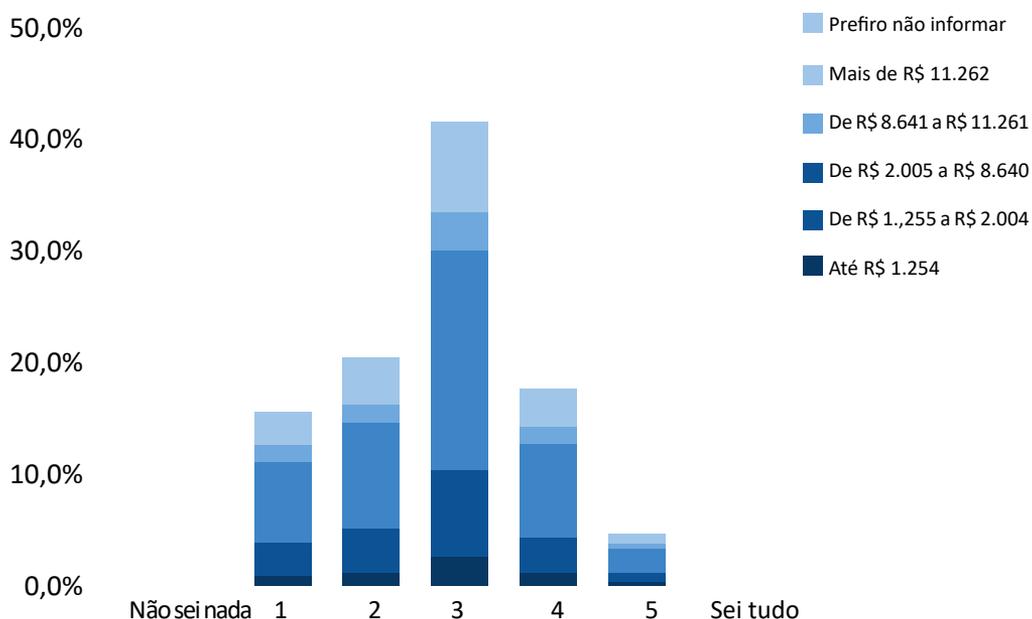


FONTE: Os autores (2023)

As informações coletadas dos participantes denunciam um comportamento importante: não existe transição gradual entre as rendas, sendo a maior parcela entre R\$ 2.005,00 e R\$ 8.640,00, que representam quase metade dos entrevistados na pesquisa (46,9%).

O GRAF. 4, que evidencia informações de cruzamento entre renda e o nível de engajamento com lançamento de novos produtos eletrônicos, destaca que aproximadamente 40% dos respondentes não são engajados nesses lançamentos (1 e 2, em uma escala de 1 a 5), 36% possuem média interação (3, em uma escala de 1 a 5) e 25% possuem alto engajamento (4 e 5, em uma escala de 1 a 5).

GRÁFICO 4 — Cruzamento das informações de renda versus nível de engajamento com lançamento de novos produtos eletrônicos



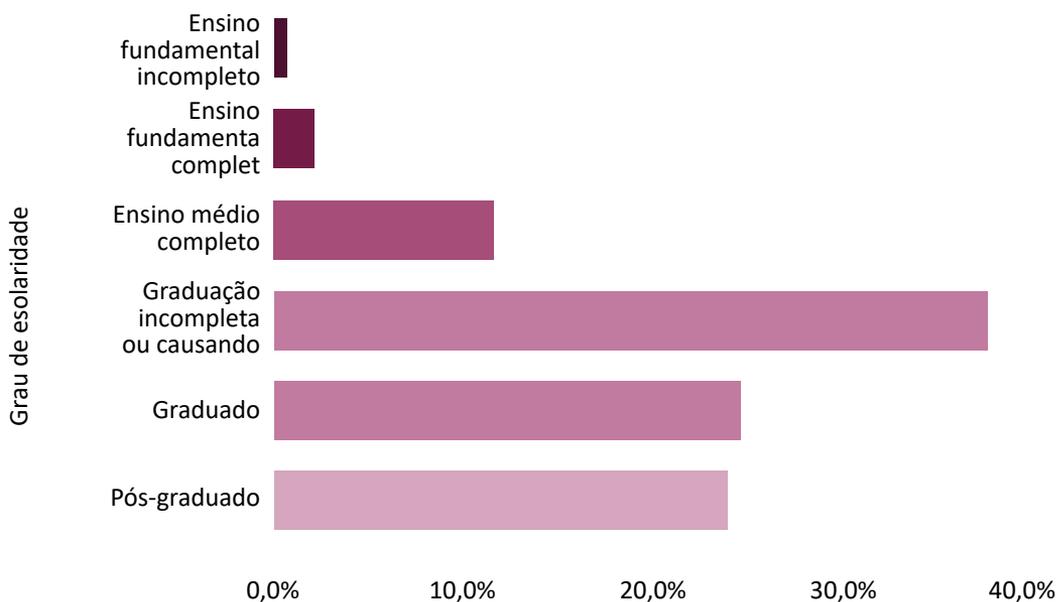
FONTE: Os autores (2023)

Evidencia-se, através dos dados informados, que o recorte social de jovens e jovens adultos, correspondentes a mais de três quartos dos participantes da pesquisa, possuem médio ou nenhum engajamento com relação ao lançamento de novos produtos eletrônicos. É curioso observar a contradição entre a facilidade de acesso à cultura tecnológica e a renda suficiente desta categoria, com a falta de interesse em novos eletrônicos, seus lançamentos e atualizações. O foco das empresas do setor na divulgação de seus produtos e serviços precisa estar melhor alinhado com os interesses da população que os consome, promovendo melhor engajamento na aquisição e, posteriormente, no descarte correto, já que é possível apresentar produtos antigos para a substituição por modelos mais atuais. Em contrapartida, considerando aspectos ambientais, os dados podem ser interpretados de forma positiva, uma vez que menos equipamentos são fabricados por falta de interesse, contribuindo com menos lixo eletrônico descartado incorretamente.

4.3 ANÁLISE DE DADOS RELACIONADOS À ESCOLARIDADE

Das respostas coletadas na pesquisa exibidas no GRAF. 5, no que especifica o grau de escolaridade dos analisados, diferencia-se o nível de educação em alguns grupos. Segundo o resultado, 14,3% dos selecionados possuem escolaridade básica ou média (concluintes ou não do ensino básico e médio), 61,9% possuem conhecimento superior (está cursando ou concluiu um curso superior) e 23,8% possuem escolaridade avançada ou especializada (pós-graduados).

GRÁFICO 5 — Escolaridade dos respondentes

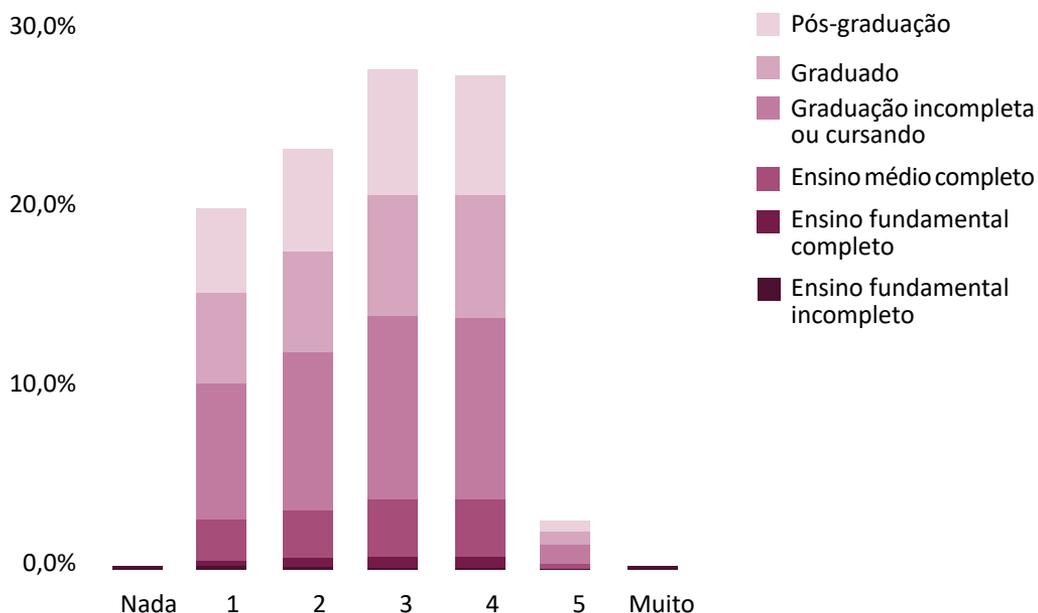


FONTE: Os autores (2023)

Na análise do gráfico acima, evidencia-se que a maioria dos entrevistados possuem acesso à educação superior e avançada, onde se desenvolve conhecimento crítico. Outro dado coletado é a quantidade de pessoas que só estudaram até níveis básicos de ensino, sendo 2,7% das respostas. Essa fatia da população tende a se informar menos, ou não são atingidos pelo desenvolvimento constante a respeito de temas complexos, como a reciclagem e a logística reversa.

Ainda nas análises referentes à renda, dessa vez exibidas no GRAF. 6, o cruzamento entre esta e o quanto iniciativas sustentáveis de uma marca influenciam na compra de um novo produto eletrônico, nota-se que 42% das respostas são referentes a baixa ou nenhuma influência (1 e 2, em uma escala de 1 a 5), 27% percebem média influência (3, em uma escala de 1 a 5) e 30% são influenciados por essas iniciativas (4 e 5, em uma escala de 1 a 5), mesmo assim a quinta opção foi a menos selecionada.

GRÁFICO 6 — Cruzamento das informações de escolaridade versus o quanto iniciativas sustentáveis de uma marca influenciam na compra de um novo produto eletrônico



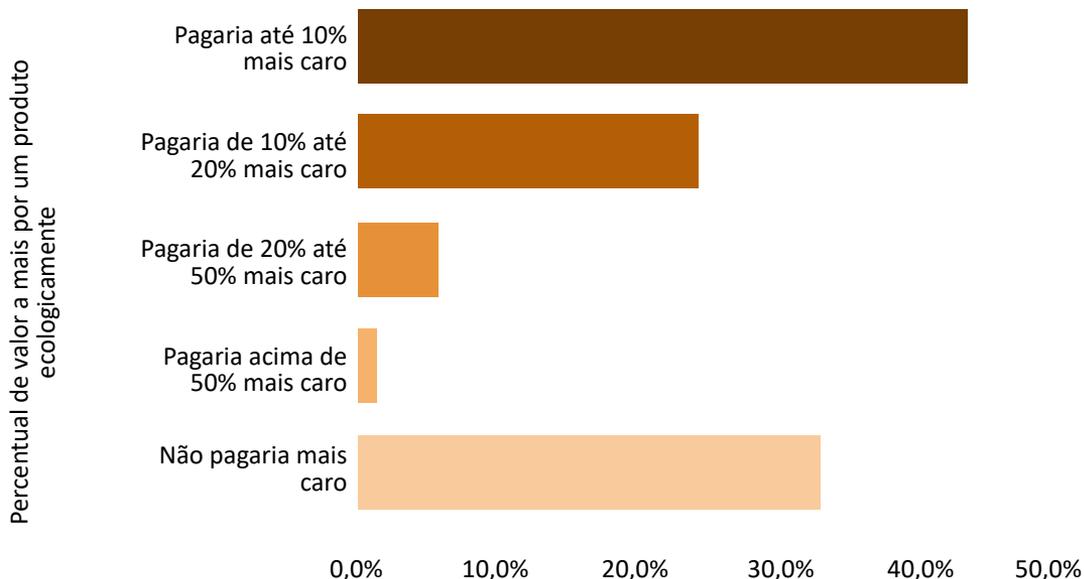
FONTE: Os autores (2023)

Incluir temas relacionados ao meio ambiente, reciclagem e logística reversa na grade da educação promovem um melhor grau de comprometimento da população com esses temas a longo prazo o que, conseqüentemente, aumenta o número de produtos eletrônicos reaproveitados de forma correta. Uma vez que a maior parte do público analisado está inserido no ensino superior, entende-se que essa fatia da população possui interesse em ser protagonista das suas decisões pessoais e profissionais. Essa atitude, se bem direcionada a projetos de reaproveitamento correto dos recursos eletrônicos, facilita a elaboração destes, quando percebemos esses indivíduos atuando dentro das corporações. Além disso, na sua participação como consumidores, esses incentivos receberão mais atenção e importância.

4.4 ANÁLISE DE DADOS RELACIONADOS À AQUISIÇÃO, CONSUMO E DESCARTE DE PRODUTOS ELETRÔNICOS

No GRAF. 7, referente ao percentual de valor a mais que o respondente estaria disposto a pagar por um produto ecologicamente eficiente, 40,1% deles informaram pagar 10% a mais do valor original do produto, 22,5% pagariam de 10% a 20% a mais do valor e o número de participantes da pesquisa que pagariam acima dessa quantia somam 6,8%. Além disso, 30,6% dos entrevistados não pagariam um valor maior para aquisição de produtos ecologicamente eficientes.

GRÁFICO 7 — Percentual de valor a mais que estaria disposto a pagar por um produto ecologicamente eficiente

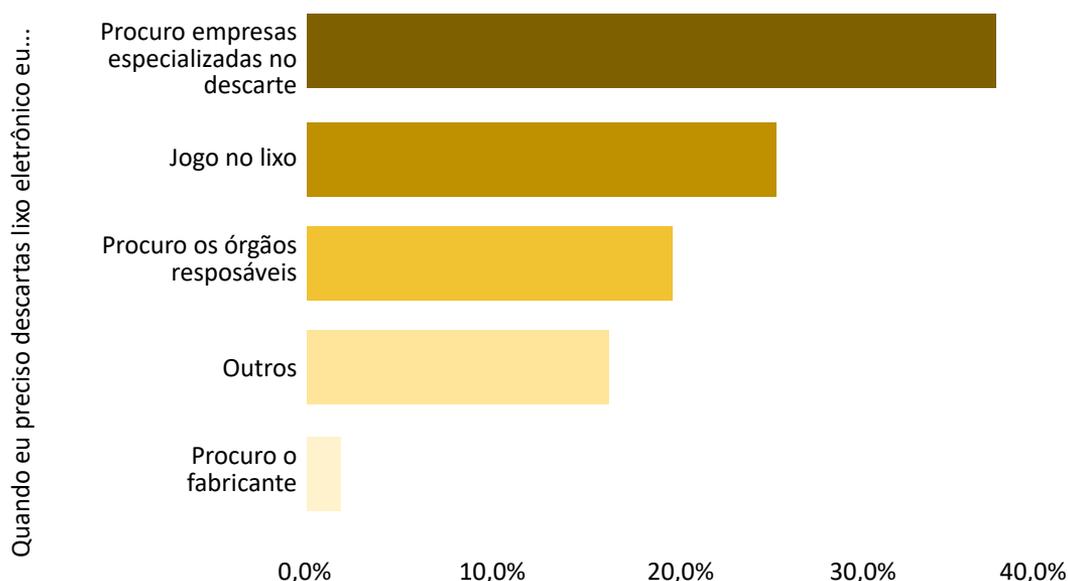


FONTE: Os autores (2023)

As informações analisadas mostram que, mesmo se tratando de público jovem, com renda média ou alta e nível de escolaridade alto, a maioria dos indivíduos selecionados na pesquisa não pagariam ou pagariam apenas 10% a mais do valor do produto para terem acesso a uma opção ecologicamente suficiente. Entende-se então que, a responsabilidade dos processos de logística reversa aplicada aos componentes eletrônicos e seus produtos não devem ser repassadas aos consumidores de forma direta e perceptível, evitando descontentamento e desinteresse por parte destes.

No que tange o descarte dos produtos eletrônicos, conforme mostra o GRAF. 8, quando este é necessário, 36,7% dos respondentes procuram empresas especializadas para fazê-lo, 19,7% direciona a algum órgão responsável e apenas 2% deles procuram o fabricante. O número de participantes que descartam o produto no lixo comum é de 25,2%. 16,4% procuram outras alternativas não tradicionais.

GRÁFICO 8 — O que é feito quando se precisa descartar lixo eletrônico

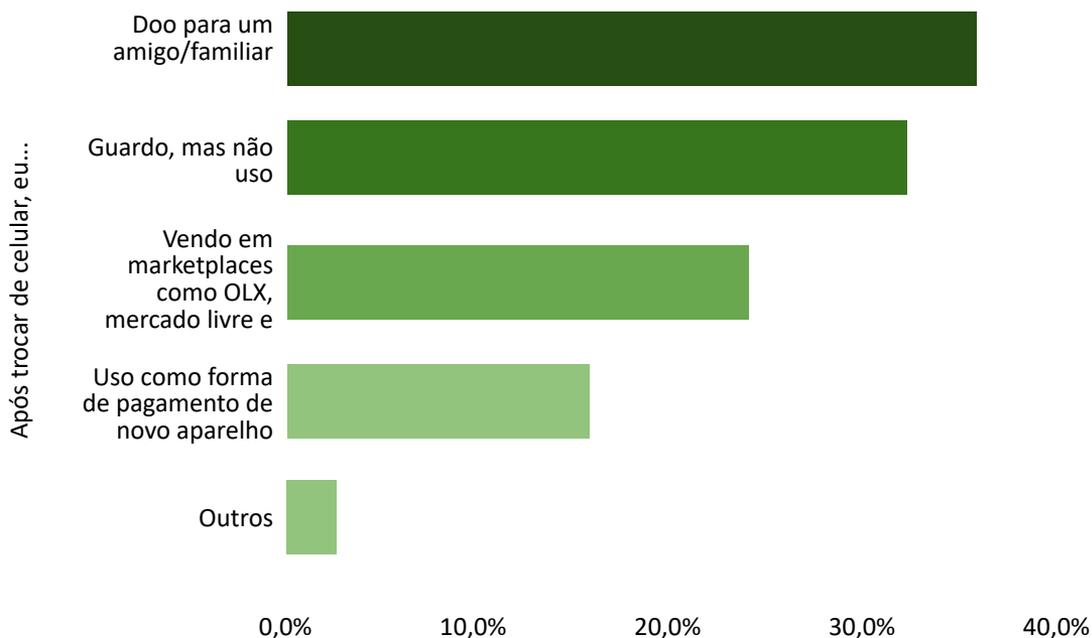


FONTE: Os autores (2023)

A pesquisa mostra de forma preocupante que um quarto dos pesquisados descartam produtos eletrônicos em lixo comum. Além desses, outros apresentaram soluções como guardar até que se perca, doar a alguém que tenha interesse ou deixar em lojas que possam aproveitar as peças. Isso reflete uma falta de comprometimento com os processos de reciclagem e com o meio ambiente, mesmo que exista uma preocupação do público na hora de trocar ou descartar os produtos eletrônicos, isso não garante que todos os aparelhos cheguem ao destino correto, é evidente que ações que influenciam a melhor conscientização por parte das pessoas precisam ser melhor fomentadas, imediatamente.

Além disso, ao se referir a troca de equipamentos, podendo estes ainda não estarem no fim da sua vida útil, o GRAF. 9 mostra que 32,7% das pessoas entrevistadas doam para um amigo ou familiar, 29,3% guardam mesmo que não sejam mais utilizados, 21,8% vendem em *marketplaces* e 13,6% usam como forma de pagamento de um novo produto. Dentre estes, 2,6% responderam que optam por outras opções.

GRÁFICO 9 — O que é feito quando a troca de celular é necessária

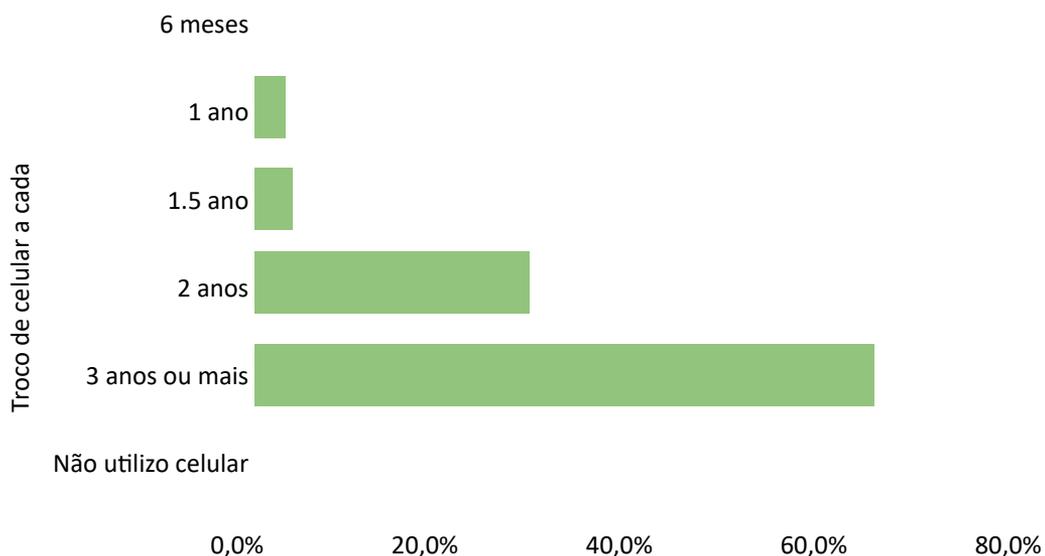


FONTE: Os autores (2023)

Fica evidente quanto aos aparelhos de celular que, quando há a necessidade de troca, quase um terço dos selecionados na pesquisa guardam o equipamento, mesmo que não façam mais o uso. Os demais participantes procuram alguma forma de destinação que não seja a final, mesmo não podendo garantir a correta realização do descarte adequado. Com isso, os celulares passam pela utilização de mais de uma pessoa, na maioria dos casos. Conclui-se quanto a padronização de um hábito de descarte pela maioria das pessoas, independente do prejuízo causado, com o foco em livrar-se dos equipamentos, apenas.

Quanto aos hábitos de consumo dessa fatia da sociedade, o GRAF. 10 mostra com que frequência se trocam de celular. Apenas 6,8% troca de celular em um curto período de tempo (1 ou 1,5 ano), 28,6% declaram realizar a troca em um médio espaço de tempo (2 anos) e 64,6% leva mais tempo (3 ou mais anos).

GRÁFICO 10 — Tempo de uso do celular até a sua troca

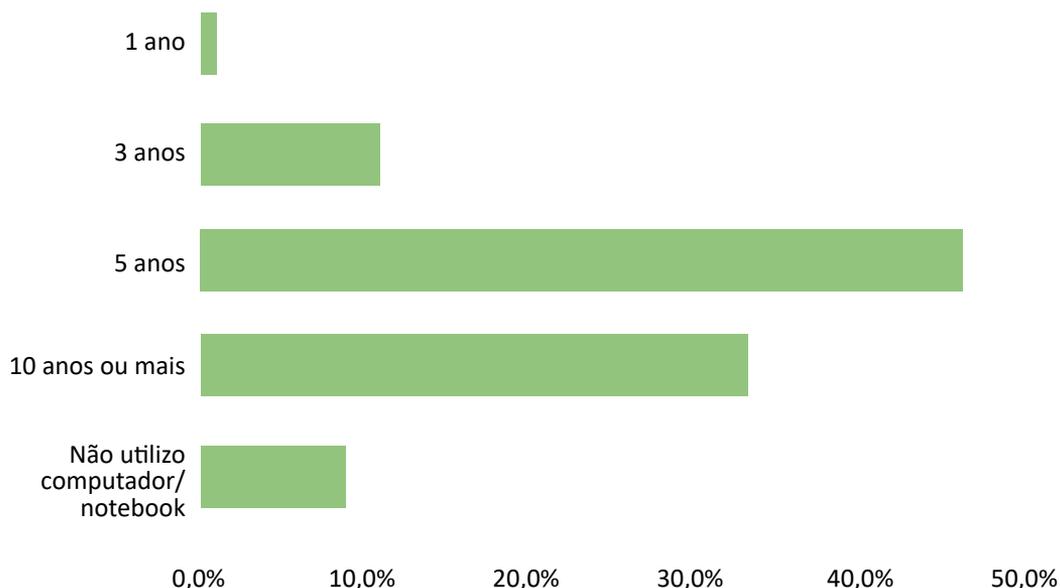


FONTE: Os autores (2023)

Os dados referentes ao período de troca de celular são animadores, uma vez que mostram que quase dois terços dos respondentes só trocam de celular após mais de três anos de uso, ou seja, a frequência de geração de lixo eletrônico na aquisição de um novo produto é baixa. Se caso forem desenvolvidas formas de conscientização ao descarte correto e estratégias para captação dos materiais e inserção em uma cadeia de reaproveitamento, a quantidade de lixo gerado será ainda menor. Reforça-se então, a importância dessas ações.

O GRAF. 11, ainda referente a hábitos de consumo, se refere ao período de tempo em que os mesmos indivíduos trocam de computador ou notebook. Destes, apenas 0,7% dos entrevistados trocam de equipamento em um período curto de tempo (1 ano), 10,9% trocam em um período médio de tempo (3 anos) e 79,6% dos mesmos fazem a troca após um longo período (5 anos ou mais).

GRÁFICO 11 — Tempo de uso de computador e notebook até a sua troca



FONTE: Os autores (2023)

Ao analisar as informações mostradas, percebe-se que quase 10% do público da pesquisa não utiliza computadores ou notebooks, onde é possível concluir que não é considerado tão essencial como o celular dentro dessa fatia da sociedade. Além disso, o período de troca é longo, com mais de três quartos das respostas apontando a substituição apenas depois de um longo período de uso. Associando esses dados ao alto custo para a aquisição e troca de equipamentos deste segmento, ações de revenda ou logística reversa podem ser ainda mais efetivas e aceitas pelos usuários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A negligência em relação à reciclagem de componentes eletrônicos, tanto por parte das empresas quanto pela população, representa um desafio significativo em termos de sustentabilidade ambiental, dada a crescente quantidade de resíduos eletrônicos que se acumulam globalmente. Essa realidade exige uma ação imediata e coordenada desses diversos setores da sociedade, incluindo regulação por parte de órgãos públicos, para promover práticas mais sustentáveis e promover a conscientização sobre a importância da reciclagem e do descarte responsável.

Através da pesquisa realizada, este artigo buscou apresentar uma visão crucial sobre os comportamentos de aquisição, consumo e descarte em relação aos produtos

eletrônicos, considerando para tal o contexto social a qual os participantes estão inseridos, como faixa etária, renda, escolaridade, conhecimento sobre os processos de logística reversa aplicado aos componentes eletrônicos, hábitos de descarte compulsórios, frequência de troca de celular, computadores e notebooks bem como o quanto iniciativas sustentáveis de uma marca influenciam na compra de um novo produto eletrônico. Revelou-se, a partir disso, informações cruciais para a compreensão e possíveis tomadas de decisão a respeito do tema.

Fica evidente, portanto, a urgente necessidade de atenção às estratégias inovadoras e políticas eficazes que incentivem a adoção de práticas de consumo mais conscientes e sustentáveis, especialmente entre os estratos mais abastados da sociedade. Essas políticas podem incluir incentivos fiscais para a reciclagem, campanhas educacionais e programas de conscientização melhor divulgados, bem como regulamentações que promovam a produção, o descarte responsável de componentes eletrônicos e a promoção de sistemas de redestinação desses componentes à sua cadeia produtiva, diminuindo a quantidade de lixo gerado.

Além disso, é de extrema importância a elaboração de novas pesquisas sobre o tema, atuando na criação de dados em maior escala que facilitem aos agentes envolvidos no tema a tomarem decisões mais precisas e conscientes. Por fim, percebeu-se no desenvolvimento desta pesquisa, que seus resultados ainda não foram suficientes para compreender em sua totalidade a abrangência de temas tais como: a relação entre jovens e jovens adultos com o pouco engajamento diante de lançamentos de novas tecnologias, entendendo o porquê de níveis de interesse tão baixos serem predominantes dentro do público analisado na Região Metropolitana de Curitiba; e que tipo de produtos eletrônicos são preferíveis para cada grupo social estudado na presente amostra, permitindo melhor direcionamento de campanhas de descarte correto ou logística reversa para cada um desses.

REFERÊNCIAS

- BALDÉ, C. P. et al. **The global e-waste monitor 2017**: Quantities, flows, and resources. Bonn; Geneva; Viena: United Nations University; International Telecommunication Union; International Solid Waste Association, 2017. Disponível em: https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/Global-E-waste_Monitor_2017__electronic_single_pages_.pdf. Acesso em: 26 fev. 2024.
- BALLOU, R. H. **Logística empresarial**: transportes, administração de materiais, distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.
- BODGAN, R.; BIKLEN, S. K. **Qualitative research for education**. Boston: Allyn and Bacon, 1982.
- BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; RODRIGUEZ, C. M. T. Reducing the extraction of minerals: reverse logistics in the machinery manufacturing industry sector in Brazil using ISM approach. **Resources Policy**, v. 46, p. 27-36, 2015.
- BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.html. Acesso em: 26 fev. 2024.
- BRASIL. Lei n. 14.663, de 28 de agosto de 2023. Define o valor do salário mínimo a partir de 1º de maio de 2023; estabelece a política de valorização permanente do salário mínimo a vigorar a partir de 1º de janeiro de 2024; e altera os valores da tabela mensal do Imposto sobre a Renda da Pessoa Física de que trata o art. 1º da Lei nº 11.482, de 31 de maio de 2007, e os valores de dedução previstos no art. 4º da Lei nº 9.250, de 26 de dezembro de 1995. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14663.htm. Acesso em: 26 fev. 2024.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano nacional de resíduos sólidos**. 2020. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/conesan/sites/253/2020/11/pnrs_2020.pdf. Acesso em: 26 fev. 2024.
- CAIXA. **Cadernos CAIXA**: projeto padrão — casas populares — 42m². 2007. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/banco-projetos-projetos-HIS/casa_42m2.pdf. Acesso em: 26 fev. 2024.
- CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL — CETEM. **Revista Brasil Mineral**, n. spe., 2018. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/magazine/2018>. Acesso em: abr. 2023.
- COOPER, T. **Inadequate Life?** Evidence of Consumer Attitudes to Product Obsolescence. London: Royal Society for the encouragement of Arts, Manufactures and Commerce, 2004.
- FORTI, V. et al. **The global e-waste monitor 2020**: Quantities, flows, and the circular economy potential. 2020. Disponível em: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf. Acesso em: 26 fev. 2024.
- GEORGIADIS, P.; BESIOU, M. Environmental strategies for electrical and electronic equipment supply chains: which to choose? **Sustainability**, v. 1, p. 722-733, 2009.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

- GOVINDAN, K. et al. Analysis of third party reverse logistics provider using interpretive structural modeling. **International Journal of Production Econ.**, v. 140, p. 204-211, 2012.
- GUO, J. et al. A Plate produced by nonmetallic materials of pulverized waste printed circuit boards. **Environmental Science & Technology**, v. 42, p. 5267-5271, 2008.
- KOBAYASHI, S. **Renovação da logística**: como definir as estratégias da distribuição física e global. São Paulo: Atlas, 2000.
- LACERDA, L. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. **COPPEAD/UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 6. 2002. Disponível em: http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica_Reversa_LGC.pdf. Acesso em: 26 fev. 2024.
- LAU, K, H.: WANG, Y. Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. **Supply Chain Management: An international Journal**, v. 14, n. 6, p. 447- 465, 2009.
- LEITE, P. R. **Logística Reversa**: sustentabilidade e competitividade. São Paulo: Saraiva, 2017.
- NAIA, G. L. **Desenvolvimento de produto sustentável**: aproveitamento de placas de circuito impresso descartadas como agregado na fabricação de Blocos de Alvenaria para Construção Civil. 2014. 140 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Materiais) — Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/393>. Acesso em: 26 fev. 2024.
- NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE. **Urban mine platform**. Disponível em: <https://www.nims.go.jp/research/elements/rare-metal/urban-mine/index.html>. Acesso em: maio 2023.
- PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. L. Survey research in management information systems: an assesment. **Journal of Management Information System**, v. 10, n. 2, p. 75-105, 1993.
- PORTUGAL, S. M.; DANTÉS, G. B. Diagnóstico da geração de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) 2010. **Revista Resíduos em Referência**, v. 1, p. 16-21, dez. 2010.
- ROBINSON, B. H. E-Waste: An assessment of global production and environmental impacts. **Science of the Total Environment**, v. 408, n. 2, p. 183-191, dez. 2009.
- ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. **Going backwards**: Reverse logistics trends and practices. Reno: Reverse Logistics Executive Council, 1998.
- SANT'ANNA, L. T.; MACHADO, R. T. M.; BRITO, M. J. A logística reversa de resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no mundo: o desafio da desarticulação dos atores. **Sustentabilidade em Debate**, v.6, n. 2. pd. 88-105, 2015.
- SCHROEDER, A. M. **Barreiras que limitam a logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos das instituições de ensino superior na cidade de São Paulo**. 2017. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/1728>. Acesso em: 26 fev. 2024.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2007.
- SHIBAO, F. Y.; MOORI, R. G.; SANTOS, M. R. A logística reversa e a sustentabilidade empresarial. In: SEMEAD, 13., 2010, São Paulo. **Anais [...]**, São Paulo: PPGA-FEA-USP, 2010. Disponível em: <https://sistema.semead.com.br/13semead/resultado/trabalhosPDF/521.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2024.

SLADE, G. **Made to break**: Technology and obsolescence in America. Cambridge; London: Harvard University, 2007.

SOUZA, J. B. R. **A logística reversa de pós-uso como fator de criação de valor nas PME**. 2022. 150 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Empresas) — Universidade Autónoma de Lisboa, Lisboa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ual.pt/bitstream/11144/5768/1/Jo%c3%a3o%20Souza%20A%20LOGISTICA%20REVERSA%20DE%20P%c3%93S%20USO%20COMO%20FATOR%20DE%20CRIAC%c3%87%c3%83O%20DE%20VALOR%20NAS%20PMES%20%20o-1.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2024.

STĂNCIULESCU, G. C. Importance of reverse logistics for retail acts. **Supply Chain Management — New perspectives**, n. 17, p. 357-379, 2011.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME — UNEP. **Recycling**: From e- waste to resources. Step - Solving the Waste Problem. Berlim: UNU, 2009. p. 456.

VALLE, C. E. **Qualidade ambiental**: ISO 14000. São Paulo: SENAC, 2002.

WALDMAN, M. **Lixo eletrônico**: resíduo novo e complexo. 2007. Disponível em: https://mw.pro.br/mw_mw/index.php/papers-e-ensaios-ecologia/40-lixoeletronico-. Acesso em: 19 mar. 2023.

XAVIER, L. H.; LINS, F. A. F. Mineração urbana de resíduos eletroeletrônicos: uma nova fronteira a explorar no Brasil. *Brasil Mineral*, n. 379, p. 22-26, mar. 2018. Disponível em: <https://www.cetem.gov.br/antigo/images/periodicos/2018/mineracao-urbana.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2023.