



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



REVISÃO DA LITERATURA: FATORES QUE IMPEDEM AS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS DO E- WASTE

ANA CLAUDIA LOBATO – ana.lobato@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

HERMES MORETTI RIBEIRO DA SILVA – hermes.silva@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

ÁREA: 9. ENGENHARIA DA SUSTENTABILIDADE

SUBÁREA: 9.7 – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

RESUMO: O CRESCENTE VOLUME DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS (E-WASTE) REPRESENTA UM DESAFIO GLOBAL E TENDE A AUMENTAR DEVIDO AO AUMENTO DO USO DE PRODUTOS ELETRÔNICOS, FACILIDADE DE ACESSO À TECNOLOGIA E PELA OBSOLESCÊNCIA ACELERADA. ESTE ESTUDO REVISOU A LITERATURA EXISTENTE PARA IDENTIFICAR AS PRINCIPAIS BARREIRAS QUE IMPEDEM O COMPORTAMENTO SUSTENTÁVEL RELACIONADOS AOS ELETRÔNICOS. A PESQUISA REVELOU QUE A FALTA DE CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE ESQUEMAS DE RECICLAGEM E A PERCEPÇÃO DE RISCO SÃO OS PRINCIPAIS OBSTÁCULOS ENFRENTADOS PELOS CONSUMIDORES. EMBORA EXISTAM LEIS QUE REGULAM O DESCARTE CORRETO DE E-LIXO, A BAIXA TAXA DE RECICLAGEM DEMONSTRA A NECESSIDADE DE ESTRATÉGIAS MAIS EFICAZES. COM BASE NAS DESCOBERTAS, É ESSENCIAL QUE OS GOVERNOS INVISTAM EM INFRAESTRUTURA DE RECICLAGEM E ESTABELEÇAM MAIS PONTOS DE COLETA ACESSÍVEIS. CAMPANHAS EDUCATIVAS E PROGRAMAS DE CONSCIENTIZAÇÃO SÃO FUNDAMENTAIS PARA INFORMAR OS CONSUMIDORES SOBRE AS OPÇÕES DISPONÍVEIS E OS BENEFÍCIOS DAS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS. PROMOVER UMA ECONOMIA CIRCULAR, FOCADA NOS RS DA SUSTENTABILIDADE, PODE CONTRIBUIR SIGNIFICATIVAMENTE PARA A REDUÇÃO DO E-LIXO E A ADOÇÃO DE PRÁTICAS DE CONSUMO MAIS VERDE, ASSEGURANDO UM FUTURO AMBIENTALMENTE RESPONSÁVEL.

PALAVRAS-CHAVE: ECONOMIA CIRCULAR, COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR, E-WASTE, ELECTRONIC WASTE, LIXO ELETRÔNICO, BARREIRA, CHALLENGE

REVISÃO DA LITERATURA: FATORES QUE IMPEDEM AS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS DO E-WASTE

THE GROWING VOLUME OF ELECTRONIC WASTE (E-WASTE) POSES A GLOBAL CHALLENGE AND IS EXPECTED TO INCREASE DUE TO THE RISE IN THE USE OF ELECTRONIC PRODUCTS, EASE OF ACCESS TO TECHNOLOGY, AND ACCELERATED OBSOLESCENCE. THIS STUDY REVIEWED EXISTING LITERATURE TO IDENTIFY THE MAIN BARRIERS PREVENTING SUSTAINABLE BEHAVIOR RELATED TO ELECTRONICS. THE RESEARCH REVEALED THAT A LACK OF AWARENESS ABOUT RECYCLING SCHEMES, THE PERCEPTION OF INCONVENIENCE, AND THE COSTS ASSOCIATED WITH DISPOSAL ARE THE PRIMARY OBSTACLES FACED BY CONSUMERS. ALTHOUGH THERE ARE LAWS REGULATING THE PROPER DISPOSAL OF E-WASTE, THE LOW RECYCLING RATE DEMONSTRATES THE NEED FOR MORE EFFECTIVE STRATEGIES. BASED ON THESE FINDINGS, IT IS ESSENTIAL THAT GOVERNMENTS INVEST IN RECYCLING INFRASTRUCTURE AND ESTABLISH MORE ACCESSIBLE COLLECTION POINTS. EDUCATIONAL CAMPAIGNS AND AWARENESS PROGRAMS ARE CRUCIAL TO INFORM CONSUMERS ABOUT AVAILABLE OPTIONS AND THE BENEFITS OF SUSTAINABLE STRATEGIES. PROMOTING A CIRCULAR ECONOMY, FOCUSED ON THE PRINCIPLES OF SUSTAINABILITY, CAN SIGNIFICANTLY CONTRIBUTE TO REDUCING E-WASTE AND ADOPTING MORE SUSTAINABLE CONSUMPTION PRACTICES, ENSURING AN ENVIRONMENTALLY RESPONSIBLE FUTURE.

KEYWORDS: CIRCULAR ECONOMY, CONSUMER BEHAVIOR, E-WASTE, ELECTRONIC WASTE, BARRIER, CHALLENGE.

1. INTRODUÇÃO

Na era digital, o crescente volume de resíduos eletrônicos (e-lixo) representa um desafio ambiental global. O aumento do uso de produtos eletrônicos, a facilidade de acesso a esses produtos e a obsolescência acelerada contribuem para a proliferação do e-lixo (Kankanamge & Champika Ellawala, 2023). Segundo o Monitor Global de Resíduos Eletrônicos 2020 (Forti et al., 2020), 53,6 milhões de toneladas de aparelhos eletroeletrônicos foram descartados em 2019, um crescimento de 21% nos últimos 5 anos. O Brasil, líder na geração de e-lixo na América Latina, enfrenta um paradoxo: apesar das leis que regulam o descarte correto, apenas 17,4% do e-lixo mundial é reciclado (Global E-Waste Monitor 2020). Diante desse cenário, diversos estudos têm explorado os fatores que impedem o descarte e a reciclagem adequados de eletrônicos pelos consumidores. Essa revisão da literatura visa identificar e analisar as principais barreiras que obstaculizam práticas sustentáveis de gestão de e-lixo, com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento de soluções eficazes para esse problema ambiental crucial.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 Economia circular e a sustentabilidade

A economia circular (EC) é um tema que tem ganhado destaque em todo o mundo nos últimos anos e é peça fundamental para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU (Organização das Nações Unidas). O uso de recursos naturais está acima da capacidade de regeneração do planeta e a adoção da EC promove o desenvolvimento sustentável.

A forma mais completa de definir economia circular é como um sistema econômico que substitui o conceito de “fim de vida” pela redução, e alternativamente, reutilização, reciclagem e recuperação de materiais nos processos de produção/distribuição e consumo, ou seja, existe uma “hierarquia de resíduos”, sendo a prioridade máxima a prevenção (Kirchherr, J. et.al., 2017).

Há várias estratégias de circularidade, conhecidas como Estratégias R, para reduzir o consumo de recursos naturais e materiais, e minimizar a produção de resíduos. O lado da tecnosfera do modelo de "diagrama de borboleta" da Economia Circular, proposto pela Fundação Ellen MacArthur, descreve a hierarquia das estratégias circulares por prioridade: reusar, reparar, recondicionar, remanufaturar, reaproveitar e reciclar (Fundação Ellen

MacArthur, 2013). Quatro Rs adicionais foram incorporados às estratégias, agora conhecidas como 10Rs. Três deles (reduzir, repensar e recusar) são priorizados do ponto de vista da circularidade, baseados em uma fabricação e uso mais inteligentes dos produtos. O quarto R (recuperação) tem a menor prioridade e é considerado menos benéfico do que a reciclagem (Morsetto, 2020; Reike et al., 2018).

Na implementação de uma economia circular, os Rs da sustentabilidade desempenham um papel crucial. O estudo de Vighnesh e Patil (2024) destaca a importância de diferentes tipos de práticas sustentáveis de consumo, como: Recusar, Repensar, Reduzir, Reparar e Redistribuir. Esses princípios são essenciais para promover um consumo responsável e reduzir a quantidade de resíduos gerados.

O consumidor é um dos protagonistas para a viabilização da EC, garantir a sustentabilidade e a eficiência do ciclo de vida dos produtos (WANG, Fang; LIU, Qiming; YIN, Xuewei., 2023). As ações e decisões dos consumidores influenciam diretamente a forma como os produtos são projetados, utilizados e descartados. Devido ao seu poder de influenciar o mercado através de suas escolhas de consumo, estudar o comportamento do consumidor e as barreiras são essenciais para que a EC seja implementada com sucesso.

2.2 Comportamento do consumidor em relação ao e-waste

O comportamento do consumidor em relação ao e-waste é influenciado por uma série de fatores, incluindo a conscientização sobre a reciclagem, a conveniência percebida e as barreiras financeiras.

Muitos consumidores ainda não estão suficientemente conscientes sobre os esquemas de reciclagem de e-waste e as rotas formais disponíveis para o descarte correto desses materiais. Essa falta de conscientização é uma barreira significativa para a adoção de práticas de reciclagem mais sustentáveis. Estudos como o de Kankanamge (2023) destacam que a conscientização sobre esquemas de reciclagem é baixa, o que impede uma maior participação dos consumidores em programas de reciclagem formal.

A necessidade de campanhas de conscientização pública e programas educacionais é enfatizada em várias pesquisas. Vighnesh e Patil (2024) recomendam o desenvolvimento e fortalecimento de normas e campanhas de conscientização sobre reciclagem de e-lixo.

A conveniência desempenha um papel crucial no comportamento do consumidor em relação à reciclagem de e-waste. A baixa percepção de conveniência dos consumidores é uma barreira significativa para a participação em esquemas de reciclagem (Li, J. et al., 2023). A

facilidade de acesso a pontos de coleta e a simplicidade dos processos de reciclagem são fatores importantes que influenciam as decisões dos consumidores.

Os custos associados ao descarte e à reciclagem de e-waste também afetam o comportamento do consumidor. O custo percebido do descarte e da reciclagem de e-lixo é uma barreira significativa para os consumidores (Abdul Waheed et al., 2023). Além do custo financeiro, há outros fatores que afetam a intenção de reciclar: risco, inconveniência e esforço necessário para enviar ou transportar os produtos (DHIR, Amandeep et al., 2021).

As atitudes dos consumidores em relação à reciclagem e o entendimento das implicações ambientais de suas ações são fundamentais. Com base em um estudo sobre os padrões de consumo de equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) e suas implicações ambientais, destacou-se a necessidade de mudar as atitudes dos consumidores para promover práticas de consumo mais sustentáveis (Singh, Routroy e Dasgupta, 2023)

Diversas recomendações foram apresentadas para melhorar o comportamento dos consumidores em relação à reciclagem de e-waste. Kankanamge (2023), sugere aumentar a conscientização sobre rotas formais de descarte e reciclagem e garantir a destruição dos dados de celular; enquanto Vighnesh, N. et. al. (2024), sugerem estudar o comportamento do consumidor de forma holística e recomendam o fortalecimento de normas e campanhas educativas. Li et. al. (2023) enfatizam a importância de melhorar a conveniência percebida pelos consumidores para aumentar a participação em esquemas de reciclagem.

Portanto, superar as barreiras relacionadas ao comportamento do consumidor, conscientizá-los sobre o impacto de suas ações e a sustentabilidade e incentivar o comportamento sustentável é primordial.

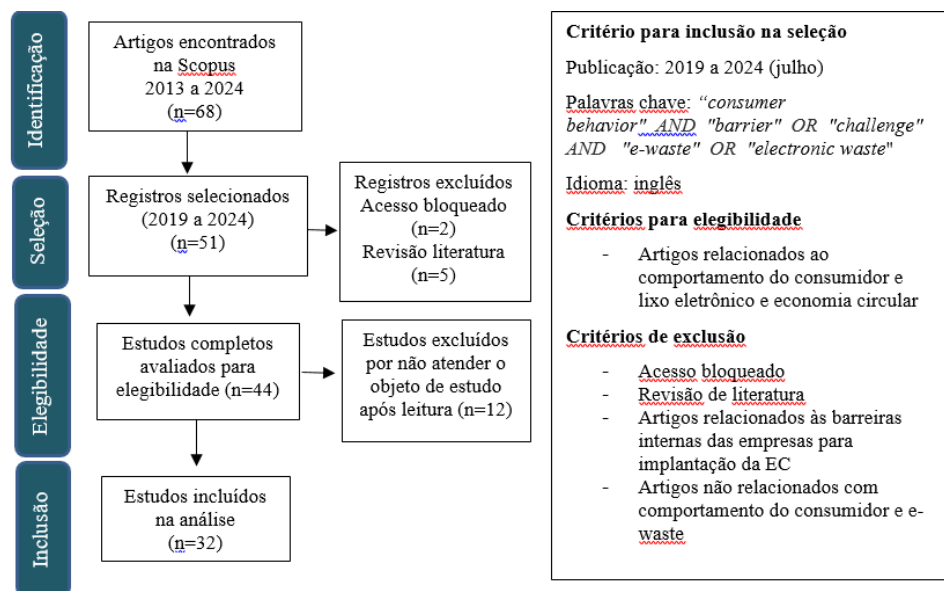
3. MÉTODOS DE PESQUISA

Para alcançar o objetivo do estudo, foi realizada a revisão sistemática de literatura, pois permite uma visão abrangente e atualizada sobre o tema, além de identificar as tendências e gaps. A Figura 1 apresenta o fluxograma de extração de dados do estudo. A busca foi realizada em Julho de 2024 nas bases de dados Scopus. As palavras chave utilizadas foram “consumer behavior” AND “e-waste” OR “electronic waste” AND “barrier” OR “challenge”

Inicialmente, foram encontrados 68 artigos, no período de 2013 a 2024, porém foram incluídos apenas os artigos publicados nos anos de 2019 a 2024 (julho). Além disso, foram excluídas as revisões de literatura e artigos com acesso bloqueado, restando 44 documentos.

Com base nos critérios de triagem e elegibilidade, após a leitura, foram excluídos 12 artigos, restando 32 para análise e extração dos dados. O protocolo de pesquisa, com os detalhes dos procedimentos de cada etapa e o fluxo metodológico da pesquisa é descrito na Figura 1.

FIGURA 1: Fluxo metodológico



Fonte: elaborada pelos autores

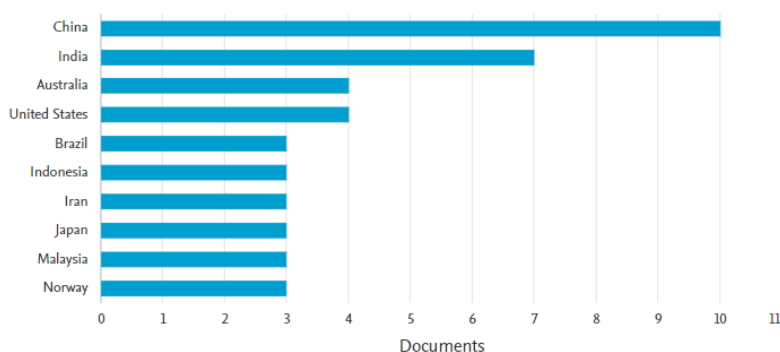
4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Evolução temporal e distribuição geográfica dos estudos

A amostra de 51 artigos abrange um período temporal de 2019 a 2024. A análise da evolução temporal dos artigos revela um aumento significativo entre 2019 e 2020, seguindo de uma leve queda em 2021. Em 2022 teve o seu maior pico com 16 artigos publicados e no ano seguinte uma nova queda. Até julho de 2024, observa-se que houve uma recuperação em 2024, pois a quantidade de artigos publicados em aproximadamente 6 meses é igual à quantidade total publicada em 2023.

No que diz respeito à distribuição geográfica dos artigos, foram encontrados estudos de 79 países. O país que lidera as publicações é a China, com 10 artigos publicados. Em segundo lugar aparece a Índia, com 7 artigos, em terceiro, Austrália e Estados Unidos, com 4 publicações cada. O Brasil possui 3 artigos, portanto há necessidade de realização de estudos nessas áreas.

FIGURA 2: Distribuição geográfica dos estudos



Fonte: Scopus

TABELA 1: Publicações

PUBLICAÇÕES POR ANO	
ANO	QUANTIDADE
2024	8
2023	8
2022	16
2021	8
2020	9
2019	2
TOTAL	51

Fonte: elaborada pelos autores

4.2 Comportamento do consumidor e os Rs da sustentabilidade

O consumidor possui papel central na transição da economia linear para a economia circular, por isso é necessário entender quais são motivações e barreiras para adotar ações sustentáveis. Este estudo analisa o foco das pesquisas sobre as barreiras que impedem os consumidores de adotarem práticas da economia circular.

A análise de 32 artigos revela que o foco principal está no descarte responsável e na reciclagem. Dos estudos analisados, 27 abordaram a reciclagem e/ou descarte responsável, 5 a reparação, 5 a reutilização e 2 a remanufatura. Recuperar, recusar e reduzir foram mencionados em apenas 1 artigo, enquanto repensar, renovar e realocar não foram abordados. Embora a reciclagem seja importante, é necessário um olhar mais amplo para outras práticas da economia circular.

É necessário explorar como os consumidores se relacionam com diversas estratégias da EC. Ao investigar essas áreas, podemos aprofundar nossa compreensão dos fatores que impedem os consumidores de adotarem práticas mais ecológicas e identificar oportunidades para promover mudanças positivas em direção a um futuro mais sustentável.

4.3 Barreiras do comportamento do consumidor relacionados ao lixo eletrônico

O descarte do lixo eletrônico (e-waste) é um grande desafio ambiental. Entender as barreiras que impedem os consumidores de adotarem práticas sustentáveis é crucial. A análise aprofundada da literatura revela diversos obstáculos. Na reciclagem e descarte de eletrônicos, entre as principais barreiras identificadas, a conveniência foi mencionada em 12 artigos. A conveniência e o custo são fatores críticos que influenciam a decisão dos consumidores de reciclar ou não resíduos eletrônicos (ARAIN, A. L. et al., 2020). A dificuldade de acesso aos centros de coleta foi outro fator importante, citado em 11 artigos, indicando que a localização

e a disponibilidade dessas instalações desempenham um papel crucial na decisão dos consumidores de descartar seus resíduos eletrônicos de forma correta (Park et al., 2020). Além disso, a preocupação com a privacidade dos dados foi mencionada em 10 artigos, refletindo o receio dos consumidores de que suas informações pessoais possam ser comprometidas durante o processo de descarte e reciclagem (ZHANG, Yue; WU, Song; RASHEED, Muhammad Imran, 2020; WIBOWO, N.; NURCAHYO, Rahmat; GABRIEL, D. S., 2022).

Várias barreiras foram analisadas por DHIR, Amandeep et al. (2021), entre elas: o risco, no qual ele relaciona com o medo associado ao uso indevido das informações armazenadas pelo centro de reciclagem; valor, referindo-se ao custo extra para reciclar; uso, referente à inconveniência percebida pelos consumidores em reciclar e acessar informações sobre a reciclagem de e-lixo e imagem, esforços consideráveis podem ser necessários para enviar ou transportar os produtos.

Com relação ao reparo, as principais barreiras identificadas foram os custos elevados dos reparos, a preferência por itens novos, a desconfiança na eficácia do reparo (RODRIGUES, Angela et al., 2020) e o esforço e tempo necessário (MAKOV, T. et. al., 2021).

Abaixo, a lista com a barreiras mencionadas nos estudos.

TABELA 2: Barreiras dos consumidores

ARTIGO	RS DA SUSTENTABILIDADE	BARREIRAS
VIGHNESH, Nanjangud Vishwanath; PATIL, Balachandra; CHANDRASHEKAR, Deepak, 2024	Recusar Repensar Reduzir Reutilizar Reparar Renovar (Atualizar) Remanufaturar Reutilizar (para outro fim) Reciclar Descarte Responsável	1. Desvincular a felicidade das posses materiais. 2. Barreiras culturais para adotar estilos de vida sustentáveis, como a resistência à cultura consumista que valoriza posses materiais 3. Falta de informação clara sobre os perigos do e-waste e as opções corretas de descarte representa uma barreira significativa 4. Falta de conscientização e conhecimento sobre os impactos ambientais e de saúde do e-waste, sendo fortemente influenciados por fatores socioeconômicos externos
PARK, Jihwan; KIM, Su Dong; CHOI, Sang Ok., 2020.	Descarte responsável	1. Acesso aos centros de coleta 2. Regras de descarte 3. Conveniência
KANKANAMGE, Champika Ellawala., 2023.	Descarte responsável Reciclar	1. Baixa a conscientização sobre os esquemas de gestão de resíduos eletrônicos disponíveis 2. Risco de recuperação de informações dos eletrônicos pessoais no fim de sua vida útil, o que desmotiva a reciclagem formal

		3. Falta de conhecimento sobre os canais adequados de descarte de e-lixo
LAEEQUDDIN, Mohammed et al., 2022.	Descarte responsável Reciclar	1. Falta de conscientização 2. Infraestrutura adequada, caixas de coleta, esquemas de incentivos, proximidade e conveniência, e um sistema de gestão de resíduos eletrônicos para reciclagem segura influenciam as escolhas dos consumidores.
SINGH, Shailender; ROUTROY, Srikanta; DASGUPTA, Mani Sankar., 2023.	Descarte Responsável Reciclar	1. Falta de conhecimento sobre os centros de coleta e as opções de coleta de e-waste 2. Setor informal é mais acessível e prevalente em áreas semi-urbanas e rurais 3. Falta de uma infraestrutura de coleta robusta e visível para o público geral 4. Sentimento de apego emocional aos dispositivos . 5. Baixa conscientização sobre as regras de descarte e a infraestrutura de coleta
RODRIGUES, Angela C.; BOSCOV, Maria EG; GÜNTHER, Wanda MR., 2020.	Descarte Responsável Reciclar Reparar	1. Desconhecimento sobre descarte 2. Valor sentimental e utilitário dos itens 3. Obsolescência Programada 4. Custo elevado dos reparos 5. Desconfiança na eficácia dos reparos 6. Preferência por Itens Novos 7. Falta de pontos de coleta específicos 8. Complexidade de atribuições de responsabilidades entre os stakeholders (produtores, distribuidores, consumidores e municípios)
WANG, Fang; LIU, Qiming; YIN, Xuewei., 2023.	Descarte Responsável Reciclar Reparar	1. Complexidade do Processo de Reciclagem Formal 2. Taxas de tratamento de alguns produtos não cobrem os custos de tratamento dos recicladores 3. Conveniência e acessibilidade da reciclagem informal 4. Falta de Conhecimento e Entendimento sobre Políticas de Reciclagem 5. Baixo valor de reciclagem (produtos pequenos) 6. Tempo e trabalhoso
BANASZKIEWICZ, Kamil et al., 2022.	Descarte Responsável Reciclagem Reparar	1. Custo do reparo: economicamente inviável. 2. Preço acessível de novos dispositivos 3. Modelo de coleta de WEEE não é eficaz. 4. Baixa informação sobre métodos de descarte adequados 5. Distância do ponto de coleta 6. Busca por novidade 7. Armazenamento em casa
ABDUL WAHEED, Kareem et al., 2023.	Reciclar	1. Custo financeiro direto: "O custo percebido da reciclagem foi encontrado como tendo um efeito negativo significativo no comportamento de reciclagem de e-lixo 2. Falta de conveniência e infraestrutura

ANANNO, Anan Ashrabi et al., 2021.	Reciclar	1. Falta de conhecimento sobre políticas e regulamentações existentes 2. Falta de conhecimento sobre programa de coleta e reciclagem. 3. Falta de segurança de dados e privacidade 4. Falta de políticas governamentais claras e eficazes para promover a gestão de resíduos eletrônicos 5. Falta de um sistema estruturado para o descarte seguro
ARAIN, A. L. et al., 2020.	Reciclar	1. Custo e Conveniência 2. Conhecimento Insuficiente 3. Motivação e Tempo
CHENG, Min-Jhih et al., 2020.	Reciclar	1. Preocupações com a privacidade da informação 2. Necessidade de reconhecimento e aceitação por grupos de referência
DHIR, Amandeep et al., 2021.	Reciclar	BARREIRAS RELACIONADAS À INTENÇÃO DE RECICLAR: 1. RISCO (medo associado ao uso indevido das informações armazenadas pelo centro de reciclagem) 2. VALOR (custo extra para reciclar) 3. USO: inconveniência percebida pelos consumidores em reciclar e acessar informações sobre a reciclagem de e-lixo. 4. IMAGEM: esforços consideráveis podem ser necessários para enviar ou transportar os produtos
ISLAM, Md Tasbirul; DIAS, Pablo; HUDA, Nazmul, 2020.	Reciclar	1. Falta de conhecimento sobre programas de reciclagem 2. Armazenamento dos telefones móveis em casa 3. Inconveniência dos Pontos de Coleta 4. Preocupações com a Segurança da Informação
ISLAM, Md Tasbirul; DIAS, Pablo; HUDA, Nazmul., 2021.	Reciclar	1. Pouco conhecimento sobre pontos de coleta e programas de reciclagem 2. Proximidade dos centros de coleta 3. Falta de conscientização 4. Pouco tempo para descartar o lixo eletrônico
LI, Jingjing et al., 2023.	Reciclar	1. Baixa percepção de conveniência (tempo e local) dos consumidores em relação à reciclagem formal de baterias. 2. Falta de canais de reciclagem completos 3. Cobertura limitada de pontos de reciclagem 4. Falta de incentivos governamentais para a reciclagem formal 5. Canais de reciclagem online não trazem conveniência satisfatória para os consumidores. 6. Falta de consciência ambiental na sociedade: muitas pessoas desconhecem os perigos específicos associados ao descarte de baterias de energia usadas 7. Lacunas de conhecimento e informação

		regulamentações, planos de reciclagem e reciclagem formal e informal 8. Falta de confiança e familiaridade com esses canais de reciclagem online
LIU, Junli et al., 2019.	Reciclar	1. Preocupações com vazamento de informações 2. Baixos níveis de conscientização sobre a reciclagem de telefones móveis obsoletos 3. conveniência relacionada às instalações de reciclagem
WANG, Zhen; DUAN, Yongrui; HUO, Jiazhen., 2022.	Reciclar	1. Medidas de incentivo não possam ser mantidas 2. Ausência de supervisão rigorosa 3. Regulamentação inadequada.
WIBOWO, N.; NURCAHYO, 2022.	Reciclar	1. Manter telefones celulares usados em casa 2. Privacidade de dados
ZHANG, Ling et al., 2021.	Reciclar	1. Privacidade de dados 2. Conveniência e o acesso aos canais formais de reciclagem 3. Barreiras práticas e psicológicas
ZHANG, Yue; WU, Song; RASHEED, Muhammad Imran., 2020.	Reciclar	Privacidade: preocupações com a segurança da informação
CORDOVA-PIZARRO, Daniela et al., 2020.	Reciclar Reparar	1. Falta de informações sobre opções de descarte para equipamentos eletrônicos 2. Baixo valor de retorno econômico 3. Falta de canais de coleta adequados para a entrega de seus equipamentos eletrônicos 4. Falta de conscientização e desconfiança por parte do consumidor para entregar seus produtos aos centros de coleta 5. Programas das empresas de telefonia móvel que incentivam os usuários a mudar de planos em menos de um ano. 6. Disponibilidade de componentes 1. Governo possui informações limitadas sobre modelos circulares e comportamento do consumidor. 2. Lacuna na regulamentação para a gestão integral de REEE no México 3. Fabricantes e fornecedores não possuem as ferramentas e incentivos adequados para a eco-concepção de seus produtos de forma modular, para estimular a sua recuperação ao final da vida útil. 4. Existem alianças limitadas entre universidades e fabricantes para a criação de sinergias na eco-concepção de produtos, a fim de facilitar a recuperação de materiais ao final de sua vida útil.

RATAY, Christoph; MOHNEN, Alwine., 2022.	Reciclar Reutilizar (Programa de devolução)	1. Insuficiente Compensação Financeira: Compensações financeiras insuficientes são uma barreira potencial para a devolução de smartphones. 2. Conveniência das Opções de Devolução 3. Condição do Dispositivo: Dispositivos ainda funcionais têm menor probabilidade de serem devolvidos. 4. Consciência ambiental 5. Desmotivação com Recompensas em Doação
PESSANHA, Luiz Phillipe Mota; MORALES, Gudelia., 2020.	Reciclar Reutilizar (Programa de logística reversa)	1. Falta de informação 2. Ausência de locais adequados para descarte
NAJMI, Arsalan; KANAPATHY, Kanagi; AZIZ, Azmin Azliza., 2022.	Reciclar Reutilizar (Programa de troca reversa)	1. Consciência antecipada é considerada uma barreira que impede o indivíduo de agir de forma ambientalmente correta
CHUN, Yoon-Young et al., 2022.	Recondicionar	1. Percepção de risco (PR) 2. Inovação 3. Desconfiança na qualidade e no processo de recondicionamento por terceiros (indonésia) 4. Risco financeiro, de desempenho, social e de tempo
YAMAMOTO, Haruhisa; MURAKAMI, Shinsuke., 2022.	Recusar	1. Percepção de obsolescência funcional 2. Novidade Tecnológica e publicidade 3. Necessidade percebida de ter o dispositivo para a vida diária 4. Desconhecimento dos benefícios econômicos e ambientais do uso prolongado 5. Durabilidade insuficiente dos dispositivos
JAFARI, Soroush Qoli; SHOKOUHYAR, Sajjad; SHOKOOHYAR, Sina., 2022.	Reduzir Reutilizar Reciclar Recuperar materiais	1. Tempo 2. Esforço 3. Dinheiro 4. Falta de confiança 5. Garantia de privacidade dos dados
WANG, Yacan et al. H, 2020.	Remanufaturar	1. Qualidade percebida. 2. Falta de conhecimento sobre os benefícios ambientais 3. Status social: Preferência por produtos novos 4. Confiança e durabilidade
MAKOV, Tamar; FITZPATRICK, Colin., 2021.	Reparar	1. Obsolescência Percebida (Psicológica) 2. Depreciação mental do valor dos dispositivos (diminuição percebida do valor ou da utilidade) 3. Custo do reparo 4. Disponibilidade de serviços de reparo 5. Tempo e esforço

Fonte: elaborada pelos autores

Com base nos estudos das barreiras dos consumidores, várias ações práticas podem ser tomadas para melhorar as ações de sustentabilidade, conforme abordado a seguir.

4.3 Ações recomendadas para superar as barreiras comportamentais de e-waste

Diversas recomendações foram apresentadas nas pesquisas realizadas com o intuito de superar as barreiras dos consumidores. As recomendações mais citadas foram:

- Melhorar a infraestrutura e coleta de equipamentos eletroeletrônicos: Adotar uma abordagem de parceria público-privada com responsabilidade compartilhada entre governo, fabricantes e consumidores (ANANNO, Anan Ashrabi et al., 2021). Isso inclui aumentar os pontos de reciclagem (KANKANAMGE, Champika Ellawala, 2023) e facilitar o acesso aos centros de reciclagem por meio de programas como serviços de coleta, campanhas de coleta de resíduos eletrônicos ou a criação de centros de entrega de reciclagem próximos a áreas de grande circulação, como campi universitários (SHAHRASBI, A. et al., 2021).
- Realizar campanhas educativas: Conscientizar os consumidores sobre a importância da gestão adequada dos eletrônicos, informando sobre a infraestrutura e programas de coleta disponíveis (BANASZKIEWICZ, Kamil et al., 2022; SINGH, Shailender; ROUTROY, Srikanta; DASGUPTA, Mani Sankar, 2023).
- Reduzir a insegurança dos consumidores em relação à privacidade de dados: Desenvolver políticas específicas (ZHANG, Yue; WU, Song; RASHEED, Muhammad Imran, 2020), estabelecer padrões de certificação para a eliminação segura de dados (ZHANG, Ling et al., 2021) e fornecer informações sobre possíveis preocupações de privacidade (DHIR, Amandeep et al., 2021).

Superar as barreiras é um grande desafio. O envolvimento dos stakeholders é essencial para obter resultados positivos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos artigos científicos revelou um campo de pesquisa promissor para explorar as barreiras relacionadas ao comportamento do consumidor e outras ações sustentáveis, além da reciclagem e descarte adequado.

A gestão de resíduos eletrônicos é um desafio ambiental significativo que requer a cooperação de governos, empresas e consumidores. Este estudo destacou as principais barreiras enfrentadas pelos consumidores na gestão de e-waste, incluindo a falta de conscientização, infraestrutura inadequada e custos associados. A pesquisa revelou que, apesar das iniciativas existentes, a conscientização sobre esquemas de reciclagem ainda é insuficiente, sendo necessária estratégias que tornem a reciclagem mais acessível e simples.

Para superar essas barreiras, recomenda-se um esforço coordenado entre todos os stakeholders envolvidos. Governos devem investir em infraestrutura de reciclagem e estabelecer mais pontos de coleta acessíveis. Campanhas educativas e programas de conscientização são essenciais para informar e conscientizar os consumidores sobre a relevância da implementação de ações circulares. A promoção de uma economia circular, com foco nos princípios dos 10R da sustentabilidade, pode auxiliar na redução do e-waste e na adoção de práticas de consumo mais sustentáveis, garantindo um futuro ambientalmente responsável.

6. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A análise, realizada entre 2019 e 2024, restringiu-se ao site Scopus. Ampliar a pesquisa para anos anteriores, incluir outras plataformas acadêmicas e novas palavras-chave possibilitaria a identificação de outros aspectos do comportamento do consumidor que podem auxiliar na implementação de ações circulares no setor de eletrônicos.

REFERÊNCIAS

ABDUL WAHEED, Kareem et al. E-Waste Recycling Behavior in the United Arab Emirates: Investigating the Roles of Environmental Consciousness, Cost, and Infrastructure Support. *Sustainability*, v. 15, n. 19, p. 14365, 2023.

ANANNO, Anan Ashrabi et al. Survey and analysis of consumers' behaviour for electronic waste management in Bangladesh. *Journal of Environmental Management*, v. 282, p. 111943, 2021.

ARAIN, A. L. et al. Analysis of e-waste recycling behavior based on survey at a Midwestern US University. *Waste Management*, v. 105, p. 119-127, 2020.

BANASZKIEWICZ, Kamil et al. Household E-waste management: A case study of Wroclaw, Poland. *Sustainability*, v. 14, n. 18, p. 11753, 2022.

CHENG, Min-Jhih et al. Fostering environmentally responsible consumer behavior: a hierarchical approach toward smartphone recycling. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 69, n. 5, p. 2326-2336, 2020.

CHUN, Yoon-Young et al. What will lead Asian consumers into circular consumption? An empirical study of purchasing refurbished smartphones in Japan and Indonesia. *Sustainable Production and Consumption*, v. 33, p. 158-167, 2022.

CORDOVA-PIZARRO, Daniela et al. Circular economy in Mexico's electronic and cell phone industry: Recent evidence of consumer behavior. *Applied Sciences*, v. 10, n. 21, p. 7744, 2020.

DHIR, Amandeep et al. Behavioral reasoning theory (BRT) perspectives on E-waste recycling and management. *Journal of Cleaner Production*, v. 280, p. 124269, 2021.

ISLAM, Md Tasbirul; DIAS, Pablo; HUDA, Nazmul. Waste mobile phones: A survey and analysis of the awareness, consumption and disposal behavior of consumers in Australia. *Journal of Environmental Management*, v. 275, p. 111111, 2020.

ISLAM, Md Tasbirul; DIAS, Pablo; HUDA, Nazmul. Young consumers'e-waste awareness, consumption, disposal, and recycling behavior: A case study of university students in Sydney, Australia. *Journal of Cleaner Production*, v. 282, p. 124490, 2021.

JAFARI, Soroush Qoli; SHOKOUHYAR, Sajjad; SHOKOOHYAR, Sina. Producer-consumer sustainability continuum: Mutual understanding to implement extended producer responsibility. *Journal of Cleaner Production*, v. 374, p. 133880, 2022.

KANKANAMGE, Champika Ellawala. Consumer behavior in the use and disposal of personal electronics: A case study of university students in Sri Lanka. *Circular Economy and Sustainability*, v. 3, n. 1, p. 407-424, 2023.

LAEEQUDDIN, Mohammed et al. Factors that influence the safe disposal behavior of E-waste by electronics consumers. *Sustainability*, v. 14, n. 9, p. 4981, 2022

LI, Jingjing et al. Do recycling channels affect young consumers' choices for formal power battery recycling?. *Journal of Cleaner Production*, v. 425, p. 138766, 2023.

LIU, Junli et al. Why are obsolete mobile phones difficult to recycle in China?. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 141, p. 200-210, 2019.

MAKOV, Tamar; FITZPATRICK, Colin. Is repairability enough? big data insights into smartphone obsolescence and consumer interest in repair. *Journal of Cleaner Production*, v. 313, p. 127561, 2021.

NAJMI, Arsalan; KANAPATHY, Kanagi; AZIZ, Azmin Azliza. A pathway to involve consumers for exchanging electronic waste: a deep learning integration of structural equation modelling and artificial neural network. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, v. 24, p. 410-424, 2022.

PARK, Jihwan; KIM, Su Dong; CHOI, Sang Ok. Demonstrating the effects of behavioral control beliefs on the actual WEEE discharge routes: A case study in South Korea. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 163, p. 105088, 2020.

PESSANHA, Luiz Phillipe Mota; MORALES, Gudelia. Consumer behavior in the disposal of Information Technology Equipment: characterization of the household flow. *Gestão & Produção*, v. 27, p. e4313, 2020.

RATAY, Christoph; MOHNEN, Alwine. Motivating consumer-to-business smartphone returns: Evidence from a factorial survey experiment. *Journal of Cleaner Production*, v. 369, p. 133114, 2022.

RODRIGUES, Angela C.; BOSCOV, Maria EG; GÜNTHER, Wanda MR. Domestic flow of

e-waste in São Paulo, Brazil: Characterization to support public policies. *Waste Management*, v. 102, p. 474-485, 2020.

SHAHRASBI, Alireza; SHOKOUHYAR, Sajjad; ZEIDYAHYAE, Niusha. Consumers' behavior towards electronic wastes from a sustainable development point of view: An exploration of differences between developed and developing countries. *Sustainable Production and Consumption*, v. 28, p. 1736-1756, 2021.

SHOKOUHYAR, Sajjad; SHAHRASBI, Alireza. Revealing the reality behind consumers' participation in WEEE treatment schemes: a mixed method approach. *Journal of Environmental Planning and Management*, v. 65, n. 13, p. 2436-2467, 2022.

SINGH, Shailender; ROUTROY, Srikanta; DASGUPTA, Mani Sankar. Electrical and electronic equipment consumption pattern and e-waste disposal behaviour of individuals and households in India. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, v. 25, n. 4, p. 2390-2406, 2023.

VIGHNESH, Nanjangud Vishwanath; PATIL, Balachandra; CHANDRASHEKAR, Deepak. Evolving a conceptual framework for sustainable e-waste management: a consumer typology based on environmental behavior. *Journal of Indian Business Research*, v. 16, n. 1, p. 55-83, 2024.

WANG, Fang; LIU, Qiming; YIN, Xuewei. Exploring influencing factors of consumers' wasted household appliances disposal behavior considering product heterogeneity in China. *Journal of Cleaner Production*, v. 418, p. 138065, 2023.

WANG, Yacan et al. How product and process knowledge enable consumer switching to remanufactured laptop computers in circular economy. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 161, p. 120275, 2020.

WANG, Zhen; DUAN, Yongrui; HUO, Jiazhen. The impact of government intervention measures on recycling of waste electrical and electronic equipment in China considering consumer decision. *Energy Policy*, v. 160, p. 112697, 2022.

WIBOWO, N.; NURCAHYO, Rahmat; GABRIEL, D. S. Environmental awareness factor of used cell phones. *Global Journal of Environmental Science and Management*, v. 8, n. 1, p. 87-100, 2022.

YAMAMOTO, Haruhisa; MURAKAMI, Shinsuke. Which consumer psychological factors influence the lifetime of consumer electronic products? A case study of personal computers in Japan. *Waste Management*, v. 144, p. 233-245, 2022.

ZHANG, Ling et al. Understanding consumers' behavior intention of recycling mobile phone through formal channels in China: The effect of privacy concern. *Resources, Environment and Sustainability*, v. 5, p. 100027, 2021.

ZHANG, Yue; WU, Song; RASHEED, Muhammad Imran. Conscientiousness and smartphone recycling intention: The moderating effect of risk perception. *Waste Management*, v. 101, p. 116-125, 2020.