


Logística Reversa no Brasil: Barreiras, Estratégias e a atuação do Estado

Reverse Logistics in Brazil: Barriers, Strategies, and the Role of the State

Logística inversa en Brasil: barreras, estrategias y el papel del Estado

Vanessa Souza


Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
Endereço: Avenida Senador Filinto Müller, 1555 - Vila Ipiranga
CEP: 79074-460

 orcid.org/0000-0002-9474-2157

e-mail: souzavanessasvs@gmail.com

Adriano Marcos Rodrigues Figueiredo

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
Endereço: Avenida Senador Filinto Müller, 1555 - Vila Ipiranga
CEP: 79074-460

 orcid.org/0000-0002-3677-1291

e-mail: adriano.figueiredo@ufms.br

Resumo: Objetivou-se identificar as principais barreiras que dificultam o uso da Logística Reversa na gestão de resíduos no Brasil. Para isso, utilizou-se o método de revisão sistemática, apoiada no protocolo de revisão Prisma. Os dados foram coletados nas bases de informações Scopus, Web of Science, Science Direct e Portal Capes (teses e dissertações). A amostra final analisada foi composta por 21 estudos. Os dados extraídos foram categorizados à luz da análise temática de conteúdo. Evidenciou-se a presença de oito barreiras que dificultam o uso da LR no país, a saber: (B1) atuação do governo; (B2) participação do consumidor; (B3) infraestrutura e tecnologia; (B4) baixa adesão das organizações, (B5) involução do mercado secundário de comercialização de produto reciclado; (B6) econômico-financeira, (B7) falta de informações publicamente disponíveis e (B8) monitoramento e fiscalização. A partir desses achados, sugeriram-se algumas estratégias de melhoria para promoção da LR no país. Por meio da condução desse estudo, notou-se que o país, ao longo dos anos, institui algumas normas para promover melhoria na adesão da LR; porém, na prática, há diversas barreiras a serem mitigadas. Frente a isso, constata-se a necessidade de uma atuação mais efetiva do Estado, a fim de promover estratégias factíveis e que vão ao encontro da real necessidade de cada parte envolvida no processo. Este estudo contribui para o debate sobre a gestão de resíduos no Brasil e oferece insights para a formulação de políticas públicas mais eficazes e sustentáveis.

Palavras-Chave: Gestão de resíduos. Política Públicas. Sustentabilidade.

Abstract: The objective was to identify the main barriers hindering the use of Reverse Logistics in waste management in Brazil. To this end, a systematic review method was employed, supported by the PRISMA review protocol. Data were collected from the Scopus, Web of Science, ScienceDirect databases, and the CAPES Portal (theses and dissertations). The final sample consisted of 21 studies. The extracted data were categorized using thematic content analysis. The presence of eight barriers hindering the use of Reverse Logistics in the country was identified, namely: (B1) government action; (B2) consumer participation; (B3) infrastructure and technology; (B4) low adherence by organizations; (B5) decline of the secondary market; (B6) economic and financial; (B7) lack of publicly available information; and (B8) lack of monitoring and oversight systems. Based on these findings, some improvement strategies for promoting RL in the country were suggested. Through this study, it was noted that the country has, over the years, established some norms to promote improved adherence to sustainable recycling; however, in practice, there are several barriers to be mitigated. Given this, there is a need for more effective state action to promote feasible strategies that meet the real

needs of each party involved in the process. This study contributes to the debate on waste management in Brazil and offers insights for the formulation of more effective and sustainable public policies.

Keywords: *Waste management. Public policies. Sustainability.*

Resumen: *El objetivo fue identificar las principales barreras que dificultan el uso de la Logística Inversa en la gestión de residuos en Brasil. Para ello, se utilizó un método de revisión sistemática, con el apoyo del protocolo de revisión PRISMA. Los datos se recopilaron de las bases de datos Scopus, Web of Science, Science Direct y Portal CAPES (tesis y disertaciones). La muestra final analizada consistió en 21 estudios. Los datos extraídos se categorizaron mediante análisis de contenido temático. Se identificaron ocho barreras que dificultan el uso de la LR en el país: (B1) acción gubernamental; (B2) participación del consumidor; (B3) infraestructura y tecnología; (B4) baja participación organizacional; (B5) declive en el mercado secundario de productos reciclados; (B6) restricciones económicas y financieras; (B7) falta de información disponible públicamente; y (B8) monitoreo y cumplimiento. Con base en estos hallazgos, se sugirieron algunas estrategias de mejora para promover la LR en el país. A través de este estudio, se observó que el país, a lo largo de los años, ha establecido algunas normas para promover una mejor adherencia al reciclaje sostenible; sin embargo, en la práctica, existen diversas barreras que deben mitigarse. Por ello, se requiere una acción estatal más eficaz para promover estrategias viables que satisfagan las necesidades reales de cada parte involucrada en el proceso. Este estudio contribuye al debate sobre la gestión de residuos en Brasil y ofrece perspectivas para la formulación de políticas públicas más eficaces y sostenibles.*

Palabras Clave: *Gestión de residuos. Políticas Públicas. Sostenibilidad.*

Introdução

O crescimento populacional associado ao avanço tecnológico (Chiang et al., 2024), ao consumo excessivo e à industrialização descontrolada (Grutzmacher, Bonin, & Silva, 2024) tem contribuído para o aumento exponencial (quantidade e variedade) da geração de resíduos sólidos urbanos [RSU] em âmbito global (Martins & Ribeiro, 2021). Estima-se que tenham sido produzidos mundialmente 2,1 bilhões de toneladas de RSU (Global Waste Management Outlook, 2024) e 80,9 milhões no Brasil no ano de 2023 (Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente [Abrema], 2024).

Esse montante tende a se elevar e atingir a produção de 3,8 bilhões de toneladas em escala global e de 120 milhões de toneladas especificamente no Brasil até o ano de 2050, conforme os dados apresentados pelo relatório Global Waste Management Outlook (2024). Essa condição se configura como uma preocupação em nível global, pois o gerenciamento inadequado desses materiais impacta negativamente na saúde humana, no meio ambiente (Rebehy, Lima, Novi, & Salgado Júnior, 2019), no desperdício de recursos e nas emissões excessivas de carbono na atmosfera (Grutzmacher et al., 2024).

Pressionados pelas questões ambientais e climáticas, diversos países têm criado legislações focadas na gestão desses resíduos (Guarnieri, Cerqueira-Streit, & Batista, 2020). No Brasil, por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos [PNRS], instituiu-se a obrigatoriedade do uso da Logística Reversa [LR], pautada nas seguintes ordens de prioridade: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada” (Brasil, 2010, s.p.).

A LR é definida pela PNRS como instrumento que engloba “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” (Brasil, 2010, s.p.).

Em geral, o modelo reverso envolve diferentes operações, como coleta/separação, desmontagem, classificação, reparo, revenda, remanufatura e reciclagem dos materiais (Kannan, Solanki, Darbari,

Govindan, & Jha, 2023).

No Brasil, são obrigados a implementar o sistema de LR os fabricantes, os importadores, os distribuidores e os comerciantes dos seguintes produtos: (i) agrotóxicos, (ii) pilhas e baterias; (iii) pneus, (iv) óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens, (v) lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, (vi) produtos eletroeletrônicos e seus componentes e (vii) outros produtos e embalagens (Brasil, 2022; Brasil, 2010).

Embora a implementação da LR tenha indicado um avanço nas ações ambientais do país e esteja vigente há mais de uma década (Abrema, 2024), na prática, sua adesão ainda não obteve concretude, pois o Brasil tem apresentado dificuldades para prover o adequado funcionamento desse modelo de gestão, bem como de sua ampliação aos demais setores.

Os dados do relatório sobre resíduos sólidos publicado pela Abrema, indicam que mais de 41% dos RSU gerados no país ainda recebem destinação ambientalmente inadequada (Abrema, 2024). Como efeito desse processo, intensificam-se as perdas econômicas decorrentes da não recuperação de materiais recicláveis, estimadas em 2,5 bilhões de dólares por ano. Ainda, ampliam-se os gastos decorrentes de problemas de saúde associados à deposição desses resíduos em locais inadequados. Entre os anos de 2016 a 2021, esses custos foram de 1,8 bilhão de dólares ao país (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais [Abrelpe], 2022).

Esse panorama de baixa adesão a LR retarda o alcance dos objetivos propostos pela PNRS, como o de eliminar os lixões a céu aberto no Brasil, por exemplo (Brasil, 2010), cujo prazo de encerramento tem se estendido desde o ano de 2014, porém sem eficácia.

Pautado nisso, infere-se a necessidade de se discutir com mais afinco mecanismos para a melhoria do processo reverso no país, pois a gestão de resíduos é um problema social e ambiental que tem se tornado cada vez mais crítico face à questão climática vivenciada em e que tende a se acentuar caso os países não promovam meios sustentáveis e eficazes para lidar com essa situação.

Neste contexto, a LR configura-se como uma ferramenta fundamental, pois não se limita a gestão de resíduos, mas promove a preservação ambiental, a promoção da sustentabilidade e o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável [ODS] pelo país, como o ODS 11 (cidades e comunidades sustentáveis), ODS 12 (consumo e produção responsáveis) e ODS 13 (ações climáticas).

Diante disso, esta pesquisa é motivada pela seguinte questão: quais são as barreiras que obstaculizam o uso da Logística Reversa na gestão de resíduos? Diante disso, objetivou-se identificar as principais barreiras que dificultam o uso da Logística Reversa na gestão de resíduos no Brasil.

Para isso, conduziu-se uma revisão sistemática [RS], posto que essa ferramenta permite identificar e organizar o maior número possível de estudos relevantes sobre o tema, evidenciando lacunas, controvérsias e consensos existentes na literatura (Santesso & Guyatt, 2025). Com isso, foi possível aos autores identificarem desafios que já foram documentados, ao invés de apenas reunirem opiniões isoladas por meio de entrevistas com atores locais, por exemplo.

Cientes das limitações inerentes à RS, incluindo a possibilidade de vieses e heterogeneidade metodológica entre os estudos, os pesquisadores adotaram critérios rigorosos de inclusão e exclusão, realizaram buscas em múltiplas bases de dados para ampliar a cobertura da literatura e submeteram os estudos selecionados a uma avaliação crítica de qualidade (Page et al., 2021).

Evidencia-se que o tema “logística reversa” tem sido pesquisado na literatura acadêmica, apresentando-se diferentes enfoques teóricos e analíticos. Alguns estudos concentram-se em discutir a LR de categorias específicas de resíduos, como equipamento eletroeletrônico (Kawamoto, 2022;

Santos & Ogunseitan, 2022; Cardoso, Rotolo, Valle, Ottoni, & Fernandes, 2021; Rocha, Teixeira, Vasconcelos, Gonçalves, & Servare Junior, 2020); baterias (Castro et al., 2022; Azadnia, Onofrei, & Ghadimi, 2021); lâmpadas fluorescentes (Leopoldino, Mendonça, Siqueira, & Borba, 2019), resíduos de medicamentos (Silva et al., 2022; Silva, 2021) e de embalagens de agrotóxicos (Marsola, Oliveira, Filassi, Elias, & Rodrigues, 2021). Outros estudos abordam a LR de maneira geral (Mallick, Salling, Pigosso, & McAloone, 2023; Guarnieri et al., 2020; Prajapati, Kant, & Shankar, 2019; Rebehy et al., 2019).

A fim de contribuir com as pesquisas já existentes, a presente revisão adota uma abordagem descritivo-analítica orientada à identificação dos principais desafios inerentes à logística reversa, buscando apontar caminhos e ações para seu enfrentamento, sobretudo para subsidiar a formulação e o aprimoramento de políticas públicas para o Brasil.

Essa pesquisa encontra-se dividida em cinco partes. A primeira é composta pela introdução do estudo; a segunda, pela revisão de literatura; a terceira, pelos elementos metodológicos; a quarta, pela análise e discussão dos resultados e a quinta, pelas considerações finais.

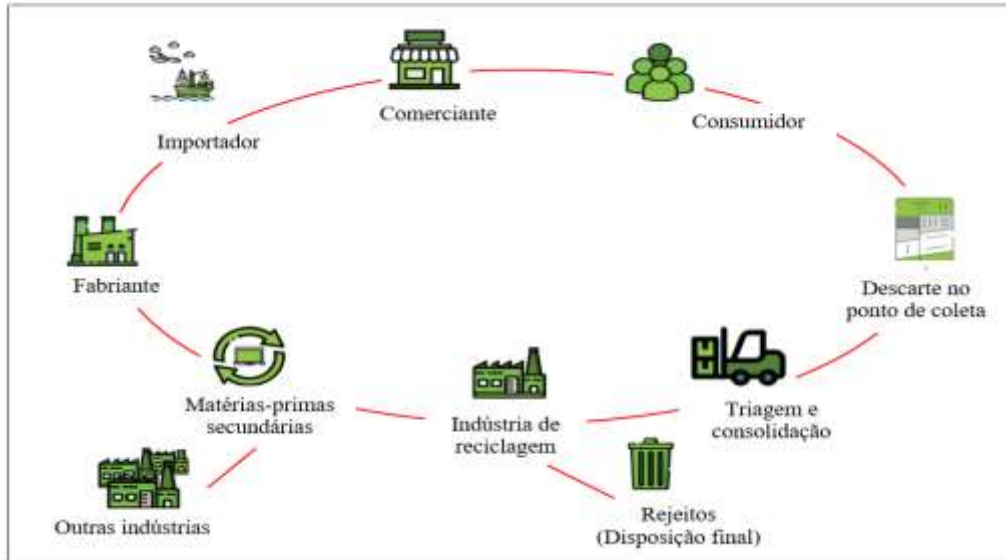
Situação regulatória atual da LR no Brasil

O debate acerca da gestão de resíduos sólidos tomou dimensões globais na década de 1970, mas o interesse por essa questão em certos países em desenvolvimento é algo mais recente. No Brasil, a regulamentação sobre o assunto foi aprovada no ano de 2010, por meio da Lei n.º 12.305, denominada de Política Nacional de Resíduos Sólido (Costa & Dias, 2020).

Essa normativa instituiu o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a LR como um de seus principais instrumentos, de forma a desonerar os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, a partir de responsabilidades atribuídas ao setor privado (Brasil, 2022).

De acordo com a PNRS e ratificada pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos [Planares] por meio do Decreto 11.043/2022 (Brasil, 2022), a operacionalização da LR (Figura 1) deve obedecer às seguintes fases: (a) descarte do produto pós-consumo pelo consumidor nos pontos de coleta; (b) recebimento e armazenamento temporário do produto pelos comerciantes; (c) transporte dos produtos até o ponto de concentração para destinação final; e (d) destinação final ambientalmente adequada. Sendo essas duas últimas etapas de responsabilidade dos fabricantes e/ou importadores (Brasil, 2022).

Figura 1. Sistema de logística reversa



Fonte: Sinir (2022 *apud* Brasil, 2022).

A PNRS e seu Decreto regulamentador estabeleceram três instrumentos distintos para a implementação de sistemas de LR (Brasil, 2022), conforme evidenciados abaixo (Brasil, 2022a):

(i) Acordos setoriais: quando o setor empresarial (fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes) apresenta proposta formal do sistema de LR, o Ministério de Meio Ambiente [MMA] disponibiliza essa proposta à consulta pública pelo período de 30 dias e solicita apreciações sobre a matéria a órgãos federais com interesses no assunto. Ao final, o MMA retorna com o aceite, alterações ou recusa;

(ii) Regulamentos expedidos pelo poder público: o instrumento é elaborado pelo MMA e disponibilizado para apreciação de órgãos governamentais de interesse e para consulta pública (Brasil, 2020);

(iii) Termo de compromisso: ocorre quando não há acordo setorial ou decreto na mesma área de abrangência, ou para o estabelecimento de metas mais restritivas. Não é precedido de consulta pública (Brasil, 2020);

No caso de a instituição empresarial não aderir a nenhum acordo coletivo, deverá operacionalizar diretamente seu sistema de LR, ou por meio de terceiros, sem a participação de entidades gestoras. Neste contexto, devem dar destinação adequada a 100% dos produtos coletados (Brasil, 2020).

Em termos de penalidades, o descumprimento de obrigação na implantação do sistema de LR nos termos do disposto na Lei nº 12.305/2010, implica em crimes ambientais (conforme Decreto nº 6.514/2008). Em relação ao consumidor, havendo descumprimento de suas obrigações, em primeiro momento, há penalidade de advertência; em hipótese de reincidência, multas com valores médios de R\$ 50 a R\$ 500, a qual poderá ser convertida em serviço de preservação e melhoria do meio ambiente (Brasil, 2022).

A fim de fomentar a reciclagem e estimular as empresas a aderirem ao modelo reverso, em 2023, o governo federal instituiu, por meio do Decreto nº 11.413, três formatos de certificações: (i) o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa [CCRLR], (ii) o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral [CERE] e (iii) o Certificado de Crédito de Massa

Futura.

Ambas podem ser adotadas de forma voluntária pelos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, para fins de comprovação do cumprimento das metas de LR. A ideia central consiste em compensação ambiental (Brasil, 2023).

Claramente percebe-se que a legislação brasileira buscou impor a cada parte envolvida, sua respectiva responsabilidade ao longo dos anos. Por meio de Decretos, o país têm tentado promover melhorias na adesão a LR, todavia, na prática, nota-se que a implementação da LR tem sido apontada como incipiente para lidar com o problema dos resíduos (Dias, Palomero, Cenci, Scarazzato, & Bernardes, 2022). Segundo Echegaray e Hansstein (2017, p. 181) esse aparato legal “permanece em grande parte desconhecido pelos consumidores e mal aplicado, tanto pelos fabricantes, quanto pelas autoridades locais”.

Sendo assim, é perceptível a necessidade da adoção de estratégias por parte do governo, afim de promover melhorias nesse processo, pois transformar a legislação em prática eficiente, contínua e economicamente viável exige não apenas normas, mas também ações que promovam uma gestão integrada, considerando o comprometimento e atuação de todos os atores que compõe a cadeia produtiva e de consumo.

Elementos metodológicos da pesquisa

Este estudo utilizou-se de RS qualitativa, pautado em Gough (2015) que menciona que, quando o objetivo de um dado estudo é compreender desafios, barreiras, contextos e percepções, a síntese qualitativa é a indicada.

Diversas são as ferramentas que podem ser utilizadas para a condução de uma RS; para a elaboração desta, optou-se pelo uso das diretrizes propostas pelo Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA/2020), haja vista ser um protocolo amplamente adotado em estudos científicos, devido à sua abordagem precisa e clara (Page et al., 2021).

A partir de diretrizes predefinidas, o Prisma possibilita ao pesquisador “identificar, selecionar, avaliar e sintetizar estudos” (Page et al., 2021, p. 172) baseado em uma análise rigorosa, a fim de reduzir vieses e permitir ao pesquisador elaborar relatórios finais mais completos e precisos (Page et al., 2021).

Esta revisão foi norteadada pela seguinte questão: quais são as barreiras que obstaculizam o uso da Logística Reversa na gestão de resíduos? Os dados foram coletados entre os meses de agosto e dezembro de 2023, utilizando-se o filtro por ano de publicação (2019–2023).

Esse período reflete a fase de elaboração de alguns instrumentos políticos, na tentativa de implementar a LR de forma mais sistemática em diferentes cadeias produtivas do Brasil. Dentre eles, citam-se as negociações institucionais (2019), que antecederam a elaboração do Decreto nº 10.240 (2020), que, apesar de ser específico para a implementação da LR de produtos eletroeletrônicos, representa um avanço nas discussões sobre o tema.

Soma-se a isso a instituição do Decreto nº 10.936 (2022) voltada a regulamentar PNRS/2010, e a retomada da agenda ambiental no âmbito federal (2023), com ênfase no cumprimento da Agenda de 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

As buscas se deram em periódicos nacionais e internacionais, por meio de acesso às plataformas Scopus, Web of Science, Science Direct e Portal Capes (teses e dissertações). Essas bases foram

selecionadas dada sua relevância científica e ampla cobertura de periódicos revisados aos pares. Ademais, a utilização de múltiplas bases permitiu ampliar o alcance da busca e reduzir vieses de seleção e publicação, contribuindo para a confiabilidade dos resultados dessa RS.

Para identificar os estudos relacionados ao tema de interesse, utilizaram-se os seguintes termos:

- (barrier OR challenge) AND “reverse logistics” AND Brazil, para a buscas nas plataformas Science Direct, Scopus Web of Science e;
- (barreira OR desafio) AND “logística reversa” AND Brasil, para as buscas no Portal Capes de teses e dissertações.

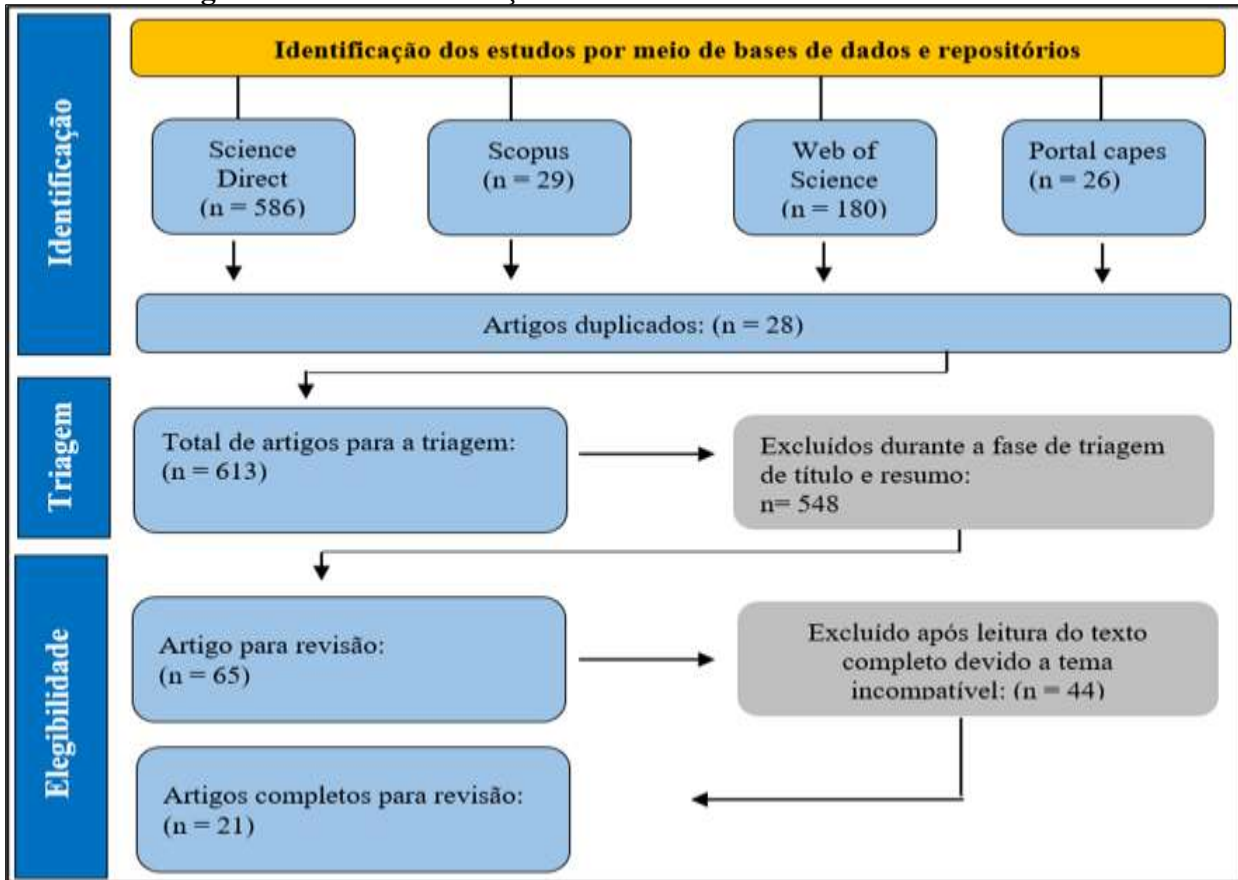
Obteve-se um total de 821 estudos. Após contabilizar a duplicidade, sobraram 613 artigos, os quais foram submetidos à fase de triagem: títulos, resumos e palavras-chave foram lidos com o intuito de selecionar as publicações científicas potencialmente aderentes aos seguintes critérios de inclusão (elegibilidade): (a) contemplar a logística reversa; (b) apresentar barreiras e/ou desafios para o uso de LR; e (c) ser publicação completa em inglês ou português.

Como critério de exclusão: artigos duplicados; indisponíveis na íntegra; capítulos de livros, artigos de eventos e monografias.

Nessa primeira etapa, 65 estudos atenderam aos critérios de inclusão e foram lidos na íntegra; desses, 41 foram excluídos por não abordarem de forma direta e sistemática as barreiras e os desafios relacionados à LR, apresentarem foco predominantemente técnico ou operacional sem análise crítica dos entraves à sua implementação, ou tratarem a LR de forma indireta, superficial ou secundária. A amostra final incluiu 21 estudos (Figura 2).

As informações coletadas foram categorizadas por meio da análise de conteúdo indutivo, a fim de possibilitar que as categorias emergissem livremente do material analisado. Seguiram-se três fases, conforme premissas de Bardin (2016). Na primeira fase, denominada de pré-análise, os autores conduziram leitura flutuante, organizaram e prepararam o material (definição do corpus). Na segunda, efetuou-se a codificação do material, em que os trechos relevantes foram agrupados por similaridade temática; e, na terceira, os dados categorizados foram organizados e analisados à luz do referencial teórico adotado, possibilitando assim a interpretação dos achados.

Figura2. Processo de seleção dos estudos utilizados na revisão sistemática



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Oito categorias de barreiras emergiram da análise: (B1) atuação do governo; (B2) participação do consumidor; (B3) infraestrutura e tecnologia; (B4) baixa adesão das organizações, (B5) involução do mercado secundário de comercialização de produto reciclado; (B6) econômico-financeira, (B7) falta de informações publicamente disponíveis e (B8) monitoramento e fiscalização.

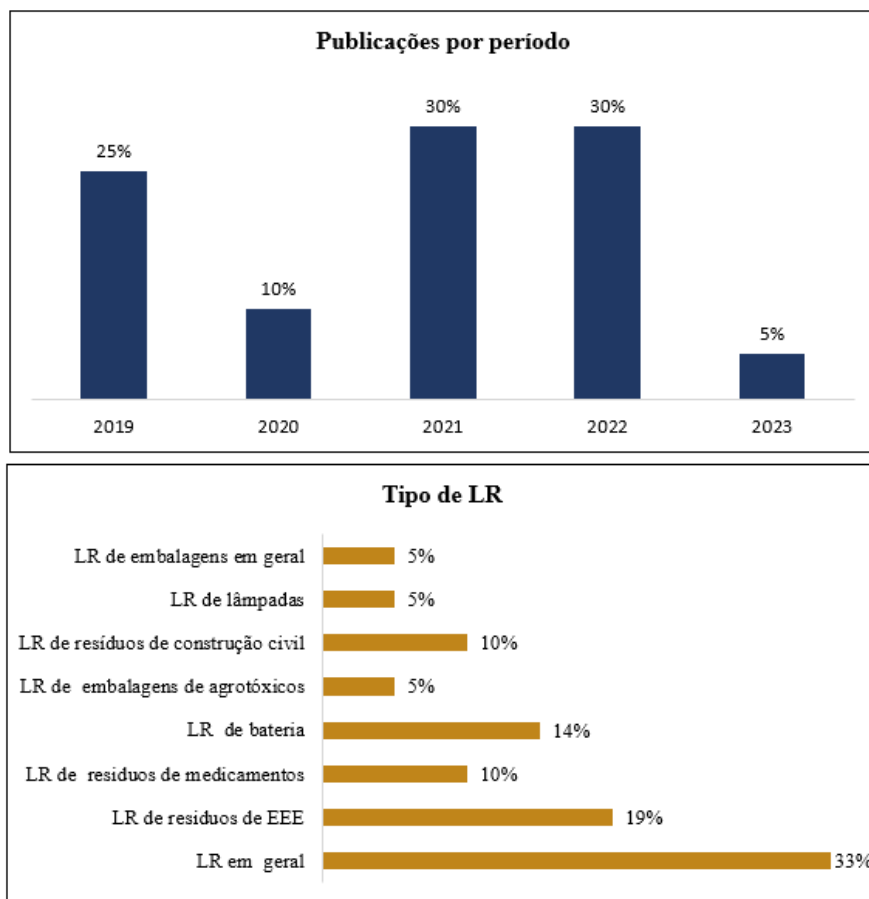
Essa pesquisa não foi registrada no sistema internacional de registros de RS (PROSPERO), conforme indicado pelas diretrizes Prisma, pois o tema aqui abordado não carece de registro, segundo informações contidas na base da Prospero. Sendo essa base utilizada prioritariamente em RS da área de saúde.

Resultados e discussão

Esta seção inicia-se com uma breve análise descritiva das publicações e encontra-se dividida em duas subseções. Na primeira as barreiras são discutidas; e na segunda, sugere-se a estratégia de melhoria para a LR no país.

Inicialmente, conduziu-se a análise descritiva (Figura 3) com o objetivo de detalhar as publicações por período e os temas discutidos nos estudos que compuseram o corpus dessa RS.

Figura 3. Análise descritiva dos estudos



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Do ponto de vista do conteúdo, nota-se que os estudos trataram uma gama diversificada de temas. Alguns exploraram a LR, voltando-se especificamente para determinado resíduo, enquanto outros concentraram-se na LR de modo amplo.

Barreiras à logística reversa

Nesta pesquisa (Figura 4) o termo “barreira” refere-se aos fatores que restringem ou obstruem o desempenho da LR em qualquer setor. A seguir, cada barreira é apresentada e discutida.

A barreira de “**atuação do governo**” relaciona-se ao seu debilitado desempenho em três principais

vertentes. A primeira relaciona-se à elaboração de estratégias que possam auxiliar os municípios a adotarem práticas de coletas, considerando a morosidade das cidades na instituição de práticas sustentáveis (Mallick et al., 2023; Castro et al., 2022).

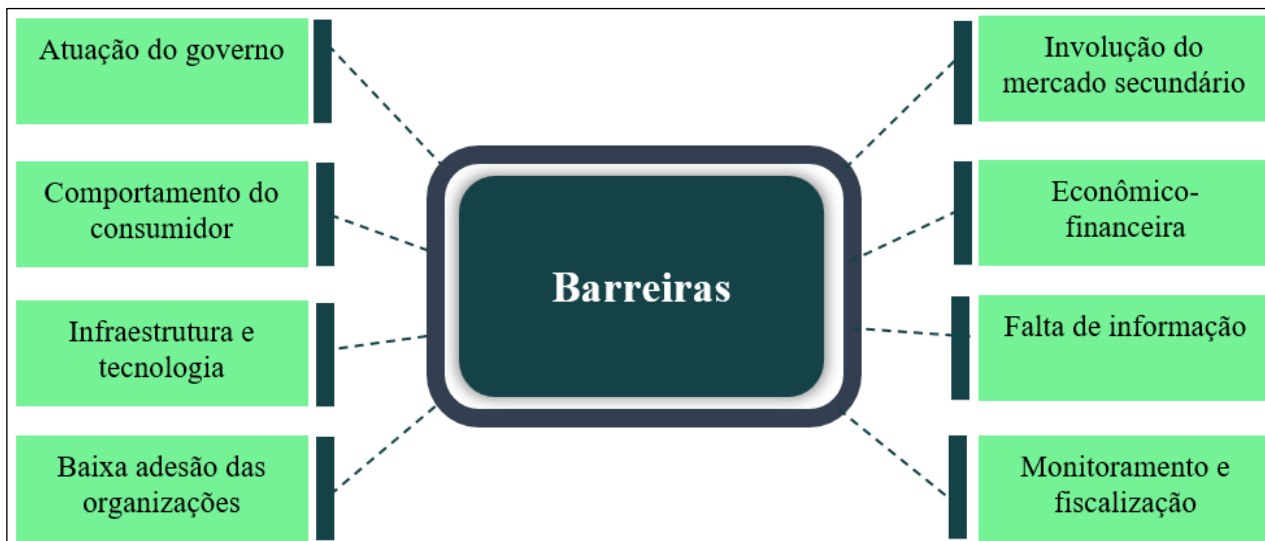
A segunda abrange a formulação de leis aplicáveis, que envolvam incentivos, fiscalização e penalização, criando sinergia entre as políticas do país (Kawamoto, 2022), pois a ausência de políticas claras e abrangentes “cria um vácuo regulatório, levando a interpretações e aplicações variadas das leis existentes” (Sonar et al., 2024, p.1).

Por fim, a terceira diz respeito à criação de estratégias para promover o engajamento das partes, incluindo a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais (Castro et al., 2022), afim de que cada ator envolvido no processo de LR cumpra adequadamente sua responsabilidade (Malick et al., 2023), pois a integração desses stakeholders é tida como um dos principais desafios a serem superados.

Uma das razões para a ineficiência governamental decorre da forma leniente com que o poder Legislativo atua, demonstrando assim que o processo institucional é moldado por interesses e nem sempre se traduz em atuação efetiva (Prokopiuk, Barcellos, & Pougy, 2024).

Como consequência disso, nota-se a incipiente participação dos municípios em elaborar ações para promover a LR em seu território; e, com isso, a abstenção dos stakeholders ao cumprimento de seu dever perante a legislação (Mallick et al., 2023). Pautado nisso, evidencia-se que a LR, apesar de ser uma estratégia instituída normativamente, apresenta uma efetividade prática limitada.

Figura 4. Barreiras existentes à LR nos diversos setores



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

A barreira “**comportamento do consumidor**” associa-se a fatores que limitam ou dificultam sua participação no processo de descarte do produtos pós-vida útil aos pontos de coleta. Dentre os motivos elencados para isso, estão: desconhecimento sobre descarte e reciclabilidade do produto (Castro et al., 2022); ausência de conhecimento sobre os danos ambientais advindos do descarte indevido; dificuldade em acessar os centros de coletas (Marsola et al., 2021) e falta de incentivos financeiros (Helinski, Englisch, Westmattmann, & Schewe, 2024).

Como reflexo, nota-se que grande parte dos produtos consumidos mundialmente não são reciclados. Em âmbito global, cerca de 33% dos RSU gerados são despejados de forma irregular, queimados ou não coletados (World Bank, 2023). No Brasil, esse percentual chega a 41% (Abrema, 2024).

A barreira de “**infraestrutura e tecnologia**” relaciona-se à falta de estrutura física (Mallick et al., 2023; Guarnieri et al., 2022) e de tecnologias adequadas para viabilizar o retorno e destinação final adequada dos produtos (Mallick et al., 2023).

Dentre os fatores associados a essa barreira estão a dificuldade de transporte, a falta de infraestrutura, o número limitado e distribuição geográfica desigual de pontos de coleta (Castro et al., 2022; Leopoldino et al., 2019), a falta de conhecimento técnico para reciclagem e a falta de tecnologia adequada, entre outros (Mallick et al., 2023; Prajapati et al., 2019).

Esse cenário reflete na eficiência dos mecanismos de devolução e de retirada de produtos do mercado (Brkljač et al., 2024). Além disso, a falta de tecnologia dificulta a implementação completa de processos de coleta, triagem e recuperação de materiais recicláveis (Olipp, Schwarze, & Woschank, 2025).

Frente a isso, é importante que os processos de reciclagem já usados em outros países possam ser avaliados economicamente, a fim de serem usados aqui no Brasil, considerando a nossa realidade local (Santos & Ogunseitan, 2022).

A barreira de “**baixa adesão das organizações ao processo de LR**” abrange o desinteresse das empresas em querer investir nas práticas de RL. Em geral, isso é influenciado por distintos motivos, como falta de mão de obra capacitada, incipientes incentivos financeiros e de investimentos (Silva, Santos, Silveira, & Barros, 2025), resistência dos gestores às mudanças institucionais e baixo compromisso dos gestores empresariais com a LR, entre outros (Silva et al., 2022).

Em decorrência desse cenário, as empresas deixam de aproveitar o valor residual dos produtos pós-consumo, apresentam menor eficiência na gestão de resíduos e contribuem para o aumento do descarte inadequado, gerando impactos ambientais negativos em vez de promover a reinserção dos materiais nos ciclos produtivos (Silva et al., 2025).

A “**involução do mercado secundário**” diz respeito à ausência de um mercado estruturado para receber, comercializar e/ou reaproveitar os produtos pós-consumo. Sendo identificada como uma barreira que precisa ser discutida, haja vista os diversos empecilhos que dificultam sua expansão e eficiência. Entre as quais estão a falta de um mercado secundário bem estruturado, a baixa percepção dos consumidores sobre a qualidade do produto reciclado e a dificuldade de comercialização desse produto (Mallick et al., 2023; Prajapati et al., 2019).

Essa limitação impede que produtos retornados sejam direcionados a canais eficientes de comercialização e valorização (Arroyo, Barreto, Vasquez, & Nicola, 2023) e, conseqüentemente, desestimula as organizações que tenham interesse em investir nesse mercado.

A barreira “**econômico-financeira**” está associada ao custo de operacionalização do fluxo reverso e inviabilidade econômica (Guarnieri et al., 2022), pois a economia de larga escala para a LR ainda é incipiente. Os custos diferem entre os países e estão associados a uma série de elementos, que se subdividem em custos de coleta e de reciclagem/manuseio (Rebehy et al., 2019).

No Brasil, o transporte constitui a principal despesa da LR, devido a fatores como a extensão territorial do país e a autonomia dos estados, que permite a cada estado instituir tributos específicos dentro de sua jurisdição (Rebehy et al., 2019).

Esses fatores atuam como inibidores de investimentos em atividades voltadas a LR, sobretudo quando o retorno esperado é baixo, diminuindo as expectativas dos investidores sobre os ganhos financeiros e operacionais (Brkljačet al., 2024).

A **“falta de informações publicamente disponíveis”**, refere-se à incipiente quantidade de informações disponíveis e à oferta de informações desatualizadas. O governo federal, por meio do Ministério do MMA, criou uma plataforma denominada de Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos [SINIR]. Essa iniciativa visa coletar dados e disponibilizar informações que ajudem na formulação de ações, no monitoramento e na avaliação da PNRS (Brasil, 2022). Embora seja a principal fonte de dados sobre resíduos, o sistema encontra-se desatualizado e apresentando poucas informações. Sua última atualização ocorreu em 2019.

A falta de informações atualizadas, impede que estudos sobre estratégias relacionadas à geração, reutilização, reciclagem e destino final de resíduos avancem no Brasil (Castro et al., 2022), impossibilitando que novos mecanismos que facilitem a adoção da LR possam ser discutidos no país.

Por fim, aponta-se a barreira associada à **“ausência de sistemas de monitoramento e fiscalização”** no processo como um todo. A deficiência de monitoramento, por exemplo, repercute negativamente no rastreamento, na quantificação e na gestão eficiente dos resíduos. Na ausência de uma monitorização apropriada, surgem problemas como escassez de informações confiáveis e dificuldade em fazer cumprir as responsabilidades das partes envolvidas, já que a rastreabilidade dos resíduos é fundamental para assegurar que os fabricantes e outros envolvidos cumpram com suas obrigações na LR.

A ausência de fiscalização, por sua vez, favorece o surgimento de um mercado ilegal para a comercialização de resíduos de equipamentos, sobretudo os eletrônicos, devido à presença de materiais com elevado valor no setor de reciclagem (Kawamoto, 2022).

Embora as barreiras tenham sido discutidas separadamente a fim de possibilitar ao leitor um maior conhecimento sobre os fatores que impactam cada uma, é salutar mencionar que há uma interrelação entre elas, conforme mencionado no estudo de Soares, Paço, Braga e Arantes (2025). Inevitavelmente ambas interagem entre si (Xu & Zou, 2020).

A baixa atuação do governo, por exemplo, impacta na baixa participação dos diversos stakeholders. Além disso, a ausência de incentivo governamental influencia na incipiente adesão das organizações ao modelo reverso, que acaba inibindo a expansão do mercado secundário.

Barreiras econômicas, como altos custos e baixo retorno financeiro esperado, estão frequentemente associadas a limitações tecnológicas e à ausência de infraestrutura adequada, uma vez que a falta de recursos inviabiliza investimentos em sistemas de coleta, triagem e processamento (Silva et al., 2025).

De forma semelhante, a falta de política pública clara faz com que as partes interessadas se abstenham de suas responsabilidades, já que a política atual (PNRS) apresenta ausência de mecanismos de “fazer cumprir a lei” (Santiago, Marotti, Pugliesi & Gonçalves, 2023).

A partir desse achado, é possível inferir que, dentre as diversas barreiras citadas, a “atuação do governo”, apresenta maior grau de latência, pois sua atuação impacta a presença das demais barreiras identificadas. Sendo essa é a barreira mais crítica a ser superada para que a LR possa avançar no Brasil.

Melhorias necessárias para a LR no Brasil

A partir da leitura conduzida nos materiais analisados nessa RS, sugerem-se algumas ações importantes a serem implementadas pelo poder público para promover melhorias na LR no país, que incluem mecanismos de estímulo à participação do consumidor, oferta de incentivos, discussão sobre modelos de precificação, instituição de mecanismos de monitoramento e fiscalização, ajustes regulatórios, entre outras.

A “**promoção da participação ativa dos consumidores**” no processo de descarte pode ser feita por meio da instituição de incentivos, como desconto na compra de produtos novos, geralmente do mesmo tipo, benefícios fiscais, cupom de descontos, entre outros (Mallick et al., 2023). Em conjunto a isso, é importante facilitar o descarte dos equipamentos inutilizáveis, por meio de oferta de coleta de porta em porta, estratégias já aderida por países como Alemanha e Japão (Sheoran & Gupta, 2023); redução de distância aos centros de coleta ou ampliação do nível de serviço de coleta (Flygansvaer, Samuelsen, & Stoye, 2021).

Promoção de “**ações de educação ambiental**”, conforme prerrogativas contidas no Plano Nacional de Resíduos Sólidos de 2022 (Brasil, 2022) que podem ocorrer por meio de campanhas informativas sobre como, onde e quando devolver os produtos, bem como a divulgação de informações por meio de rótulos nos produtos, anúncios na TV, rádio, internet, entre outros canais (Mallick et al., 2023).

A fim de garantir que os equipamentos possam ser descartados de forma adequada, o governo necessita “**investir em mecanismos de monitoramento e fiscalização**”. Isso pode ser feito, segundo Sheoran e Gupta (2023), por meio de rastreamento do produto, mediante o uso de etiquetas de identificação por radiofrequência (RFID). Essas etiquetas seriam ativadas no momento da aquisição do produto e permaneceriam assim, até que o produto fosse entregue a algum espaço de reciclagem adequado após seu uso.

Com o objetivo de incentivar a contribuição dos diferentes atores envolvidos no processo e viabilizar o sistema de LR, é fundamental que o Estado “**elabore estratégias de precificação**”. Essas estratégias podem ser determinadas pelo (i) sistema de livre mercado, (ii) mediante a responsabilidade do fabricante, ou (iii) pela implementação de uma taxa de serviço (Lagarinhos & Tenório, 2013).

Juntamente a isso, necessita-se de que sejam instituídas políticas públicas focadas na “**oferta de incentivos econômicos**” para que as indústrias se engajem nos projetos (Silva, 2021), como, por exemplo, por meio de subsídios para que ações de LR se tornem escaláveis (Silva et al., 2022). Esses incentivos devem ser pensados também para estimular o mercado secundário e podem envolver incentivos fiscais e linhas de crédito para recicladoras (Couto & Lange, 2017).

No intento de reduzir o mercado ilegal de reciclagem e promover uma melhor participação dos catadores, haja vista serem importantes atores na gestão de resíduos, o país pode direcionar seus esforços para a “**formalização da reciclagem informal**”, conforme estratégias já implementadas em nações como China e Índia (Santos & Ogunseitan, 2022). Para Rebehy et al. (2019) é primordial que os formuladores de políticas públicas “**revisem a legislação brasileira**”, sobretudo focando na discussão de incentivos econômicos, fiscais e transporte.

A fim de auxiliar na “**redução de custos sobre o transporte**”, o governo pode instituir políticas de isenção de tributos sobre resíduos do sistema de LR (Rebehy et al., 2019). Em adição a isso, é

importante que sejam “**investidos recursos em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)**”, com a finalidade de promover eficiência na LR e reduzir custos. É salutar mencionar que as estratégias a serem adotadas pelo poder público carecem estar alinhadas com os interesses econômicos e socioambientais dos stakeholders (Rebehy et al. ,2019), para atender às reais necessidades de ambos os envolvidos.

Ademais, menciona-se que esse rol de estratégias é exemplificativo; não se teve a intenção de exaurir a discussão, mas sim apresentar estratégias que podem ser discutidas e inclusas para qualquer setor que se utiliza da LR, dado que algumas barreiras, por exemplo, a de baixa participação do consumidor, são comuns a todos os setores que se utilizam da LR no Brasil.

Sabe-se que a LR pode ser aplicada a vários setores, porém, dada a especificidade de cada equipamento, espera-se que cada setor, em consonância com as diretrizes da PNRS/2010, institua uma regulamentação própria, de modo a tornar a operacionalização de seu processo factível. Alguns setores, como o de embalagem de agrotóxico, já a dispõem; outros, como os de equipamentos fotovoltaicos, estão em processo de discussão, conforme estudo desenvolvido por Souza, Figueiredo e Espejo (2024).

Considerações Finais

O objetivo desta pesquisa consistiu em identificar as principais barreiras que dificultam o uso da Logística Reversa na gestão de resíduos no Brasil. A partir da elaboração de uma RS, por meio do método Prisma/2020, constatou-se a existência de oito importantes barreiras que necessitam ser mitigadas, como a/o: (B1) atuação do governo; (B2) participação do consumidor; (B3) infraestrutura e tecnologia; (B4) baixa adesão das organizações, (B5) involução do mercado secundário de comercialização de produto reciclado; (B6) econômico-financeira, (B7) falta de informações publicamente disponíveis e (B8) monitoramento e fiscalização.

Pautado nessas barreiras, pôde-se elencar algumas estratégias de melhorias que incluem mecanismos de estímulo à participação do consumidor, oferta de incentivos, discussão sobre modelos de precificação, instituição de mecanismos de monitoramento e fiscalização, ajustes regulatórios, redução de custos de transporte, investimento em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento, entre outras.

A partir da condução desse estudo, observou-se que o país, ao longo dos anos, instituiu algumas normas para promover melhoria na adesão da LR, porém, na prática há diversas barreiras a serem mitigadas. Frente a isso, nota-se a necessidade de uma atuação mais efetiva do Estado, a fim de promover estratégias factíveis e que vão ao encontro da real necessidade de cada parte envolvida no processo.

Referências

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais- Abrelpe (2022). *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022*. Abrelpe: São Paulo, Brasil.

Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente -Abrema. (2024). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil- 2024*. Disponível em: <<https://www.abrema.org.br/panorama/>>. Acessado em: fev. 2025.

Arroyo, L. Á. B., Barreto, C. A. D. L. S., Vasquez, O. B. S., & Nicola, R. J. V. (2023). The importance of reverse logistics and green logistics for sustainability in supply chains. *Journal of business and entrepreneurial studie*, 7(4), 46-72. <https://doi.org/10.37956/jbes.v7i4.351>

Azadnia, A. H., Onofrei, G., & Ghadimi, P. (2021). Electric vehicles lithium-ion batteries reverse logistics implementation barriers analysis: a TISM-MICMAC approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 174,105751. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105751>

Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Brkljač, N., Delić, M., Orošnjak, M., Medić, N., Rakić, S., & Popović, L. (2024). Interdependent Influences of Reverse Logistics Implementation Barriers in the Conditions of an Emerging Economy. *Mathematics*, 12(16), 2508.

Brasil. (2023). *Decreto nº 11.413, de 13 de fevereiro de 2023*. Disponível em: <<https://www.gov.br/planalto/pt-br>> Acessado em: fev. 2025.

Brasil. (2022). *Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022*. Disponível em: <<https://www.gov.br/planalto/pt-br>> Acessado em: fev. 2025.

Brasil. (2022a). *Decreto nº 10.936 de 12 de janeiro de 2022*. Disponível em: <<https://www.gov.br/planalto/pt-br>> Acessado em: fev. 2025.

Brasil. (2020). *Decreto nº 10.240, de 12 de Fevereiro de 2020*. Disponível em: <<https://www.gov.br/planalto/pt-br>>. Acessado em: fev. 2025.

Brasil. (2010). *Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/112305.htm>. Acessado em: fev. 2025.

Cardoso, E., Rotolo, M., Valle, T. F., Ottoni, M. D. S. O., & Fernandes, H. (2019). Desafios da logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil. *Revista Ineana*, 7(1), 6-19.

Castro, F. D., Xavier, B. G., do Carmo Cardeal, J. A., Perpétuo, B. M. P., Lopes, L. G., da Silva, J. L., ... & Vaccari, M. (2022). The (un) shared responsibility in the reverse logistics of portable batteries: A Brazilian case. *Waste Management*, 154,49-63. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.09.021>

Costa, I. M., & Dias, M. F. (2020). Evolution on the solid urban waste management in Brazil: A portrait of the Northeast Region. *Energy Reports*, 6,878–884. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.11.033>

Couto, M. C. L., & Lange, L. C. (2017). Analysis of reverse logistics systems in Brazil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 22(5). <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017149403>

Dias, P., Palomero, J., Cenci, M. P., Scarazzato, T., & Bernardes, A. M. (2022). Lixo eletrônico no

Brasil: geração, coleta, reciclagem e a pandemia de covid. *Cleaner Waste Systems*, 3, 100022. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100022>

Echegaray, F., & Hansstein, F. V. (2017). Assessing the intention-behavior gap in electronic waste recycling: the case of Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 142, 180-190. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.064>

Flygansvær, B., Samuelsen, A. G., & Støyle, R. V. (2021). The power of nudging: how adaptations in reverse logistics systems can improve end-consumer recycling behavior. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 51(9), 958-977. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-12-2020-0389>

Chiang, P. F., Zhang, T., Claire, M. J., Maurice, N. J., Ahmed, J., & Giwa, A. S. (2024). Assessment of solid waste management and decarbonization strategies. *Processes*, 12(7), 1473. <https://doi.org/10.3390/pr12071473>

Gough, D. Qualitative and mixed methods in systematic reviews. *Systematic Reviews*, 4, 181. <https://doi.org/10.1186/s13643-015-0151-y>

Global Waste Management Outlook (2024). *Beyond an age of waste Turning rubbish into a resource*. Disponível em: <<https://www.unep.org/resources/global-waste-management-outlook-2024>>. Acessado em: fev. 2025.

Grutzmacher, N. L., Bonin, J. C., & da Silva, M. P. (2024). Gestão de resíduos sólidos: um olhar sobre os municípios de Videira e Caçador-sc e cidades do México, sob a luz do princípio responsabilidade de Hans Jonas. *Aracê*, 6 (3), 9962-9979. <https://doi.org/10.56238/arev6n3-335>

Guarnieri, P., Cerqueira-Streit, J. A., & Batista, L. C. (2020). Reverse logistics and the sectoral agreement of packaging industry in Brazil towards a transition to circular economy. *Resources, conservation and recycling*, 153, 104541. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104541>

Helinski, C., Englisch, C. L., Westmattmann, D., & Schewe, G. (2024). Profit before principle? An experimental assessment of incentive schemes encouraging consumers' role in product end-of-life returns. *Journal of Cleaner Production*, 454, 142267. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142267>

Kannan, D., Solanki, R., Darbari, J. D., Govindan, K., & Jha, P. C. (2023). A novel bi-objective optimization model for an eco-efficient reverse logistics network design configuration. *Journal of Cleaner Production*, 394, 136357. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136357>

Kawamoto, L. E. (2022). *Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos sob uma análise interdisciplinar: características, desafios, normas e propostas para sua gestão adequada* (Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho), França, São Paulo.

Lagarinhos, C. A., & Tenório, J. A. (2013). Logística reversa dos pneus usados no

Brasil. *Polímeros*, 23,49-58. <https://doi.org/10.1590/S01044282012005000059>

Leopoldino, C. C. L., de Mendonça, F. M., de Lima Siqueira, P. H., & Borba, É. L. (2019). The disposal of fluorescent lamps of industries of the metropolitan region of Belo Horizonte-MG. *Journal of cleaner production*, 233, 1486-1493. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.12>

Mallick, P. K., Salling, K. B., Pigosso, D. C., & McAloone, T. C. (2023). Closing the loop: Establishing reverse logistics for a circular economy, a systematic review. *Journal of environmental management*, 328, 117017. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117017>

Marsola, K. B., Oliveira, L. R. de, Filassi, M., Elias, A. A., & Rodrigues, F. A. (2021). Reverse logistics of empty pesticide containers: Solution or a problem? *International Journal of Sustainable Engineering*, 14(6), 1451–1462. <https://doi.org/10.1080/19397038.2021.2001605>

Martins, J. D. D., & Ribeiro, M. de F. (2021). O consumismo como fator preponderante para o aumento da geração de resíduos sólidos e os impactos ambientais e na saúde pública. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, 12(1), 123-152. <https://doi.org/10.7213/rev.dir.econ.soc.v12i1.27478>

Olipp, N., Schwarz, M., & Woschank, M. (2025). Integrating the principles of reverse logistics into circular economy strategies: A mixed-method study of small and medium-sized enterprises. *Sustainability*, 17(16), 7361. <https://doi.org/10.3390/su17167361>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *bmj*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Prajapati, H., Kant, R., & Shankar, R. (2019). Bequeath life to death: State-of-the-art review on reverse logistics. *Journal of Cleaner Production*, 211, 503–520. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.187>

Prokopiuk, M., Barcellos, D., & Pougy, G. (2024). Institucionalização da Logística Reversa: o processo de gerencialização da lei no Brasil. *Revista Brasileira de Estudos Políticos*, 129.

Rebehy, P. C. P. W., dos Santos Lima, S. A., Novi, J. C., & Salgado Jr, A. P. (2019). Reverse logistics systems in Brazil: Comparative study and interest of multistakeholders. *Journal of environmental management*, 250, 109223. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.124>

Rocha, R. L. A., Teixeira, L. C., de Souza Vasconcelos, M. A., Gonçalves, M. F. S., & Junior, M. W. J. S. (2020). The challenge of reverse logistics for e-waste in Brazil—a case study in electronic components industry. *South American Development Society Journal*, 6(18), 226-226. <https://doi.org/10.24325/issn.24465763.v6i18p226-240>

Santos, S. M., & Ogunseitan, O. A. (2022). E-waste management in Brazil: Challenges and opportunities of a reverse logistics model. *Environmental Technology & Innovation*, 28, 102671.

<https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102671>

Santesso, N., Guyatt, G. H., et al. (2025). Systematic reviews of the literature: an introduction to current methods. *American Journal of Epidemiology*, 194(2), 536–542. <https://doi.org/10.1093/aje/kwae232>

Santiago, C. D., Marotti, A. C. B., Pugliesi, E., & Gonçalves, J. C. (2023). Política Nacional de Resíduos Sólidos: perspectivas após um decênio de sua promulgação. *Desenvolvimento e meio ambiente*, 62, 152-177.

Sheoran, M., & Gupta, D. D. (2023). International best practices for e-waste take back and policy interventions for India. *Facilities*, 42(3/4), 376–404. <https://doi.org/10.1108/F-03-2023-0027>

Silva, A. L., dos Santos, A. P., Silveira, M. B., Gonçalves, A. D. S., & Barros, A. A. C. (2025). Barriers to implementing reverse logistics in companies: A systematic literature review. *Studies in Multidisciplinary Review*, 6(1), e13889-e13889. <https://doi.org/10.55034/smr6n1-004>

Silva, R. C.da, Azevedo, A. R.de, Cecchin, D., Carmo, D. do, Marvila, M. T., & Adesina, A. (2022). Study on the implementation of reverse logistics in medicines from health centers in Brazil. *Cleaner Waste Systems*, 2, 100015. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100015>

Silva, R. C. da. (2021). *Estudo da implementação da logística reversa em medicamentos provenientes de unidades de saúde* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal Fluminense). Niterói, Rio de Janeiro.

Soares, M., do Paço, A., Braga, A., & Arantes, A. (2025). Modelling the barriers to reverse logistics for sustainable supply chains: A combined ISM and MICMAC analysis approach. *Sustainability*, 17(21), 9375. <https://doi.org/10.3390/su17219375>

Souza, V., Figueiredo, A. M. R., & Espejo, M. M. D. S. B. (2024). Challenges and strategies for managing end-of-life photovoltaic equipment in Brazil: Learning from international experience. *Energy Policy*, 188, 114091. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114091>

Thives, L. P., Ghisi, E., & Júnior, J. J. T. (2022). An outlook on the management of construction and demolition waste in Brazil. *Cleaner Materials*, 6, 100153. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100153>

Xu, X., & Zou, P. X. W. (2020). Analysis of factors and their hierarchical relationships influencing building energy performance using interpretive structural modelling (ISM) approach. *Journal of Cleaner Production*, 272, 122650. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122650>

World Bank. (2023). *What a Waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington, DC: World Bank. Disponível em: <https://datatopics.worldbank.org/whatawaste/DataTopics>. Acessado em: fev. 2025.