

**POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO CONTEXTO
EMPRESARIAL BRASILEIRO:
ESTUDO DE CASO DA EMPRESA XYZ**

**NATIONAL SOLID WASTE POLICY IN THE BRAZILIAN BUSINESS
CONTEXT:
CASE STUDY OF COMPANY XYZ**

**LA POLÍTICA NACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL
CONTEXTO EMPRESARIAL BRASILEÑO:
ESTUDIO DE CASO DE LA EMPRESA XYZ**

Fernando Rodrigo Souza¹
Roque Ribeiro Junior²

Artigo recebido em Janeiro de 2024
Artigo aceito em maio de 2024

DOI: 10.26853/Refas_ISSN-2359-182X_v10n05_05

RESUMO

Este estudo investiga a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em uma empresa localizada em Sorocaba, São Paulo, denominada temporariamente como XYZ. utilizando uma abordagem de estudo de caso, a pesquisa visa compreender como a XYZ tem se adaptado aos princípios e diretrizes estabelecidos pela PNRS, analisando suas práticas de gestão de resíduos sólidos. a metodologia adotada incluiu uma revisão da literatura sobre o tema, seguida por uma análise documental do relatório de sustentabilidade da empresa XYZ e a aplicação do método de caso. os resultados revelaram que a XYZ enfrentou desafios iniciais, como questões de classificação de resíduos e adaptação de infraestrutura, mas demonstrou resiliência e determinação em superar esses obstáculos. além disso, a empresa empreendeu esforços significativos para desenvolver abordagens financeiras inovadoras, buscando não apenas reduzir os custos associados à conformidade com a PNRS, mas também gerar benefícios econômicos alinhados com os princípios da economia circular e da sustentabilidade empresarial. destaca-se o compromisso da XYZ com a PNRS, representando um exemplo de como as organizações podem não apenas cumprir, mas também abraçar ativamente os princípios e objetivos dessa política.

Palavras-Chave: Resíduos eletroeletrônicos; PNRS; Logística Reversa; Economia Circular;

¹ Engenheiro de Produção formado pelo Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio. Tecnólogo em: Polímeros, Logística e Gestão da Qualidade, obtidas na Fatec-Sorocaba e Gestão Empresarial obtida na Fatec-Itu. E-mail: fersouza1981@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9134054155155244>. OrcId: 0000-0003-2874-5680.

² Professor nas Áreas de Engenharias / Tecnologias de Manufatura e Sistemas de Gestão. Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2014) e Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (em andamento). E-mail: roque.junior@ceunsp.edu.br. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3607479374272890>. OrcId: 0009-0009-4849-6758.

ABSTRACT

This study investigated the implementation of the National Solid Waste Policy (PNRS) in a company located in Sorocaba, São Paulo, temporarily named XYZ. Using a case study approach, the research aims to understand how XYZ has adapted to the principles and guidelines established by the PNRS, analyzing its solid waste management practices. The methodology adopted included a literature review on the subject, followed by a documentary analysis of XYZ's Sustainability Report and the application of the case method. The results revealed that XYZ faced initial challenges, such as waste classification issues and infrastructure adaptation, but showed resilience and determination in overcoming these obstacles. In addition, the company has made significant efforts to develop innovative financial approaches, seeking not only to reduce the costs associated with compliance with the PNRS, but also to generate economic benefits in line with the principles of the circular economy and corporate sustainability. XYZ's commitment to the PNRS stands out, representing an example of how organizations can not only comply, but actively embrace the principles and objectives of this policy.

Keywords: Consumer electronics waste; PNRS; Reverse Logistics; Circular Economy;

RESUMEN

Este estudio investiga la implementación de la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS) en una empresa ubicada en Sorocaba, São Paulo, llamada temporalmente XYZ. Utilizando un enfoque de estudio de caso, la investigación pretende comprender cómo XYZ se ha adaptado a los principios y directrices establecidos por la PNRS, analizando sus prácticas de gestión de residuos sólidos. La metodología adoptada incluyó una revisión bibliográfica sobre el tema, seguida de un análisis documental del Informe de Sostenibilidad de XYZ y la aplicación del método del caso. Los resultados revelaron que XYZ se enfrentó a dificultades iniciales, como problemas de clasificación de residuos y adaptación de las infraestructuras, pero mostró resistencia y determinación para superar estos obstáculos. Además, la empresa ha realizado importantes esfuerzos para desarrollar enfoques financieros innovadores, buscando no solo reducir los costes asociados al cumplimiento del PNRS, sino también generar beneficios económicos en línea con los principios de la economía circular y la sostenibilidad corporativa. Destaca el compromiso de XYZ con el PNRS, que representa un ejemplo de cómo las organizaciones pueden no solo cumplir, sino adoptar activamente los principios y objetivos de esta política.

Palabras clave: Residuos de electrónica de consumo; PNRS; Logística Inversa; Economía Circular;

1 INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos é um tema cada vez mais crucial em meio aos esforços globais para enfrentar desafios ambientais e promover o desenvolvimento sustentável. Dentro desse contexto, a logística reversa e a economia circular emergem como abordagens fundamentais para otimizar a gestão de resíduos sólidos e fomentar a sustentabilidade (Lenzi *et al.*, 2024). Este estudo visa explorar e analisar os avanços, desafios e perspectivas da gestão de resíduos sólidos no contexto brasileiro, enfatizando a importância da logística reversa e da economia circular como ferramentas-chave para promover uma gestão mais eficiente e sustentável dos resíduos sólidos.

A crescente conscientização sobre questões ambientais e a busca por práticas mais sustentáveis têm sido temas proeminentes nas discussões globais. Dentro desse cenário, a gestão adequada de resíduos sólidos surge como um desafio urgente e uma oportunidade para impulsionar o desenvolvimento sustentável em diversos contextos (Orieno *et al.*, 2024). A relevância desta pesquisa se fundamenta em diversos fatores que abordam uma questão vital para o Brasil e outros países.

No entanto, apesar dos avanços legislativos e da crescente conscientização, a efetiva implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Brasil, 2010) e a gestão sustentável de resíduos sólidos no Brasil ainda enfrentam desafios complexos. Desde a falta de infraestrutura adequada até questões de financiamento e educação ambiental, os obstáculos são diversos e exigem uma análise detalhada para identificar lacunas e oportunidades de aprimoramento.

O problema central abordado por este estudo reside na urgência de desenvolver estratégias eficazes e sustentáveis para a gestão de resíduos sólidos no Brasil. Assim, o objetivo geral deste artigo é analisar os avanços, desafios e perspectivas da gestão de resíduos sólidos no Brasil, destacando a importância da implementação efetiva da PNRS, bem como da logística reversa e da economia circular, e propondo recomendações para uma gestão mais eficaz e sustentável.

Este estudo busca contribuir para o campo da gestão de resíduos sólidos, fornecendo uma análise de uma prática sustentável fomentada pela empresa XYZ, com destaque para a importância da logística reversa e da economia circular. Além disso, pretende oferecer *insights* para tomadores de decisão e gestores ambientais, auxiliando na formulação de estratégias mais eficazes para enfrentar os desafios da gestão de resíduos. Contribuindo para o debate sobre a transição para uma economia mais circular e sustentável, onde os resíduos são vistos como recursos valiosos a serem gerenciados de forma responsável.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Inicia-se o referencial teórico pela política nacional de resíduos sólidos no Brasil.

2.1 Política nacional de resíduos sólidos no contexto brasileiro

A Lei 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2 de agosto de 2010, representa um marco na abordagem multidimensional para a gestão de resíduos no Brasil (Trigo *et al.*, 2023; Kim e Barros, 2023; Valadão e Silva, 2024). Este marco legal é fundamental para lidar com os desafios ambientais, econômicos e sociais associados à geração, disposição e tratamento de resíduos sólidos no país. A PNRS, ao ser promulgada, demonstrou um compromisso claro do Brasil com a sustentabilidade ambiental e a promoção da responsabilidade compartilhada em relação aos resíduos (Brasil, 2010).

Uma das características distintivas da PNRS é a maneira como ela se encaixa em um sistema de leis ambientais interconectadas. A PNRS não opera isoladamente, mas está intrinsecamente ligada a outras legislações ambientais, como a Lei de Crimes Ambientais, o Código Florestal e a Lei de Recursos Hídricos, entre outras (De Mattos Gaudard e Fortunato, 2024; De Oliveira Silva *et al.*, 2024). Isso cria uma rede de regulamentações que visam promover a proteção ambiental, a saúde pública e o desenvolvimento sustentável.

O princípio da prevenção, um dos pilares da PNRS, visa evitar a geração de resíduos e reduzir os riscos associados a eles. É uma abordagem, onde se enfatiza a importância da prevenção na mitigação de impactos ambientais adversos (Trigo *et al.*, 2023; Kim e Barros, 2023). Isso reflete a preocupação com a minimização dos danos ambientais e a proteção da saúde pública.

Além da prevenção, a PNRS promove o desenvolvimento sustentável como um princípio fundamental (Brasil, 2010). Essa abordagem visa equilibrar a produção de bens e serviços com a redução do impacto ambiental, estabelecendo um equilíbrio necessário (De Mattos Gaudard e Fortunato, 2024). O desenvolvimento sustentável é fator crucial da PNRS, orientando ações e políticas em direção a um futuro mais equilibrado em termos ambientais.

A responsabilidade compartilhada, também promovida pela PNRS, é outra área em que o pensamento que pode ser percebido. Essa abordagem envolve todos os setores da sociedade na gestão

dos resíduos sólidos, desde os fabricantes até os consumidores (Hernández e Silva Bitencourt, 2024; De Melo *et al.*, 2024). É uma abordagem que se alinha com a ideia de que todos têm um papel a desempenhar na proteção do meio ambiente e no cumprimento das metas de sustentabilidade.

A classificação de resíduos, que é uma parte essencial da PNRS, baseia-se na origem e na periculosidade dos materiais. A importância dessa classificação para direcionar os procedimentos adequados de manejo e disposição de resíduos, minimizando assim os riscos ambientais e à saúde (Hernández e Silva Bitencourt, 2024; De Melo *et al.*, 2024). Essa abordagem também reflete o desejo de se obter uma gestão eficaz e segura dos resíduos sólidos no Brasil.

A PNRS estabelece metas ambiciosas que incluem a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, a redução da geração de resíduos e o estímulo à produção e ao consumo responsáveis (Brasil, 2010). Tais metas são uma clara manifestação do compromisso do país com a melhoria contínua em relação à gestão de resíduos sólidos. No entanto, sua realização não é isenta de desafios.

A implementação eficaz da PNRS enfrenta obstáculos complexos, como questões de financiamento, infraestrutura inadequada e falta de conscientização pública. A gestão integrada de resíduos sólidos requer uma cooperação coordenada entre diferentes esferas do governo, o setor empresarial e a sociedade civil (Brumatti *et al.*, 2024; De Melo *et al.*, 2024). A capacitação técnica contínua também é fundamental para garantir a eficácia das medidas adotadas.

A promoção da reciclagem e o desenvolvimento da indústria de reciclagem são objetivos importantes da PNRS, isso envolve investimentos em infraestrutura e apoio às cooperativas de catadores, além de políticas que incentivem a coleta seletiva e a reciclagem. Essa abordagem contribui para a transição em direção a uma economia mais circular, alinhada com os princípios de sustentabilidade. Outra dimensão importante da PNRS é a avaliação do ciclo de vida do produto e a promoção das compras governamentais sustentáveis. Essas ferramentas desempenham um papel fundamental na promoção de práticas ecoeficientes. No entanto, sua implementação pode ser desafiadora, especialmente em setores econômicos que ainda não adotam abordagens sustentáveis. Portanto, é essencial equilibrar os interesses econômicos e ambientais, incentivando a transição para uma economia mais circular (Brasil, 2010; Brumatti *et al.*, 2024; De Melo *et al.*, 2024; De Mattos Gaudard e Fortunato, 2024).

Além da PNRS, outras regulamentações e iniciativas desempenham um papel importante na gestão de resíduos sólidos no Brasil. Por exemplo, a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795/1999) desempenha um papel crucial na conscientização pública sobre a importância da redução do consumo e do descarte adequado de resíduos (BRASIL, 1999). Trigo *et al.*, 2023 e Kim e Barros (2023) destacam a necessidade de educação ambiental como uma ferramenta para promover mudanças de comportamento em relação aos resíduos.

A Lei de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007) complementa a PNRS, enfocando a regularidade e a funcionalidade dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos. Essa complementaridade é fundamental para garantir que os serviços de saneamento básico estejam alinhados com os objetivos da PNRS (De Oliveira, 2024; Vicente *et al.*, 2024).

A PNRS representa um avanço na gestão de resíduos sólidos no Brasil, incorporando princípios de sustentabilidade, responsabilidade compartilhada e prevenção. No entanto, sua eficácia depende de uma abordagem multidisciplinar, cooperação entre diferentes partes interessadas e investimentos em infraestrutura e capacitação técnica. Além disso, é fundamental considerar a interconexão entre a PNRS e outras legislações ambientais e setoriais para promover uma gestão eficaz e integrada de resíduos sólidos no Brasil (Brasil, 1999; Brasil, 2007; Brumatti *et al.*, 2024; De Melo *et al.*, 2024; De Mattos Gaudard e Fortunato, 2024).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) desempenha um papel de destaque na modelagem e aprimoramento do cenário da gestão de resíduos sólidos no país. Essa abordagem fortalece a busca incessante por soluções mais sustentáveis e responsáveis na gestão de resíduos sólidos, consolidando o compromisso com o desenvolvimento ambientalmente equilibrado e a qualidade de vida da sociedade brasileira.

2.2 Logística reversa de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no Brasil

A gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEEs) no Brasil está se tornando cada vez mais relevante no contexto da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), conforme estabelecido pela Lei nº 12.305/2010. Esta legislação, que delineia diretrizes para o tratamento apropriado de resíduos sólidos no país, dedica atenção especial à implementação de sistemas de logística reversa (SLRs) para várias categorias de produtos, incluindo os REEEs (Brasil, 2010; De Oliveira Moraes *et al.* 2024; De Souza e Medeiros, 2024).

A logística reversa, definida na PNRS, consiste em um conjunto de ações e procedimentos visando viabilizar a coleta e a restituição de resíduos sólidos ao setor empresarial, com o intuito de reaproveitamento ou destinação ambientalmente adequada (Brasil, 2010; Novi *et al.*, 2024; De São Bento e Carneiro, 2024). Essa abordagem representa um avanço significativo, alinhando a gestão de resíduos sólidos com princípios de responsabilidade ambiental e social.

Entre as categorias de produtos sujeitas à logística reversa, os REEEs ocupam uma posição de destaque. Eles englobam equipamentos eletroeletrônicos como computadores, celulares, televisores, entre outros dispositivos que, devido à rápida inovação tecnológica, possuem uma taxa considerável de obsolescência. Tal fator contribui para o crescimento expressivo na geração de REEEs, tanto no Brasil quanto globalmente (Neto *et al.*, 2023; Prajapati *et al.*, 2023; Mayanti e Helo, 2024). A logística reversa dos REEEs abrange várias etapas, desde o descarte pós-consumo ou pós-venda até a coleta, triagem, reuso ou reciclagem, e, por fim, a destinação ambientalmente adequada.

Uma das inovações introduzidas pela PNRS é a criação do Comitê Orientador para a Implantação de Sistemas de Logística Reversa (CORI), responsável por coordenar as ações relacionadas à logística reversa no país (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE [MMA], 2018). Esse comitê, composto por representantes de diversos ministérios, desempenha um papel crucial na supervisão e orientação das atividades relacionadas à logística reversa, proporcionando um arcabouço regulatório mais robusto para a gestão de REEEs.

A logística reversa, anteriormente encarada por algumas empresas como um custo adicional, tem demonstrado ser uma oportunidade estratégica para agregar valor aos negócios. As organizações modernas estão aderindo à logística reversa não apenas por motivos ambientais, mas também como uma maneira de alcançar maior competitividade de mercado e aumentar seus lucros. Isso ocorre porque a logística reversa possibilita inovações nos processos, como o reaproveitamento de insumos, resultando em economia de recursos (Mallick *et al.*, 2023; Ding *et al.*, 2023; De Almeida *et al.*, 2024).

Além dos benefícios econômicos, a logística reversa contribui para melhorar a imagem corporativa das empresas, uma vez que os consumidores estão cada vez mais atentos às práticas sustentáveis. Ding *et al.* (2023), ressaltam que as organizações que adotam ações socioambientais ativas têm maiores chances de crescimento no mercado.

No entanto, apesar dos benefícios da logística reversa, sua implementação não está isenta de desafios. A gestão eficaz de resíduos eletrônicos requer a criação de canais de distribuição reversos eficientes e sustentáveis. O planejamento desses canais, especialmente para resíduos de origem doméstica, é um desafio devido aos baixos retornos financeiros associados à reciclagem desses materiais (Mallick *et al.*, 2023; Ding *et al.*, 2023; De Almeida *et al.*, 2024).

É importante ressaltar que a logística reversa não se limita a um benefício econômico. Ela também desempenha um papel crucial na redução da poluição e na promoção do reuso e da reciclagem de resíduos, contribuindo, assim, para a sustentabilidade socioambiental (Mallick *et al.*, 2023; Anuardo *et al.*, 2023; Pouyamanesh *et al.*, 2023).

O crescimento alarmante do lixo eletrônico é um dos desafios mais prementes em matéria de logística reversa. Equipamentos obsoletos, como celulares, contêm substâncias prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, e o descarte inadequado desses resíduos pode acarretar sérios problemas (Ni *et al.*, 2023; Mishra *et al.*, 2023; Najm e Asadi-Gangraj, 2024). Portanto, a gestão responsável de REEEs é crucial para mitigar impactos negativos.

O Brasil, assim como outros países, está começando a reconhecer a importância da logística reversa como uma estratégia para reduzir a pegada ambiental e promover a sustentabilidade. Braga Jr *et al.* (2023) e Mota *et al.* (2024) destacam a necessidade de mais estudos e ações para aprimorar os canais de distribuição reversos, especialmente para resíduos domésticos.

A gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEEs) por meio da logística reversa é uma abordagem fundamental para a gestão sustentável de resíduos no Brasil. A PNRS estabeleceu diretrizes importantes nesse sentido, e as empresas que adotam práticas de logística reversa não apenas contribuem para a preservação do meio ambiente, mas também podem obter benefícios econômicos e fortalecer sua imagem no mercado.

2.3 Economia circular e gestão da cadeia de suprimentos verde

A economia linear, caracterizada pela tradicional sequência de extração, fabricação, uso e descarte de recursos, tem sido o paradigma dominante ao longo da Revolução Industrial e, por décadas, sustentou o desenvolvimento econômico global. Entretanto, este modelo linear enfrenta atualmente desafios críticos que ameaçam a sua viabilidade a longo prazo. Entre esses desafios destacam-se a crescente escassez de recursos naturais e o consequente aumento nos custos de matéria-prima (Ellen Macarthur Foundation, 2017).

Diante dessa problemática, o conceito de Economia Circular (EC) surge como uma abordagem inovadora e promissora, inspirada na natureza, que busca redefinir os princípios fundamentais da produção e consumo. A EC se fundamenta na premissa de manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor ao longo de seu ciclo de vida (Ellen Macarthur Foundation, 2017; Kirchherr *et al.*, 2023; Ncube *et al.*, 2023; Ossio *et al.*, 2023).

Para o *Circular Economy 100 da Ellen MacArthur Foundation* (2017), a EC é orientada por princípios restaurativos e regenerativos. Isso significa que seu objetivo principal é prolongar ao máximo a vida útil dos produtos, componentes e materiais, mantendo-os em circulação na economia. Kirchherr *et al.* (2023) enfatizam que, apesar de a EC frequentemente englobar atividades de redução, reutilização e reciclagem, sua essência reside na necessidade de uma mudança sistêmica. Portanto, a EC não é meramente uma abordagem de gestão de resíduos, mas sim um novo paradigma que demanda uma revisão profunda e abrangente de nossos sistemas de produção e consumo (Ncube *et al.*, 2023).

É importante ressaltar que, embora a EC tenha como foco principal a prosperidade econômica e a qualidade ambiental, seu impacto na equidade social e nas futuras gerações deve ser considerado (Ossio *et al.*, 2023). Esta abordagem visa à promoção de um desenvolvimento, onde os aspectos econômicos, ambientais e sociais estão intrinsecamente interligados.

A Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde (GCSV) desempenha um papel fundamental na concretização da Economia Circular. Essa abordagem abrange todo o ciclo de vida de um produto, desde a seleção responsável de fornecedores, passando pelos processos de fabricação e entrega ao consumidor, até o gerenciamento do fim de sua vida útil. A GCSV é mais do que uma simples prática ambiental; ela envolve a integração de considerações ambientais em todos os estágios da cadeia de suprimentos (Mondal *et al.*, 2023; Zhang *et al.*, 2023; Lu *et al.*, 2024).

Mondal *et al.* (2023) destaca que a GCSV visa à transição de abordagens de gestão ambiental reativas para práticas mais proativas. Isso inclui estratégias como a redução, remanufatura, reparo, reforma, reutilização, canibalização, reciclagem, gerenciamento de resíduos e logística reversa. Essas práticas não apenas minimizam o impacto ambiental, mas também criam oportunidades de negócios e contribuem para a eficiência econômica.

O atual modelo de economia linear, que segue o ciclo de "fazer-usar-descartar", enfrenta limitações evidentes, especialmente em relação ao ciclo de vida dos produtos. Essa abordagem, muitas vezes referida como "do berço à cova", resulta em resíduos que não são reincorporados em novos ciclos produtivos. Essa linearidade tem levado a sérios problemas, incluindo o esgotamento de recursos naturais e impactos ambientais adversos (Maleviti, 2023; Katiyar e Gedam, 2023).

A economia linear está gradualmente cedendo lugar à economia circular, que se concentra na redução do uso de recursos não renováveis e na extensão da vida útil dos materiais. A economia circular se baseia na ideia fundamental de que "na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma". Portanto, a EC visa a estender a vida útil dos materiais e promover a reciclagem, reduzindo os impactos ambientais e o uso de recursos energéticos (De Jesus Pacheco *et al.*, 2024; Ghosh *et al.*, 2024).

A busca pela sustentabilidade e a conscientização ambiental ganharam destaque nas últimas décadas, impulsionadas por eventos como a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como ECO-92 (Barros *et al.*, 2024). Nesse contexto, o conceito de desenvolvimento sustentável foi consolidado, reconhecendo a interconexão entre meio ambiente e desenvolvimento econômico.

É crucial destacar que a transição para a economia circular não é apenas uma questão econômica e ambiental, mas também uma oportunidade para abordar questões sociais, como a redução da pobreza e a melhoria do bem-estar (Halkos e Aslanidis *et al.*, 2024; Ayaz e Tatoglu *et al.*, 2024). A EC oferece a perspectiva de transformar resíduos em recursos valiosos, contribuindo para um desenvolvimento mais equitativo e sustentável.

Atualmente, o modelo econômico linear está atingindo seus limites, à medida que a extração de recursos naturais atinge níveis insustentáveis. A EC surge como uma alternativa viável, promovendo a regeneração do valor do capital e minimizando a extração de recursos finitos. A mudança para a economia circular é vista como uma inovação radical que requer alterações substanciais nos sistemas produtivos, tecnologias, estruturas organizacionais e comportamentos sociais (Kirchherr *et al.*, 2023; Ncube *et al.*, 2023).

A implementação da economia circular exige mudanças simultâneas em diversos setores, incluindo cadeias de valor, *design* de produtos, modelos de negócios e comportamento do consumidor. Superar a mentalidade linear de consumo e abraçar uma abordagem circular é um desafio considerável (Ossio *et al.*, 2023).

A economia circular representa uma mudança de paradigma necessária e urgente que visa à sustentabilidade econômica, ambiental e social. A Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde desempenha um papel crucial nessa transição, integrando considerações ambientais em todos os estágios da cadeia de suprimentos. A implementação bem-sucedida da economia circular exige uma colaboração efetiva de diversos stakeholders e uma transformação profunda em nossos sistemas de produção e consumo.

3 MÉTODO

A metodologia adotada neste estudo se baseia em um estudo de caso conduzido em uma empresa localizada na cidade de Sorocaba, temporariamente referida como XYZ, devido à falta de disponibilidade do Relatório de Sustentabilidade 2023 da organização. A escolha desse método é respaldada pela necessidade de investigar um fenômeno contemporâneo inserido em um contexto real. Além disso, busca-se utilizar diversas fontes de evidência para obter uma compreensão abrangente do tema em questão, seguindo os preceitos da pesquisa qualitativa, que enfatiza a compreensão dos fatos em detrimento da simples mensuração (Lakatos e Marconi, 2021).

Para atender aos objetivos deste estudo, realizou-se uma revisão de literatura sobre o tema (Perovano, 2016), seguida pela análise documental (Estrela, 2018), do Relatório de Sustentabilidade da empresa XYZ, a fim de extrair informações relevantes para o estudo em questão. Posteriormente, aplicou-se o método de estudo de caso conforme a abordagem proposta por Yin (2014). Este projeto se enquadra no tipo I de estudo de caso, caracterizado como um estudo de caso único com uma única unidade de análise. Isso implica que a pesquisa estará focada em uma situação ou contexto específico relacionado à economia circular, com o intuito de aprofundar a compreensão desse caso em particular.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa em análise, referenciada como XYZ por razões estratégicas, faz parte de um conglomerado multinacional dedicado a equipamentos e soluções eletrônicas. Fundada em 2012 em Sorocaba, São Paulo, a XYZ se destaca como um pioneiro na adoção de práticas sustentáveis e na gestão responsável de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEs) no Brasil.

Um caso de sucesso diz respeito à parceria entre a HP Brasil e a Empresa XYZ. A iniciativa, que tem como lema “*Creating a reverse logistics ecosystem*”, foi a primeira em economia circular no setor eletrônico do Brasil. Através dela, os custos para os clientes foram reduzidos em até 30%, enquanto o tempo para recolhimento de produtos em fim de vida foi reduzido em 50%. Além disso, 97% dos materiais coletados pela Empresa XYZ são reincorporados diretamente na cadeia de suprimentos (Ellen Macarthur Foundation, 2020).

Assim, a HP, juntamente com a Empresa XYZ, estabeleceu uma expertise em logística reversa, e para possibilitar o sucesso do programa, instalou um centro de reciclagem e inovação próximo ao local de fabricação dos equipamentos eletroeletrônicos. A forte comunicação entre as empresas permitiu a formação de um conhecimento mais atualizado sobre a desmontagem dos produtos e o desenvolvimento, através de pesquisa conjunta, de um plástico branco reciclado, com critério de qualidade e estética, implementado na produção de produtos eletrônicos. O processo para desenvolver esse material, feito de 94% de plástico reciclado e 6% de pigmentos e aditivos, atingindo uma pureza de 96%, é muito rigoroso, já que é necessário manter a coloração requerida. Além disso, as alças para as embalagens de produtos também passaram a ser feitas de resíduos de produtos eletrônicos.

Uma questão essencial para um TPR, que significa “*Third-Party Remanufacturing*” ou “Remanufatura por Terceiros”. É um processo em que produtos usados são adquiridos de volta de clientes ou coletados de outras fontes, e então remanufaturados para serem vendidos novamente. Geralmente, essa remanufatura é feita por uma entidade terceirizada, não pelo fabricante original do produto. A remanufatura por terceiros pode oferecer benefícios como redução de custos, uso eficiente de recursos e minimização do impacto ambiental. São como atrair o OEM, que significa “*Original Equipment Manufacturer*” ou “Fabricante de Equipamento Original”. Este termo é comumente usado na indústria para se referir a empresas que produzem componentes ou produtos que são incorporados em outros produtos por outras empresas, conhecidas como “montadoras” ou “integradores de sistemas”. Os OEMs são responsáveis pela fabricação dos componentes originais que são posteriormente utilizados na montagem de produtos por outras empresas diferentes (Fang *et al.*, 2023). Por exemplo, um fabricante de *chips* de computador pode ser um OEM, fornecendo seus *chips* para serem incorporados em *laptops* ou *smartphones* por outras empresas. Para cooperar, o que depende de suas vantagens de remanufatura.

A empresa matriz, que é responsável pela XYZ, ganhou o “*Sustainable Development Leadership Award 2020*” pela terceira vez, o que ela atribui a um dispositivo de Internet das Coisas (IoT) chamado *Smartbin* desenvolvido por sua subsidiária. A Empresa XYZ usa o *Smartbin* para coletar materiais eletrônicos para reforma ou remanufatura, garantindo que o fabricante possa lidar com resíduos eletrônicos e poluição na indústria de TI. O novo dispositivo melhora o processo de coleta de resíduos eletrônicos e reduz o custo de retorno em 40% na fase de testes. Portanto, a remanufatura do TPR seria mais custo-efetiva e ecologicamente correta. Além disso, os TPRs podem alcançar uma qualidade mais alta de retornos do que os OEMs, expandindo os canais de reciclagem por meio de suas plataformas de reciclagem.

Por exemplo, *Aihuishou* é uma plataforma de reciclagem *online* bem-sucedida na China, cujo volume anual de transações é superior a 22 milhões de unidades, avaliado em mais de 20 bilhões de RMB (moeda oficial da República Popular da China) e lojas físicas cobrem mais de 140 cidades em 2022. *Aihuishou* possui um excelente sistema de avaliação de qualidade e tecnologias avançadas de processamento para lidar com os diversos níveis de qualidade de produtos usados. Portanto, na prática, um canal de reciclagem mais amplo é outra vantagem competitiva do TPR na remanufatura, ou seja, a remanufatura do TPR seria mais eficaz em termos de qualidade do que a do OEM. Como existem duas eficácias/vantagens diferentes na remanufatura do TPR, a escolha do OEM pode levar a resultados

drasticamente diferentes (Fang *et al.*, 2023). Embora a eficácia em termos de custo e qualidade tenha sido amplamente reconhecida na remanufatura, não está claro na literatura existente qual papel eles desempenharão na seleção da estratégia de remanufatura do OEM.

Uma iniciativa pioneira no país foi a assinatura de um O Termo de Compromisso para a Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos do Estado de São Paulo foi instituído pelo Governo do Estado de São Paulo através do Decreto nº 62.817, de 20 de fevereiro de 2017. Esse decreto estabelece as diretrizes para a implementação do sistema de logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos no estado, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O número do decreto é a referência oficial desse termo de compromisso no estado de São Paulo., com a criação de uma Entidade Gestora para o sistema de recolha de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos a ser implementado neste Estado. Esta Entidade, chamada *Green Eletron* (Green Eletron, 2022), foi criada pela ABINEE, que é a sigla para Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. É uma entidade que representa empresas do setor elétrico e eletrônico no Brasil, buscando promover o desenvolvimento sustentável e a competitividade dessas indústrias, além de defender seus interesses perante o governo e a sociedade e é signatária do Termo de Compromisso de São Paulo (São Paulo, 2017).

A gestão da logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos é atribuída a entidades como a Associação Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional, doravante referida como *Green Eletron*, conforme documentação disponível (Green Eletron, 2022). Essa associação, de natureza civil e abrangência nacional, atua sem fins econômicos, visando gerenciar e concretizar contratações relacionadas à gestão de produtos eletroeletrônicos e seus componentes no contexto da logística reversa.

A função da entidade gestora é viabilizar a logística reversa, realizando a operacionalização e divulgação do programa. Isso inclui a implementação de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), a coleta dos materiais deixados pelos consumidores domésticos e a destinação ambientalmente adequada para recicladores, que transformam os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) em matéria-prima. Essa matéria-prima retorna então à cadeia produtiva para a fabricação de novos produtos (Green Eletron, 2022).

O sistema sob gestão do *Green Eletron* no Estado ainda está em expansão desde a assinatura do Termo de Compromisso e, até agosto de 2021, havia instalado 65 pontos de entrega padronizados em lojas parceiras e representantes comerciais, tendo recolhido um total de 98 toneladas de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos. Esses pontos de entrega permitem a coleta de resíduos eletrônicos em gavetas separadas para equipamentos de TI (computadores, impressoras, tablets); telefones celulares; e telas (gaveta inferior). Este sistema é operado por duas empresas contratadas: *GM&CLOG* e a Empresa XYZ, que são responsáveis por todas as etapas operacionais, desde a coleta até o processamento e destino.

Em uma pesquisa conduzida pela *Green Eletron*, em 2021, constatou-se que os brasileiros ainda não possuem um conhecimento adequado sobre os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) e como descartá-los. O estudo, que abrangeu mais de 2 mil pessoas em todo o país, revelou que o descarte apropriado desse tipo de resíduo continua sendo um desafio no Brasil (Green Eletron, 2021).

Os resultados indicaram que a maioria da população (87%) já ouviu falar em lixo eletrônico, porém, não compreende totalmente seu significado. Há uma confusão entre o que é considerado lixo digital (como spam) e o lixo eletrônico físico. Ademais, 71% dos entrevistados concordaram que há uma escassez de informações na mídia sobre o lixo eletrônico e seu descarte adequado. Entre os entrevistados, 87% admitiram manter algum tipo de dispositivo eletrônico inutilizado em casa por mais de 2 meses, enquanto 25% da população nunca levou seus resíduos eletrônicos a um ponto de coleta (Green Eletron, 2021).

Diante desse cenário, a educação ambiental emerge como um elemento crucial para a eficácia da logística reversa de forma geral. A falta de conhecimento dos brasileiros sobre o descarte apropriado de REEE ressalta a necessidade de melhorias na divulgação de informações. Além das atividades relacionadas à gestão da logística reversa, como transporte e manufatura reversa dos resíduos, as

entidades gestoras desempenham um papel fundamental na disseminação de informações para a população.

Embora a *Green Eletron* realize iniciativas de comunicação, ainda há um longo caminho a percorrer para promover uma mudança efetiva no comportamento da população. A implementação de mais campanhas de recolhimento de resíduos, parcerias com universidades, oferta de cursos e workshops, além de ações nas mídias sociais, entre outras atividades, poderiam contribuir significativamente para esse objetivo.

Além desses sistemas que se concentram nos consumidores finais, também existem esquemas formais de recolha implementados por empresas específicas para recuperar os seus produtos em fim de vida. Marcas como Dell, HP e Lexmark têm os seus próprios esquemas de recolha, operados por parceiros como a Empresa XYZ, após a demanda por consumidores dispostos a entregar os seus produtos usados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada neste estudo sobre a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no contexto empresarial brasileiro, com ênfase no estudo de caso da Empresa XYZ, evidencia o compromisso da organização com os princípios e diretrizes estabelecidos pela PNRS. Através de uma revisão da literatura e da análise das práticas organizacionais relacionadas à gestão de resíduos sólidos, proporciona-se uma visão abrangente dos esforços empreendidos pela empresa para alinhar suas operações com as exigências regulatórias e as necessidades ambientais.

A Empresa XYZ ilustra os desafios enfrentados pelas organizações ao se adaptarem à PNRS. Inicialmente confrontada com questões referentes à classificação de resíduos, adaptação de infraestrutura e compreensão das responsabilidades compartilhadas delineadas pela política, a XYZ demonstrou resiliência e determinação em superar tais obstáculos. Ao longo do tempo, consolidou-se um compromisso contínuo em aprimorar suas práticas de gestão de resíduos, evidenciando uma postura proativa em relação aos requisitos normativos e às expectativas da sociedade.

Além disso, a Empresa XYZ empreendeu esforços significativos para desenvolver abordagens financeiras inovadoras visando fortalecer suas práticas de gestão de resíduos. Por meio da exploração de incentivos fiscais e do estabelecimento de parcerias estratégicas, não apenas buscou reduzir os custos associados à conformidade com a PNRS, mas também aspirou a gerar benefícios econômicos tangíveis, alinhados com os princípios da economia circular e da sustentabilidade empresarial.

Diante desses resultados, destaca-se o compromisso da Empresa XYZ em relação à PNRS, representando um exemplo de como as organizações podem não apenas cumprir, mas também abraçar ativamente os princípios e objetivos dessa política. A trajetória da XYZ ilustra não apenas os desafios enfrentados, mas também as oportunidades e benefícios inerentes à adoção de práticas de gestão de resíduos alinhadas com os mais altos padrões de responsabilidade ambiental e social. Este estudo reforça a importância crucial da colaboração entre o setor privado e o poder público na promoção de uma gestão sustentável de resíduos, contribuindo assim para um futuro mais resiliente e equitativo para todos.

Além disso, mesmo o estado de São Paulo sendo pioneiro nas legislações próprias sobre logística reversa, incluindo a de REEE, há a necessidade de reavaliar as metas de recolhimento de resíduo, inclusive as metas nacionais. Essa necessidade está em consonância com princípios, objetivos e instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, vigente desde 2010 e regulamentadora da logística reversa, e é reforçada quando se analisa o panorama brasileiro, comparando-o com a realidade de outros países cujos indicadores e metas se encontram em estágios mais avançados, como Portugal.

A logística reversa de REE vem ganhando importância no cenário nacional e estadual e apresenta grande potencial para ser aperfeiçoada. O engajamento da sociedade e a preocupação com os resíduos sólidos têm levado à assinatura de termos de responsabilidade e acordos setoriais nos últimos

anos. No entanto, ainda existem muitos resíduos que podem ser reciclados e reintegrados à economia circular, mas que acabam sendo destinados de forma inadequada a aterros sanitários. Portanto, é fundamental continuar contribuindo com o meio ambiente, destinando os resíduos sólidos para a reciclagem, reuso ou recuperação, e incentivar uma economia mais sustentável e circular.

6 REFERÊNCIAS

ANUARDO, R. G. *et al.* Transforming E-Waste into Opportunities: Driving Organizational Actions to Achieve Sustainable Development Goals. **Sustainability**, v. 15, n. 19, p. 14150, 2023.

AYAZ, O.; TATOGLU, E. Unveiling the Power of Social Value: Catalyzing Circular Economy in Emerging Market SMEs. **Journal of Cleaner Production**, p. 142245, 2024.

BARROS, J. R. *et al.* SERRA DA CAPIVARA/PI NATIONAL PARK AND THE PRACTICE OF ECOTOURIST ACTIVITY. **Mercator (Fortaleza)**, v. 22, p. e22029, 2024.

BRAGA JR, A. E.; BRANDÃO, R.; MARTINS, V. W. B. Reverse Logistics for Post-Consumer Waste in Brazil: SDGs 11 and 12 for 2030. In: **SDGs in the Americas and Caribbean Region**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 1-18.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010.

BRUMATTI, D. V.; CHAVES, G. L. D.; SIMAN, R. R. Barreiras que afetam a sustentabilidade financeira de sistemas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 16, p. e20230020, 2024.

DE ALMEIDA, I. T. G. V. *et al.* Circular Economy and Reverse Logistics: a Systematic Review. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. e04146-e04146, 2024.

Decreto n. 62.817. (2017, 04 de setembro). **Regulamenta a Lei federal nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, no tocante a normas gerais aplicáveis ao Estado, assim como a Lei Complementar nº 1.049, de 19 de junho de 2008, e dispõe sobre outras medidas em matéria da política estadual de ciência, tecnologia e inovação.** Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2017/decreto-62817-04.09.2017.html>. Acesso em: 12 de maio de 2024.

DE JESUS PACHECO, D. A. *et al.* From linear to circular economy: The role of BS 8001: 2017 for green transition in small business in developing economies. **Journal of Cleaner Production**, v. 439, p. 140787, 2024.

DE MATTOS GAUDARD, D.; FORTUNATO, R. Â. REFLEXÕES SOBRE A CONSTRUÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO

BRASIL. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 17, n. 49, p. 404-431, 2024.

DE MELO, S. A. B. X.; SGUAREZI, S. B.; DE MELO, A. X. Política nacional de resíduos sólidos e economia solidária: desafios da inclusão socioeconômica produtiva de catadores. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 5, p. e4076-e4076, 2024.

DE OLIVEIRA MORAIS, M. *et al.* A Logística Reversa como Ferramenta para Auxiliar na Redução do Lixo Eletrônico de Aparelhos Celulares. **Journal of Technology & Information (JTnI)**, v. 4, n. 1, 2024.

DE OLIVEIRA SILVA, P. P.; DE ARAUJO, L. G. B. R.; VAN ELK, A. G. H. P. Implicações dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos na infraestrutura e condições operacionais de cooperativas de reciclagem no município do Rio de Janeiro. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 13, n. 1, p. e23557-e23557, 2024.

DE OLIVEIRA, C. R. Verificador independente em contratos de saneamento básico. **Revista Digital de Direito Administrativo**, v. 11, n. 1, p. 290-306, 2024.

DE SÃO BENTO, M. A. T.; CARNEIRO, E. S. CONTRIBUIÇÕES DAS COOPERATIVAS DE RECICLAGEM NO CICLO DA LOGÍSTICA REVERSA: UMA REVISÃO DE LITERATURA. **Cadernos Macambira**, v. 9, n. 1, p. 46-67, 2024.

DE SOUZA, I. S. F.; MEDEIROS, L. R. Lixo eletrônico e obsolescência programada em município do interior do Rio Grande do Norte: um estudo de percepção ambiental. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 20, n. 59, p. 83-102, 2024.

DING, L.; WANG, T.; CHAN, P. W. Forward and reverse logistics for circular economy in construction: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 388, p. 135981, 2023.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition**. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Elle-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>. Acesso em: 12 maio 2024.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Financiamento da economia circular. 2020**. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/not%C3%ADcias/financiamento-da-economia-circular>. Acesso em: 12 maio 2024.

ESTRELA, C. **Metodologia Científica: CIÊNCIA, ENSINO E PESQUISA**. 3. ed. Porto Alegre. Artes Médicas, 1 janeiro 2018.

FANG, C.; FAN, S.; QIU, Y. The choice of remanufacturing strategy for the OEM with third-party remanufacturers' advantages. **Computers & industrial engineering**, v. 176, n. 108973, p. 108973, 2023.

GHOSH, S. et al. Attaining sustainable development goals through embedding circular economy principles: evidence from food processing small-and medium-sized enterprises in India. **Business strategy and the environment**, v. 33, n. 3, p. 2193-2224, 2024.

GREEN ELETRON. **Estatuto Social nº 2, de 22 de março de 2022. Estatuto Social da Gestora Para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos – Green Eletron**. São Paulo, SP.

GREEN ELETRON. **Resíduos Eletrônicos No Brasil - 2021**. São Paulo, 2021. Disponível em: https://www.greeneletron.org.br/download/RELATORIO_DE_DADOS.pdf. Acesso em: 12 mai. 2024.

HALKOS, G. E.; ASLANIDIS, P. C. How Waste Crisis Altered the Common Understanding: From Fordism to Circular Economy and Sustainable Development. **Circular Economy and Sustainability**, p. 1-25, 2024.

HERNÁNDEZ, C. T.; DA SILVA BITENCOURT, J. Impacto da Política Nacional de Resíduos Sólidos nas práticas de Logística Reversa. **Race: revista de administração, contabilidade e economia**, n. 1, p. 1-26, 2024.

KATYAR, A.; GEDAM, V. V. The circular economy and fertilizer industry: a systematic review of principal measuring tool. **Environment, Development and Sustainability**, p. 1-39, 2024.

KIM, V. J. H.; BARROS, R. T. V. Efeitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos na gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) dos municípios populosos mineiros: uma análise multivariada. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 15, p. e20230017, 2023.

KIRCHHERR, J. et al. Conceptualizing the **circular economy (revisited): an analysis of 221 definitions**. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 194, p. 107001, 2023.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 9 ed. São Paulo, SP: Atlas 2021.

LENZI, A. R.; MASSI, E. H. G.; DE SANTANA, R. M. Avaliação da efetividade das políticas públicas que abordam a gestão de resíduos sólidos: um panorama brasileiro. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 3, p. e3557-e3557, 2024.

LU, H.; ZHAO, G.; LIU, S. Integrating circular economy and Industry 4.0 for sustainable supply chain management: a dynamic capability view. **Production Planning & Control**, v. 35, n. 2, p. 170-186, 2024.

MALEVITI, E. **Fundamentals of Sustainable Aviation**. Taylor & Francis, 2023.

MALLICK, P. K. *et al.* Closing the loop: Establishing reverse logistics for a circular economy, a systematic review. *Journal of environmental management*, v. 328, p. 117017, 2023.

MAYANTI, B.; HELO, P. Circular economy through waste reverse logistics under extended producer responsibility in Finland. **Waste Management & Research**, v. 42, n. 1, p. 59-73, 2024.

MISHRA, A. *et al.* A review of reverse logistics and closed-loop supply chains in the perspective of circular economy. **Benchmarking: an international journal**, v. 30, n. 3, p. 975-1020, 2023.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Comitê Orientador para a Implantação de Sistemas de Logística Reversa (CORI)**. Disponível em: <http://cori.mma.gov.br/>. Acesso em: 15 set. 2023.

MONDAL, S.; SINGH, S.; GUPTA, H. Green entrepreneurship and digitalization enabling the circular economy through sustainable waste management-An exploratory study of emerging economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 422, p. 138433, 2023.

MOTA, F. S. *et al.* Reverse logistics and sustainability: the case of the Federal Institute of Acre, Brazil. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 17, n. 4, p. e6567-e6567, 2024.

NAJM, H.; ASADI-GANGRAJ, E. Designing a robust sustainable reverse logistics to waste of electrical and electronic equipment: a case study. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 21, n. 2, p. 1559-1574, 2024.

NCUBE, A. *et al.* Circular economy and green chemistry: the need for radical innovative approaches in the design for new products. **Energies**, v. 16, n. 4, p. 1752, 2023.

NETO, G. C. O. *et al.* Reverse chain for electronic waste to promote circular economy in Brazil: a survey on electronics manufacturers and importers. **Sustainability**, v. 15, n. 5, p. 4135, 2023.

NI, Z.; CHAN, H. K.; TAN, Z. Systematic literature review of reverse logistics for e-waste: overview, analysis, and future research agenda. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 26, n. 7, p. 843-871, 2023.

NOVI, L.; DA SILVA PEREIRA, R.; MINCIOTTI, S. A. A influência da comunicação organizacional para a viabilização da logística reversa: um recorte do setor de pilhas e baterias. **Comunicação & Inovação**, v. 25, p. e20249401-e20249401, 2024.

ORIENTO, O. H. *et al.* Sustainability in project management: A comprehensive review. **World Journal of Advanced Research and Reviews**, v. 21, n. 1, p. 656-677, 2024.

OSSIO, F.; SALINAS, C.; HERNÁNDEZ, H. Circular economy in the built environment: A systematic literature review and definition of the circular construction concept. **Journal of Cleaner Production**, p. 137738, 2023.

PEROVANO, D. G. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 1. Ed. Curitiba: InterSaberes, 2016.

POUYAMANESH, S. *et al.* A review of various strategies in e-waste management in line with circular economics. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 41, p. 93462-93490, 2023.

PRAJAPATI, H.; KANT, R.; SHANKAR, R. Selection of strategy for reverse logistics implementation. **Journal of Global Operations and Strategic Sourcing**, v. 16, n. 1, p. 1-23, 2023.

SÃO PAULO. **Termo de Compromisso Para Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos de Uso Doméstico**. São Paulo, SP, 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/logisticareversa/wp-content/uploads/sites/27/2018/12/ProgramaDescarte-Green-Produtos-eletroeletr%C3%B4nicos-de-uso-dom%C3%A9stico-termodecompromisso-fase-2.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2024.

TRIGO, A. G. M. *et al.* A política nacional de resíduos sólidos e a redução de impactos ambientais negativos: viabilizando cidades e comunidades sustentáveis: enabling sustainable cities and communities. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 20, n. 1, p. 130-149, 2023.

VALADÃO, M. A. P.; SILVA, R. A. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Analisando os Direitos Coletivos e Difusos dos Catadores de Materiais. **Ambiente & Sociedade**, v. 27, p. e00111, 2024.

VICENTE, T. S.; LIMA, J. C.; SANTOS, V. C. B. S. Controle social no saneamento básico: análise dos órgãos colegiados da Região Metropolitana do Agreste. **Diversitas Journal**, v. 9, n. 1, 2024.

YIN. R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5 ed., Porto Alegre: Bookman, 2014.

ZHANG, A. *et al.* Drivers of industry 4.0-enabled smart waste management in supply chain operations: a circular economy perspective in China. **Production Planning & Control**, v. 34, n. 10, p. 870-886, 2023.