


RESÍDUOS SÓLIDOS E DESIGN SUSTENTÁVEL – UMA ANÁLISE DA RECICLAGEM NA “ECONOMIA CIRCULAR” À LUZ DA AGENDA 2030

 <https://doi.org/10.56238/arev7n2-164>

Data de submissão: 12/01/2025

Data de publicação: 12/02/2025

Antonio Nacilio Sousa dos Santos

Doutorando em Ciências Sociais
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Horizonte, Ceará – Brasil.
E-mail: naciliosantos23@gmail.com

José Neto de Oliveira Felipe

Doutorando em Ensino de Ciências Exatas (UNIVATES)
Faculdade de Caldas Novas (UNICALDAS)
Caldas Novas – Goiás.
E-mail: profnetomatfis@gmail.com

Lucas Teixeira Dezem

Doutorando em Direitos Coletivos e Cidadania
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)
Ribeirão Preto, São Paulo – Brasil.
E-mail: lucastd19@hotmail.com

Ismael Duarte Assunção

Mestrando em Meio Ambiente
Universidade CEUMA.
São Luís, Maranhão – Brasil.
E-mail: ismael.duarte@ceuma.br

Kleberson Ricardo de Oliveira Pereira

Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais
Universidade de São Paulo (USP)
Salvador, Bahia – Brasil.
E-mail: klebersonric@gmail.com

Adalton Ferreira Guimarães

Mestrando em Engenharia de Materiais e Processos Industriais
Instituto Federal do Piauí (IFPI)
Teresina, Piauí – Brasil.
E-mail: afg360@hotmail.com

Álesson Rocha Silva

Doutor em Administração
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Fortaleza, Ceará – Brasil.
E-mail: arochaufmg@gmail.com

Ana Caroline da Silva Taumaturgo
Graduada em Engenharia Civil
Universidade Nilton Lins.
Manaus, Amazonas – Brasil.
E-mail: caroline.taumaturgo@gmail.com

Angélica Socca Cesar Recuero
Mestrado em Ciência Jurídica
Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)
Pato Branco, Paraná – Brasil.
E-mail: angelicacreuero@hotmail.com

Davison Arruda da Silva
Mestre em Inovação e Desenvolvimento
Centro Universitário dos Guararapes (UNIFG)
Recife, Pernambuco – Brasil.
E-mail: davison.arrud@gmail.com

Ian Felipe Nascimento
Graduando em Bacharelado em Geografia.
Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)
Aurelino Leal, Bahia – Brasil.
E-mail: nascimentoian31@gmail.com

Ronan Gomes Furtado
Mestre em Ciências Biológicas/Botânica Tropical
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Macapá, Amapá – Brasil.
E-mail: ronanfurtado31@gmail.com

Christiane Carvalho Veloso
Doutora em Ciências Contábeis e Administração
Escola Superior em Vitória (FUCAPE)
Teresina, Piauí – Brasil.
E-mail: christiane.veloso@ufpi.edu.br

Hélder Ferreira da Silva
Mestrando em Geografia Profissional - Recursos Hídricos
FCT Universidade Estadual Paulista (UNESP/FCT)
Presidente Prudente, São Paulo – Brasil.
E-mail: helder.silva@unesp.br

Djeimi da Silva Soares
Especialista em Direito Público
Faculdade Ademar Rosado (FAR)
Pelotas, Rio Grande do Sul – Brasil.
E-mail: djeimiss@hotmail.com

Rodrigo Rasia

Especialista em Administração Corporativa.
Centro de Estudos de Política, Estratégia e Doutrina do CBMDF (CEPED)
Lago Norte, Distrito Federal – Brasil.
E-mail: rasia110485@hotmail.com

RESUMO

A crescente preocupação com a sustentabilidade impulsionou debates sobre a gestão de resíduos sólidos e sua reintegração ao ciclo produtivo, especialmente no contexto da economia circular. A Agenda 2030 da ONU estabelece metas para garantir padrões sustentáveis de produção e consumo, reforçando a necessidade de reavaliar o modelo linear de descarte. Nesse contexto, a pesquisa busca responder: como a reciclagem, no âmbito da economia circular, pode contribuir para o design sustentável e a redução do impacto ambiental, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)? A fundamentação teórica baseia-se nos princípios da economia circular, conforme formulado por Ellen MacArthur (2013), Catherine Weetman (2019) e nas discussões sobre resíduos sólidos e sustentabilidade de autores como Boulding (1966), que introduziu a ideia de economia como um sistema fechado, e McDonough e Braungart (2002), que propuseram o conceito de “Cradle to Cradle”. Além disso, incorpora a perspectiva de design sustentável de Manzini (2006), destacando a relação entre inovação e responsabilidade socioambiental. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa a partir de Minayo (2016), empregando a metodologia descritiva e bibliográfica de Gil (2010), uma análise compreensiva fundamentada na perspectiva weberiana (Weber, 1969). As fontes incluem relatórios internacionais, artigos científicos e documentos institucionais sobre gestão de resíduos e políticas de sustentabilidade. Os resultados indicam que a reciclagem, quando inserida no paradigma da economia circular, não apenas reduz impactos ambientais, mas também potencializa soluções inovadoras no design sustentável. Conclui-se que a implementação de estratégias articuladas entre setor produtivo, políticas públicas e educação ambiental é fundamental para consolidar um modelo de desenvolvimento mais responsável e alinhado aos princípios da sustentabilidade global.

Palavras-chave: Economia Circular. Design Sustentável. Reciclagem. Sustentabilidade Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

1.1 RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE: DESAFIOS DO CONSUMO E A TRANSIÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR E O DESIGN SUSTENTÁVEL

O consumo mundial cresce em ritmo acelerado, impulsionado por um modelo econômico baseado na produção em larga escala e na obsolescência programada (Santos, *et. al.*, 2024). A cultura do descartável tornou-se um fenômeno global, com produtos sendo fabricados para terem vida útil curta, incentivando o consumo constante. Esse ciclo gera um volume cada vez maior de resíduos sólidos urbanos, sobrecarregando sistemas de coleta e descarte. Segundo Martini (2016), “[...] o aumento do consumo está diretamente ligado ao crescimento da geração de resíduos sólidos, resultando em desafios para a sustentabilidade das cidades modernas” (Martini, 2016, p. 118).

O aumento do consumo possui estreita relação com o crescimento na geração per capita, colocada pela sociedade de consumo atual [...], em decorrência dos incentivos ao consumo, bem como o aumento de vendas de produtos. Nesse sentido, é relevante destacar um fenômeno base, por meio do qual decorrem estes incentivos e aumento de vendas de produtos, a chamada obsolescência programada (FIORILLO, 2017, apud *Resíduos Sólidos Urbanos: Teoria & Prática*, 2022, p. 68)

Dito isso, atualmente a educação ambiental tem um papel fundamental na mudança desse cenário, mas sua implementação ainda é limitada. A falta de conscientização da população sobre o impacto ambiental de seus hábitos de consumo reflete-se na baixa adesão à reciclagem e ao descarte adequado dos resíduos. Conforme Benone e Medeiros (2019), “[...] a ausência de uma cultura ambiental na sociedade impede a adoção de práticas sustentáveis, dificultando a implantação de políticas de gestão de resíduos sólidos” (Benone & Medeiros, 2019, p. 50). A ausência de uma cultura de responsabilidade ambiental reflete-se no descarte irregular de lixo, que polui solos, rios e oceanos.

A Educação Ambiental (EA) tem enfoque na necessidade de modelar a postura dos seres humanos para com o meio ambiente e foi iniciada pelos movimentos ecológicos e posteriormente contemplada com a publicação da Lei Federal 9.795, de 27/4/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras medidas. Além disso, outra ferramenta importante para o entendimento e implementação de ações coletivas de sensibilização é a percepção ambiental, que pode ser definida como o resultado da interação do indivíduo com o meio e suas constantes transformações, através da qual se atribui valores e importâncias diferenciadas em relação ao local em que está inserido e conduz a um novo olhar sobre o presente e futuro, favorecendo a introdução de novas formas de proceder e tratar o meio ambiente (Fernandes *et al.*, 2004; Macedo, 2000, p. 197).

Diante dessa situação, a crescente preocupação com a sustentabilidade impulsionou debates sobre a gestão de resíduos sólidos e sua reintegração ao ciclo produtivo. O conceito de economia circular, proposto por Ellen MacArthur (2013), sugere um modelo alternativo ao sistema linear de

produção, promovendo a reutilização e reciclagem de materiais para minimizar desperdícios e impactos ambientais. De acordo com Weetman (2019), “[...] a economia circular propõe estratégias de reaproveitamento e redesign de produtos, reduzindo a necessidade de extração de novos recursos naturais e aumentando a eficiência dos processos industriais” (p. 87).

A economia circular está se tornando cada vez mais sinônimo de Ellen MacArthur Foundation (EMF). A EMF é uma instituição filantrópica que trabalha com empresas, governos e organizações educacionais, a fim de acelerar a transição para a economia circular, a qual já tem muitos livros, trabalhos e vídeos que explicam e promovem a economia circular. [...] A economia circular se inspira na natureza, onde o resíduo de uma espécie é o alimento de outra, e a soma fornece energia. A Economia Circular ‘movimenta em ciclos materiais e produtos valiosos, produzindo-os e transportando-os usando energia renovável’ (Weetman, 2019, p. 87).

Diante disso, a Organização das Nações Unidas (ONU), através da Agenda 2030 estabeleceu metas para garantir padrões sustentáveis de produção e consumo, reforçando a necessidade de reavaliar o modelo linear de descarte. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)¹, especialmente os ODS 11 e 12, destacam a necessidade de reduzir a geração de resíduos e promover práticas sustentáveis no setor produtivo. Segundo a ONU (2015), “[...] até 2030, os países devem alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais, promovendo a reciclagem e a redução de resíduos em nível global” (ONU, 2015, p. 32).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável constituem uma agenda universal, composta de 17 ODS, com 169 metas para 2015 a 2030. Aplicáveis a todos os países, refletem as dimensões econômica, social, ambiental e institucional, de maneira integrada, indivisível e transversal. [...] A redução de emissões de gases de efeito estufa pelo setor de resíduos sólidos, decorrente de uma gestão sustentável de resíduos, é relevante tanto para a mitigação como para a adaptação às mudanças climáticas, e contribui para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ONU, 2015, p. 246).

Dito isso, caso nenhuma ação concreta seja implementada até 2030, o planeta enfrentará consequências ambientais severas. Estudos indicam que a geração de resíduos sólidos continuará crescendo, sobrecarregando aterros sanitários² e aumentando a contaminação do solo e da água.

¹ Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015 como parte da Agenda 2030, um plano global para promover o desenvolvimento sustentável em suas dimensões ambiental, social e econômica. Compostos por 17 objetivos e 169 metas, os ODS buscam erradicar a pobreza, reduzir desigualdades, combater as mudanças climáticas e incentivar padrões sustentáveis de produção e consumo, entre outras metas essenciais para a construção de um futuro mais equilibrado e justo. Dentre os objetivos, destacam-se o ODS 11, que visa tornar as cidades mais sustentáveis e resilientes, e o ODS 12, que promove o consumo e a produção responsáveis, incentivando a redução de resíduos e o uso eficiente dos recursos naturais. Dessa forma, os ODS fornecem um guia para que governos, empresas e a sociedade civil adotem medidas concretas em prol da sustentabilidade global (ONU, 2015, p. 32). Ver: ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>.

² Os aterros sanitários representam uma solução técnica para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo projetados para minimizar impactos ambientais e riscos à saúde pública. Esses empreendimentos operam através da

Conforme apontado por Boulding (1966), “[...] a economia deve ser pensada como um sistema fechado, no qual os resíduos devem ser reintegrados ao ciclo produtivo para evitar a escassez de recursos naturais” (Boulding, 1966, p. 12).

Assim, a relação entre resíduos sólidos e design sustentável também se torna cada vez mais evidente. Manzini (2008) destaca a necessidade de desenvolver produtos que considerem seu impacto ambiental desde a concepção, evitando desperdícios e promovendo a reutilização de materiais. O autor afirma que “[...] o design sustentável deve estar alinhado com os princípios da economia circular, garantindo um ciclo de vida mais longo para os produtos e reduzindo a geração de resíduos” (2008, p. 27).

No âmbito da indústria, o design tornou-se um valioso instrumento de fomento para a transição da lógica linear para a circular, na medida em que se projeta para vários ciclos de vida, economicamente viáveis e ecologicamente eficientes, considerando a viabilidade do desenvolvimento de produtos e serviços mais duradouros que utilizem menos recursos naturais e energéticos. Considera-se que é na fase de design que a maioria das características de um produto, ao longo de seu ciclo de vida, são definidas. Sob a ótica dos processos produtivos, o design passou a desempenhar um papel fundamental, tornando exequível a proposição de novos cenários, processos e sistemas baseados em diretrizes de desenvolvimento sustentável, assumindo novas funções diante do atual panorama socioeconômico e ambiental (Dissertação - Economia Circular e Sustentabilidade, 2020, p. 16).

Desta maneira, além da preocupação ambiental, a má gestão dos resíduos sólidos afeta diretamente a saúde pública e a qualidade de vida nas cidades. Jacobi (2012) aponta que “[...] o acúmulo de resíduos sólidos em áreas urbanas é um fator de risco para a proliferação de doenças e para a degradação ambiental, exigindo soluções urgentes de planejamento” (p. 31). O avanço da urbanização sem planejamento adequado e sem políticas eficazes de manejo de resíduos amplia os desafios para a sustentabilidade das cidades.

Diante desse contexto, a participação ativa do setor produtivo e das políticas públicas é fundamental para mitigar os impactos dos resíduos sólidos. Segundo Cristóvão e Medeiros (2020), “[...] a gestão de resíduos deve ser uma estratégia integrada entre governo, empresas e sociedade civil, visando a implementação de soluções eficazes para o reaproveitamento de materiais e a valorização dos resíduos como recursos” (p. 44). Sem essa articulação, o desperdício continuará sendo uma

compactação e cobertura dos resíduos, evitando a exposição direta ao meio ambiente e reduzindo a liberação de gases poluentes e chorume. No entanto, a decomposição da matéria orgânica nesses aterros gera biogás, composto majoritariamente por metano (CH₄), um dos principais gases do efeito estufa, o que demanda sistemas de captação e tratamento para sua conversão em energia ou queima controlada. Além disso, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, busca reduzir a disposição em aterros sanitários por meio do incentivo à reciclagem, compostagem e recuperação energética dos resíduos, uma vez que a expansão dessas áreas enfrenta desafios como à demanda por grandes extensões de solo e custos elevados de manutenção e monitoramento (SENHORAS, 2022). Ver: SENHORAS, Elói Martins (Org.). *Resíduos Sólidos Urbanos: Teoria & Prática*. Boa Vista: Editora IOLE, 2022.

ameaça ao equilíbrio ambiental. Assim, a implementação de estratégias articuladas entre setor produtivo, políticas públicas e educação ambiental pode consolidar um modelo de desenvolvimento mais responsável. Como afirmado por McDonough e Braungart (2002), “[...] o conceito de *Cradle to Cradle*³ propõe um modelo de produção regenerativo, no qual os resíduos são transformados em novos recursos, eliminando a lógica do descarte e promovendo um ciclo produtivo sustentável” (p. 56).

A destinação inadequada de resíduos sólidos impacta diretamente a qualidade de vida urbana, gerando poluição do solo e da água, além de contribuir para a proliferação de vetores de doenças. A ausência de planejamento integrado para a gestão desses resíduos compromete a saúde pública e o equilíbrio ambiental, evidenciando a necessidade de políticas eficazes que promovam a redução, reutilização e reciclagem dos materiais descartados (Brasil - Gestão de Resíduos Sólidos, 2020, p. 87).

Desse modo, se medidas urgentes não forem adotadas, em 2030 o cenário poderá ser alarmante. A geração de resíduos sólidos pode ultrapassar a capacidade de gerenciamento dos municípios, intensificando a degradação ambiental e os problemas de saúde pública. No entanto, há alternativas viáveis para reverter esse quadro. Segundo a Comissão Europeia (2015), “[...] a transição para uma economia circular⁴ pode gerar benefícios econômicos e ambientais significativos, promovendo a eficiência no uso dos recursos e a redução do impacto ambiental” (Comissão Europeia, 2015, p. 91). Dessa forma, a reciclagem e a inovação no design de produtos são ferramentas essenciais para minimizar impactos ambientais e promover uma economia mais sustentável.

Dito isso, a pesquisa tem como objeto de estudo a relação entre a reciclagem, a economia circular e o design sustentável, analisando como esses elementos podem contribuir para a redução do impacto ambiental. O modelo linear de produção e descarte tem levado a um acúmulo crescente de resíduos sólidos urbanos, o que compromete a sustentabilidade e exige novas estratégias para sua gestão. De acordo com Weetman (2019), “[...] a economia circular propõe estratégias de reaproveitamento e redesign de produtos, reduzindo a necessidade de extração de novos recursos naturais e aumentando a eficiência dos processos industriais” (p. 87). Diante desse contexto, a

³ O conceito *Cradle to Cradle* (C2C) propõe um modelo de produção regenerativo, no qual os resíduos deixam de ser um problema e passam a ser insumos para novos ciclos produtivos. Desenvolvido por Michael Braungart e William McDonough, esse paradigma rejeita a lógica linear de “extração-produção-descarte” e enfatiza a ideia de que todos os materiais podem ser concebidos como nutrientes técnicos ou biológicos, retornando continuamente ao ciclo produtivo sem perda de qualidade. O modelo se baseia em cinco princípios fundamentais: saúde dos materiais, reutilização contínua de materiais, uso de energia renovável, gestão responsável da água e justiça social. Diferente das abordagens convencionais de ecoeficiência, que apenas minimizam danos ambientais, o *Cradle to Cradle* promove a ecoeficácia, incentivando processos produtivos que gerem impactos ambientais e sociais positivos desde a concepção dos produtos. Ver: BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. *Cradle to Cradle: criar e reciclar ilimitadamente*. Tradução de Frederico Bonaldo. São Paulo: GG BR, 2013.

⁴ Esse sistema será abordado mais à frente.

pesquisa busca compreender como a reciclagem pode ser inserida na economia circular para potencializar práticas sustentáveis no design de produtos e minimizar os danos ambientais.

Assim, o objetivo central da pesquisa é investigar de que forma a reciclagem, integrada ao conceito de economia circular, pode contribuir para um design sustentável alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A pergunta de partida que orienta este estudo é: como a reciclagem, no âmbito da economia circular, pode contribuir para o design sustentável e a redução do impacto ambiental, em consonância com os ODS? Essa questão se insere em um debate mais amplo sobre a necessidade de transição para modelos produtivos que minimizem o desperdício e valorizem a reutilização de materiais. Como afirma Manzini (2008), “[...] o design sustentável deve estar alinhado com os princípios da economia circular, garantindo um ciclo de vida mais longo para os produtos e reduzindo a geração de resíduos” (p. 27).

2 METODOLOGIA QUALITATIVA E BIBLIOGRÁFICA: UMA ANÁLISE COMPREENSIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS A PARTIR ECONOMIA CIRCULAR E DO DESIGN SUSTENTÁVEL

A pesquisa qualitativa é essencial para compreender fenômenos complexos que envolvem aspectos sociais, ambientais e econômicos, como o impacto do consumo excessivo e da obsolescência programada na geração de resíduos sólidos. Segundo Minayo (2006), “[...] a pesquisa qualitativa se ocupa com um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado, pois trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes” (p. 21). Dessa maneira, ao abordar a problemática dos resíduos sólidos urbanos, essa pesquisa permitiu analisar não apenas os volumes gerados, mas também os fatores subjetivos que influenciam o comportamento da sociedade de consumo, evidenciando como políticas públicas e práticas sustentáveis podem ser implementadas de forma mais eficaz.

A pesquisa qualitativa, ao contrário do modelo quantitativo, busca interpretar e compreender as dinâmicas sociais, analisando contextos e significados atribuídos pelos indivíduos. Ela permite a captação de nuances, subjetividades e relações que dificilmente podem ser reduzidas a números e estatísticas (Minayo, 2006, p. 24).

Com base nessa perspectiva, o estudo foi formulado a partir da necessidade de compreender a relação entre consumo, economia circular e design sustentável, buscando identificar estratégias para minimizar os impactos ambientais. Como destaca Gil (2010), “[...] toda investigação se inicia por uma questão, por um problema, por uma pergunta, por uma dúvida. A resposta a esse movimento do pensamento geralmente se vincula a conhecimentos anteriores ou demanda a criação de novos

referenciais” (p. 17). Assim, o estudo estruturou-se em uma abordagem qualitativa, analisando documentos, artigos científicos e relatórios institucionais para entender como a reciclagem e o design sustentável podem contribuir para a redução dos resíduos sólidos urbanos. Esse delineamento permitiu que a pesquisa se aprofundasse nos processos que envolvem o descarte e a reutilização de materiais, considerando tanto o contexto social quanto o ambiental.

A metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa é a descritiva, realizada por meio de consulta a autores diversos em produções científicas, como artigos, livros, dissertações e teses, assim como revistas especializadas e materiais disponíveis na internet, com a finalidade de obter dados sobre o assunto. ‘É usada para identificar e obter informações sobre o histórico e as características de um determinado problema ou questão (Collis & Hussey, 2005, p. 24).

Para que essa análise fosse conduzida de maneira eficiente, o desenvolvimento da pesquisa adotou uma metodologia qualitativa descritiva, possibilitando a avaliação crítica das políticas ambientais e dos impactos da obsolescência programada. Segundo Minayo (2006), “[...] o trabalho de campo é uma fase tão central para o conhecimento da realidade que Lévy-Strauss o denomina ‘ama de leite’ de toda a pesquisa social” (p. 61). Assim, a coleta e análise de dados foram conduzidas com base na triangulação de métodos, incluindo revisão bibliográfica e estudo de casos específicos relacionados à gestão de resíduos sólidos e economia circular. Essa abordagem permitiu uma visão ampla do problema, associando diferentes perspectivas teóricas e empíricas para fundamentar a discussão.

Além disso, os passos metodológicos seguiram um ciclo investigativo estruturado, que envolveu a exploração teórica, o levantamento de dados e a análise crítica dos achados. Como aponta Gil (2007), “[...] a análise dos dados na pesquisa qualitativa passa a depender muito da capacidade e do estilo do pesquisador” (p. 176). Dessa forma, a pesquisa não apenas identificou os desafios enfrentados na gestão dos resíduos sólidos, mas também propôs recomendações práticas para que o design sustentável e a economia circular sejam incorporados de forma mais efetiva às políticas ambientais e empresariais. Com isso, tornou-se possível estabelecer diretrizes para a redução da produção de resíduos e para a promoção de um consumo mais responsável.

A análise dos dados na pesquisa qualitativa envolve um processo sistemático e reflexivo, que inclui a organização, categorização e interpretação das informações coletadas. Diferente da abordagem quantitativa, que se baseia na mensuração de variáveis, a pesquisa qualitativa busca compreender significados, contextos e inter-relações, permitindo uma visão mais aprofundada do fenômeno estudado (Gil, 2007, p. 176).

Assim, a pesquisa qualitativa permitiu uma compreensão ampla e contextualizada do problema, revelando as interações entre os fatores econômicos, sociais e ambientais que influenciam

a geração de resíduos. Conforme Minayo (2006), “[...] a pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações e das crenças, aspectos que dificilmente podem ser traduzidos em números” (p. 21). Dessa maneira, o estudo reforça a importância de adotar abordagens interdisciplinares para enfrentar os desafios da sustentabilidade, propondo soluções que integrem inovação, consumo responsável e políticas públicas eficazes. Ao final, o conhecimento gerado pela pesquisa se traduz em um instrumento fundamental para transformar práticas de produção e descarte, orientando o caminho para um futuro mais sustentável.

Já a pesquisa bibliográfica, por sua vez, desempenhou um papel essencial na fundamentação teórica deste estudo, permitindo a análise aprofundada da relação entre resíduos sólidos, economia circular e design sustentável. Como destaca Gil (2010), “[...] a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho desta natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas” (p. 51). Dessa forma, a revisão da literatura possibilitou a identificação de abordagens teóricas consolidadas e o levantamento de evidências científicas que embasam a análise da reciclagem e sua relação com os princípios da economia circular. Além disso, permitiu uma visão ampla sobre os desafios e as oportunidades de implementar práticas mais sustentáveis no setor produtivo.

Nesse contexto, a análise compreensiva inspirada em Weber foi essencial para interpretar criticamente as informações coletadas e estabelecer relações entre os diferentes fatores que influenciam a gestão dos resíduos sólidos. Segundo Weber (1969), “[...] a compreensão refere-se ao sentido visado subjetivamente por atores, no curso de uma atividade concreta” (p. 110). Esse referencial teórico permitiu ir além dos aspectos técnicos da reciclagem, abordando também as motivações sociais, culturais e econômicas que impactam a adoção de práticas sustentáveis. Assim, a economia circular não foi analisada apenas como um modelo produtivo eficiente, mas também como uma construção social, onde diferentes agentes, como empresas, governos e consumidores, desempenham papéis fundamentais na sua consolidação.

Além disso, a pesquisa bibliográfica foi organizada segundo um método descritivo e exploratório, permitindo uma abordagem detalhada dos desafios da sustentabilidade e do design sustentável. Conforme descrito na Dissertação sobre Economia Circular e Sustentabilidade, “[...] a metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa é a descritiva, realizada por meio de consulta a autores diversos em produções científicas, como artigos, livros, dissertações e teses, assim como revistas especializadas e materiais disponíveis na internet, com a finalidade de obter dados sobre

o assunto” (Collis & Hussey, 2005, p. 24). Essa abordagem garantiu a sistematização dos conceitos centrais e a compreensão das práticas já implementadas em diferentes contextos, evidenciando tanto os avanços quanto as dificuldades encontradas na transição para um modelo mais sustentável.

Dessa maneira, a articulação entre os dados teóricos e sua aplicabilidade prática tornou-se um aspecto fundamental do estudo. Minayo (2006) enfatiza que “[...] a interpretação consiste em relacionar as estruturas semânticas (significantes) com estruturas sociológicas (significados) dos enunciados presentes na mensagem” (p. 90). Ou seja, não bastava apenas reunir informações sobre economia circular e design sustentável, mas também compreender como essas estratégias são aplicadas no cotidiano e quais desafios precisam ser superados para torná-las mais acessíveis e eficazes. A partir dessa análise, foi possível propor recomendações para fortalecer políticas públicas e incentivar mudanças no comportamento de consumidores e empresas.

Assim, a abordagem compreensiva de Weber foi crucial para a interpretação dos resultados e a formulação de recomendações mais alinhadas com a realidade observada. Conforme afirma Minayo (2006), “[...] a análise qualitativa não se limita à descrição dos dados, mas busca compreender as inter-relações e significados atribuídos pelos sujeitos ao fenômeno estudado” (p. 91). Dessa forma, a pesquisa reforça a necessidade de integrar diferentes perspectivas na gestão de resíduos sólidos, promovendo uma visão holística que considere aspectos ambientais, econômicos e sociais. Assim, conclui-se que a reciclagem, quando inserida na lógica da economia circular, não apenas reduz impactos ambientais, mas também impulsiona a inovação e fortalece a responsabilidade socioambiental, contribuindo para um futuro mais sustentável e equilibrado.

3 ANÁLISE DA RECICLAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA “ECONOMIA CIRCULAR” À LUZ DA AGENDA 2030.

O neoliberalismo, ao transformar todas as esferas da vida em mercadoria, intensificou o consumo e reforçou a lógica da obsolescência programada⁵, estimulando o descarte rápido de produtos. Como afirma Weetman (2019), “[...] a economia neoliberal incentiva a maximização do lucro imediato, negligenciando os impactos ambientais a longo prazo e promovendo um ciclo de produção e descarte acelerado” (p. 52). Esse modelo de acumulação também se reflete na

⁵ A obsolescência programada é uma estratégia deliberada adotada por fabricantes para reduzir a vida útil de produtos, incentivando o consumo contínuo e o descarte prematuro. Essa prática surgiu na década de 1930, durante a Grande Depressão, como um mecanismo para estimular a economia por meio do aumento da demanda por bens de consumo. Atualmente, ela se manifesta de diversas formas, como a introdução de componentes com tempo de vida limitado, atualizações de software que tornam dispositivos incompatíveis e mudanças estéticas que induzem os consumidores a substituírem produtos ainda funcionais. Esse modelo produtivo tem impactos significativos na geração de resíduos sólidos e no consumo de recursos naturais, contribuindo para problemas ambientais e sociais. Ver: MARTINEZ, J. *Resíduos Sólidos Urbanos: Teoria & Prática*. São Paulo: Editora Ambiental, 2017.

financeirização da vida, onde bens essenciais passam a ser tratados como ativos financeiros, promovendo desigualdades sociais e agravando a exploração de recursos naturais.

O aumento do consumo possui estreita relação com o crescimento na geração per capita, colocada pela sociedade de consumo atual [...], em decorrência dos incentivos ao consumo, bem como o aumento de vendas de produtos. Nesse sentido, é relevante destacar um fenômeno base, por meio do qual decorrem estes incentivos e aumento de vendas de produtos, a chamada **obsolescência programada** (*grifo nosso*) (Fiorillo, 2017, p. 68).

Desse modo, a globalização e a financeirização da economia impulsionaram a adoção do modelo neoliberal em diversas nações, levando à exploração acelerada de recursos naturais. Conforme Jacobi (2012), “[...] o crescimento econômico neoliberal impulsiona a extração descontrolada de matérias-primas, resultando em impactos ambientais irreversíveis” (p. 45). A financeirização da vida estimula o consumo via crédito e endividamento, perpetuando um ciclo de compra e descarte. Segundo Weetman (2019), “[...] o incentivo ao consumo exacerbado cria uma demanda insustentável por produtos descartáveis, sobrecarregando os ecossistemas naturais” (p. 60).

A sociedade prestigia o poder aquisitivo do indivíduo e o toma como um indicador de sucesso e de felicidade. O ato de consumir está ligado à realização pessoal, sucesso profissional, ascensão social dentre outros atributos. O incentivo ao consumo vem de todos os lados: marketing e meios de comunicação que criam novas necessidades e até mesmo do Estado que proporciona incentivos fiscais e de crédito para que o consumo das famílias e o PIB aumente, elevando, assim, o desenvolvimento econômico. Desta forma, a nossa sociedade promove o consumo desenfreado caracterizando, assim, o consumismo (Dissertação - Economia Circular e Sustentabilidade, 2020, p. 34).

Desse modo, esse sistema econômico impulsiona a acumulação de bens, gerando um volume crescente de resíduos sólidos. Segundo Fernandes et al. (2004), “[...] o modelo econômico atual conduz ao aumento exponencial de resíduos, sem garantir alternativas eficazes para sua gestão” (p. 215). Com a ascensão do neoliberalismo, diversos serviços ambientais foram privatizados, dificultando o acesso igual à gestão sustentável de resíduos. Conforme ONU (2015), “[...] a mercantilização dos serviços ambientais compromete sua universalização, resultando em disparidades na gestão sustentável dos resíduos urbanos” (p. 89). Desse modo,

Apesar das medidas e do compromisso com políticas públicas, há ainda um longo caminho para que se tenha a efetiva estruturação destas ações, seja no aspecto coletivo como sociedade, quanto no aspecto individual, visto que a geração de resíduos no país cresce exponencialmente e que grande parte do que é gerado ainda não é destinado corretamente de acordo com as

diretrizes impostas pela hierarquia dos resíduos determinada pela PNRS⁶ (ABRELPE, 2019, p. 118).

Dito isso, empresas transnacionais têm incorporado a lógica do capital financeiro na exploração dos recursos naturais. Segundo Cristóvão e Medeiros (2020), “[...] a financeirização da natureza permite que corporações acumulem riquezas enquanto externalizam os custos ambientais” (p. 55). No contexto neoliberal, muitas empresas adotam estratégias de marketing verde⁷ sem mudanças estruturais em sua produção. Conforme Jacobi (2012), “[...] o discurso da sustentabilidade empresarial frequentemente serve apenas para reforçar a lógica do consumo desenfreado” (p. 75).

A retórica da sustentabilidade tem sido amplamente apropriada pelo mercado, onde o conceito de ‘marketing verde’ muitas vezes oculta práticas predatórias e pouco eficazes para a redução do impacto ambiental. O discurso empresarial sobre sustentabilidade frequentemente prioriza a imagem da marca em detrimento de mudanças estruturais nos processos produtivos (Loschiavo dos Santos, 2012, p. 31)

Assim, as políticas neoliberais reduziram a atuação estatal na gestão de resíduos sólidos, comprometendo ações sustentáveis. Segundo ONU (2015), “[...] a desregulamentação neoliberal enfraquece a capacidade dos governos de implementar políticas ambientais eficazes” (p. 110). O neoliberalismo também atinge a gestão da água, tornando-a um recurso cada vez mais mercantilizado. Conforme Weetman (2019), “[...] a financeirização dos recursos hídricos compromete a eficiência na gestão de resíduos e intensifica a desigualdade ambiental” (p. 135).

Diante das evidências de que o neoliberalismo tem efeitos negativos sobre o meio ambiente, alternativas sustentáveis devem ser exploradas. Segundo Cristóvão e Medeiros (2020), “[...] a

⁶ A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, representa um marco na gestão dos resíduos sólidos no Brasil, estabelecendo diretrizes para a redução da geração de resíduos, o incentivo à reciclagem e reutilização, bem como a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos. A PNRS adota a hierarquia da gestão de resíduos, priorizando a não geração, seguida da redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente correta. Além disso, institui a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, envolvendo fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana. Um dos principais desafios para a implementação efetiva dessa política tem sido a erradicação dos lixões e a substituição por aterros sanitários adequados, além da necessidade de ampliação da coleta seletiva e do envolvimento da sociedade na gestão sustentável dos resíduos. Ver: BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 3 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 12 fev. 2025.

⁷ O marketing verde é uma estratégia que busca alinhar práticas empresariais ao desenvolvimento sustentável, promovendo produtos e serviços com menor impacto ambiental. Essa abordagem envolve o uso de matérias-primas renováveis, processos produtivos ecoeficientes e transparência na comunicação com o consumidor, evitando o *greenwashing*-prática de marketing que transmite uma falsa impressão de sustentabilidade. Empresas que adotam o marketing verde buscam agregar valor aos seus produtos, atendendo a uma crescente demanda por consumo consciente e responsabilidade socioambiental. No entanto, para que essa estratégia seja eficaz, é necessário um compromisso real com a sustentabilidade, integrando princípios da economia circular e inovação no design de produtos. Ver: WEETMAN, C. *Economia Circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa*. São Paulo: Autêntico Business, 2019.

transição para um modelo econômico sustentável requer a implementação de políticas públicas que desafiem a lógica neoliberal” (p. 190). Assim, a necessidade de um novo paradigma econômico que equilibre desenvolvimento e sustentabilidade torna-se necessário para garantir um futuro viável para as próximas gerações.

3.1 A RECICLAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E O USO DA “ECONOMIA CIRCULAR”

Os resíduos sólidos representam um dos principais desafios ambientais e urbanos do Brasil. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010⁸, resíduos sólidos são definidos como “[...] materiais que podem ser reciclados ou reaproveitados, sejam eles domésticos, industriais, eletroeletrônicos, entre outros, e também rejeitos, que não podem ser reaproveitados e devem ser descartados corretamente” (Brasil, 2010). A destinação adequada desses materiais é fundamental para evitar impactos ambientais e sociais decorrentes da disposição inadequada.

A PNRS dispõe especificamente sobre resíduos sólidos. Essa ênfase ocorre pelo potencial dos resíduos de serem reutilizados, reciclados, objeto de logística reversa ou qualquer outra técnica que possa servir de matéria-prima base. Ao contrário do lixo, definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como sendo restos das atividades advindas de condutas humanas, caracteriza-se por ser inútil ou indesejável, não sendo possível o tratamento. Nesse mesmo sentido, encontra-se a definição de rejeitos onde todas as possibilidades para a reciclagem ou uso de reaproveitamento foram esgotadas, sendo a única destinação plausível o descarte em aterro sanitário (Vasconcelos & Vasconcelos, 2016, p. 71).

Desse modo, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) desempenha um papel fundamental na gestão ambiental brasileira, estabelecendo diretrizes para a destinação adequada dos resíduos e promovendo a sustentabilidade. Segundo a legislação, “[...] na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (Brasil, 2010). Essa hierarquia busca minimizar os impactos ambientais e maximizar o aproveitamento dos materiais descartados.

⁸ A Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos no Brasil. A norma define responsabilidades compartilhadas entre o poder público, setor empresarial e sociedade civil na minimização da geração de resíduos e na promoção da logística reversa e da responsabilidade estendida do produtor. Além disso, a legislação prioriza a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A PNRS também incentiva a inclusão de catadores de materiais recicláveis nas cadeias produtivas e proíbe práticas como a destinação inadequada de resíduos em lixões, reforçando a necessidade de implementação de aterros sanitários tecnicamente viáveis. Ver: Brasil. (2010). *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm.

Com efeito, a diferenciação entre resíduos sólidos e lixo é essencial para a gestão ambiental eficiente. Como define a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), “[...] os resíduos sólidos são materiais que podem ser reciclados ou reaproveitados, enquanto o lixo é caracterizado por ser inútil ou indesejável, sem possibilidade de tratamento adequado” (ABNT, 1996). Essa distinção justifica a importância do desenvolvimento de políticas públicas voltadas à valorização dos resíduos e sua reinserção na cadeia produtiva.

Dito isso, a classificação dos resíduos sólidos é um elemento central da PNRS, permitindo que diferentes categorias sejam tratadas conforme suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Segundo Fiorillo (2017), “[...] os resíduos considerados perigosos fazem parte da Classe I, enquanto os não perigosos são divididos em Classe II A, que contém materiais biodegradáveis ou combustíveis, e Classe II B, que são inertes” (p. 71). Essa categorização⁹ possibilita a adoção de estratégias específicas para cada tipo de resíduo, garantindo maior eficiência na sua gestão.

Tabela 1 – Classificação de Resíduos Sólidos segundo Fiorillo

	Classe	Descrição	Exemplos
1	Classe I	Resíduos perigosos, contendo características de inflamabilidade, corrosividade,	Baterias, solventes, tintas, pesticidas, resíduos hospitalares.
2	Classe II A	Resíduos não perigosos, biodegradáveis ou combustíveis, como restos de	Restos de comida, papel, madeira, tecidos.
3	Classe II B	Resíduos não perigosos e inertes, como entulho, vidro e certos plásticos que não	Vidro, entulho, plásticos não recicláveis.

Fonte: Obtido da obra de Fiorillo (2017).

No Brasil, o manejo de resíduos sólidos é um desafio persistente, especialmente devido à carência de infraestrutura e à informalidade no setor. Conforme apontado por Mendonça et al. (2017), “[...] a PNRS inovou ao atribuir responsabilidades compartilhadas entre setores públicos e privados, incluindo a obrigatoriedade de planos de gerenciamento de resíduos e a implementação da logística

⁹ De acordo com Fiorillo (2017), os resíduos sólidos podem ser classificados com base em sua origem, composição e periculosidade. Quanto à origem, os resíduos podem ser domiciliares, comerciais, industriais, de serviços de saúde, da construção civil, agrícolas e de serviços públicos. Em relação à composição, eles podem ser orgânicos e inorgânicos, sendo os primeiros biodegradáveis e os segundos, geralmente recicláveis. Já quanto à periculosidade, os resíduos são classificados como perigosos e não perigosos, conforme os riscos que representam à saúde humana e ao meio ambiente. A classificação dos resíduos sólidos é fundamental para a definição de estratégias adequadas de manejo, tratamento e disposição final, garantindo a preservação ambiental e a saúde pública. Ver: Fiorillo, C. A. P. (2017). *Curso de direito ambiental brasileiro* (18ª ed.). Editora Saraiva.

reversa” (p. 88). No entanto, apesar dessa inovação, a aplicação dessas diretrizes ainda enfrenta obstáculos estruturais, como a baixa adesão dos municípios à formulação de planos de gerenciamento. Esse cenário ressalta a necessidade de estratégias mais eficazes para garantir a destinação correta dos resíduos.

Nesse contexto, a logística reversa desponta como uma das principais ferramentas da PNRS para a recuperação de materiais descartados e sua reintegração à cadeia produtiva. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019), “[...] a logística reversa configura-se no processo de agregar valor ao planejar, implementar e controlar o fluxo de materiais, do ponto de consumo ao ponto de origem, para fins de recaptura de valor ou disposição adequada”. Dessa maneira, essa abordagem promove a corresponsabilidade entre fabricantes, distribuidores e consumidores, reduzindo impactos ambientais e aumentando a eficiência no uso de recursos.

Além disso, a crescente geração de resíduos sólidos urbanos agrava os desafios da gestão de resíduos, tornando a adoção de soluções inovadoras ainda mais urgente. Conforme observado por Martini (2016), “[...] a geração de resíduos atingiu um estágio tão significativo que passou a ser abordada em diferentes políticas públicas brasileiras e internacionais” (p. 118). O aumento da população e do consumo intensifica a produção de lixo, exigindo iniciativas que não apenas otimizem a coleta e a destinação, mas também reduzam a geração de resíduos na origem.

Para enfrentar esse desafio, o manejo de resíduos sólidos no Brasil é regulamentado por normas ambientais que estabelecem diretrizes para coleta, transporte, tratamento e destinação final. Segundo a PNRS, “[...] na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (Brasil, 2010). Essa hierarquia visa minimizar os impactos ambientais e maximizar o aproveitamento dos materiais descartados, promovendo uma cultura de consumo mais sustentável.

Dentro desse escopo, a reciclagem surge como uma das principais estratégias para mitigar os impactos ambientais dos resíduos sólidos. De acordo com Vasconcelos e Vasconcelos (2016), “[...] os resíduos possuem grande potencial de serem reutilizados, reciclados, objeto de logística reversa ou qualquer outra técnica que possa servir de matéria-prima base” (p. 70). Assim, além de reduzir a demanda por matéria-prima virgem, a reciclagem contribui para a diminuição da quantidade de lixo enviado para aterros sanitários, evitando a sobrecarga desses espaços e diminuindo a emissão de gases de efeito estufa.

Diante da necessidade de reestruturar o sistema produtivo e de descarte, a economia circular desponta como uma alternativa sustentável ao modelo linear de consumo. De acordo com a Comissão

Europeia (2015), “[...] o plano de ação da União Europeia para a economia circular estabelece 54 medidas para fechamento do ciclo de vida dos produtos, promovendo o crescimento sustentável e reduzindo a geração de resíduos” (p. 91). Esse conceito propõe a reutilização contínua de materiais, minimizando desperdícios e incentivando a inovação na produção.

Para viabilizar essa transição, a economia circular exige a integração de práticas sustentáveis em toda a cadeia produtiva, desde o design dos produtos até sua destinação final. Conforme Weetman (2019), “[...] a economia circular propõe estratégias de reaproveitamento e redesign de produtos, reduzindo a necessidade de extração de novos recursos naturais e aumentando a eficiência dos processos industriais” (p. 87). Ao repensar a forma como bens são projetados e consumidos, esse modelo favorece soluções inovadoras que ampliam a vida útil dos materiais e evitam o desperdício.

Contudo, apesar dos avanços na legislação e no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, diversos desafios ainda persistem na gestão de resíduos sólidos no Brasil. Segundo o IBGE (2014), “[...] apenas 33,5% dos municípios brasileiros conseguiram elaborar um Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, essencial para receber recursos federais”. A ausência de planejamento adequado compromete a implementação de políticas eficazes, tornando mais difícil a adaptação do país a um modelo de economia circular.

Além disso, a informalidade no setor de coleta e reciclagem representa outro obstáculo a ser superado. Conforme a ABRELPE (2014), “[...] diariamente mais de 20.000 toneladas de resíduos deixam de ser coletadas no país, tendo, provavelmente, um destino impróprio”. Isso demonstra a importância de fortalecer a coleta seletiva e valorizar o trabalho dos catadores, que desempenham um papel fundamental na recuperação de materiais recicláveis e na redução do descarte inadequado.

Diante desse cenário, torna-se essencial ampliar o investimento em políticas públicas e iniciativas empresariais que incentivem práticas sustentáveis e a transição para um modelo de economia circular. Como ressalta Gama (2020), “[...] a redução na geração dos resíduos em geral, a reutilização e a reciclagem proporcionam a modificação dos padrões de consumo e contribuem significativamente para reduzir o uso de matérias-primas e os impactos ambientais” (p. 239).

Nesse contexto, diante da crescente geração de resíduos, a economia circular surge como uma alternativa ao modelo linear de produção e descarte. Conforme destaca Weetman (2019), “[...] a economia circular propõe estratégias de reaproveitamento e redesign de produtos, reduzindo a necessidade de extração de novos recursos naturais e aumentando a eficiência dos processos industriais” (p. 87). Esse sistema enfatiza a reutilização contínua de materiais, minimizando impactos ambientais e promovendo um ciclo produtivo mais sustentável.

A economia circular aparece como alternativa desejável ao modelo tradicional, pois defende o uso dos recursos com menos desperdício. Além disso, permite que as empresas reduzam custos e perdas, gerem fontes alternativas de receita e diminuam a dependência de matérias-primas virgens (Andrade, 2019).

A economia circular surge como uma alternativa urgente ao modelo linear de produção e descarte, que historicamente tem levado ao acúmulo de resíduos e ao esgotamento dos recursos naturais. De acordo com Weetman (2019), “[...] a economia circular propõe que repensemos nossos sistemas produtivos e de consumo, assegurando que os produtos, materiais e recursos sejam mantidos em uso pelo maior tempo possível, reduzindo a geração de resíduos” (p. 34). Essa abordagem não apenas minimiza os impactos ambientais, mas também impulsiona a inovação ao incentivar práticas sustentáveis em todas as etapas da cadeia produtiva. Nesse sentido, a autora reforça que “[...] a transição para um sistema circular exige uma reestruturação das cadeias de valor, onde cada fase do ciclo de vida de um produto seja planejada para minimizar impactos ambientais e maximizar a eficiência dos recursos” (p. 42).

Diante desse cenário, um dos principais desafios globais é a crescente produção de resíduos sólidos urbanos e industriais. O descarte inadequado desses materiais tem gerado graves problemas ambientais, além de representar uma perda significativa de recursos que poderiam ser reintegrados à economia. Weetman (2019) enfatiza que “[...] a economia circular não apenas reduz o desperdício, mas também gera novas oportunidades de negócios e inovação, ao incentivar práticas como reutilização, remanufatura e reciclagem” (p. 67). Dessa forma, além de contribuir para a redução de impactos ambientais, esse modelo também promove a geração de empregos e o fortalecimento da competitividade das empresas. Para tanto, é essencial uma mudança na mentalidade empresarial, pois, conforme a autora pontua, “[...] a lógica da economia circular requer uma nova abordagem, em que o foco não está apenas na venda de produtos, mas na maximização do valor por meio de ciclos contínuos de uso e reutilização” (p. 75).

Nesse contexto, a economia circular apresenta-se como uma solução concreta para minimizar a dependência de aterros sanitários e processos de incineração, que, além de ambientalmente prejudiciais, são financeiramente custosos. Weetman (2019) destaca que “[...] empresas estão cada vez mais adotando princípios da economia circular, como a utilização de materiais recicláveis e renováveis, projetando produtos para durar mais e serem reparados com facilidade” (p. 125). Essa mudança de paradigma exige um esforço coordenado para reestruturar cadeias produtivas e logísticas, garantindo que os produtos sejam reintegrados ao ciclo produtivo. Para isso, é indispensável a criação de infraestrutura adequada para a coleta e reaproveitamento dos resíduos, pois, como enfatiza Weetman (2019), “[...] para que essa abordagem seja bem-sucedida, é fundamental o desenvolvimento

de um sistema eficiente de recolhimento e triagem, garantindo que os materiais retornem ao ciclo produtivo de forma otimizada” (p. 132).

Entretanto, para que essa transição ocorra de forma efetiva, o papel das políticas públicas é fundamental. Medidas regulatórias podem acelerar a adoção de práticas circulares, criando incentivos para o uso eficiente dos recursos e penalizando a geração excessiva de resíduos. Weetman (2019) destaca que “[...] a regulamentação governamental pode acelerar a adoção de práticas circulares, criando incentivos para o uso eficiente dos recursos e penalizando a geração excessiva de resíduos” (p. 178). Um dos exemplos mais eficazes é a responsabilidade estendida do produtor, que obriga as empresas a recolher e reciclar os produtos após seu uso, reduzindo significativamente o volume de resíduos. Além disso, como observa a autora, “[...] a legislação pode desempenhar um papel essencial ao estabelecer padrões mínimos de reciclagem e reutilização, fomentando um ambiente de inovação para o desenvolvimento de materiais mais sustentáveis” (p. 184).

Além da regulamentação, um dos princípios centrais da economia circular é a mudança na percepção sobre os resíduos, que devem ser vistos como recursos valiosos e não apenas como descartáveis. Weetman (2019) endossa que “[...] os resíduos não devem ser encarados como um problema, mas sim como uma oportunidade para inovação e criação de valor” (p. 203). Isso implica investimentos em novas tecnologias para reciclagem avançada, compostagem de resíduos orgânicos e desenvolvimento de materiais biodegradáveis. Além disso, a autora argumenta que “[...] a adoção de modelos circulares pode gerar benefícios econômicos significativos, reduzindo custos com matéria-prima e aumentando a competitividade das empresas que investem em soluções sustentáveis” (p. 210). Assim, a economia circular não apenas protege o meio ambiente, mas também oferece vantagens econômicas concretas para os setores produtivos.

Dito isso, é fundamental reconhecer que a transição para a economia circular requer não apenas mudanças estruturais, mas também uma transformação cultural profunda. Weetman (2019) argumenta que “[...] educar consumidores e empresas sobre os benefícios da economia circular é essencial para que a mudança ocorra de maneira efetiva e duradoura” (p. 256). Isso envolve desde o design sustentável até a adoção de novos modelos de negócios baseados no compartilhamento, reparo e reutilização, promovendo um consumo mais consciente. Além disso, a autora conclui que “[...] para que essa mudança se concretize, é fundamental uma colaboração entre governos, empresas e sociedade civil, garantindo um ambiente propício para a implementação de soluções circulares” (p. 263). Portanto, a economia circular não é apenas uma tendência, mas uma necessidade urgente para garantir um futuro mais sustentável e equilibrado para as próximas gerações.

3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS E DESIGN SUSTENTÁVEL A LUZ DA AGENDA 2030

O design sustentável desempenha um papel crucial na gestão de resíduos sólidos, pois possibilita a criação de produtos com menor impacto ambiental desde sua concepção até o descarte. Segundo Manzini e Vezzoli (2016), “[...] eco design¹⁰ é a atividade que, ligando o tecnicamente possível com o ecologicamente necessário, faz nascerem novas propostas que sejam social e culturalmente aceitáveis” (p. 47). Esse conceito implica o uso de materiais recicláveis, processos produtivos eficientes e a redução de resíduos, promovendo uma economia mais circular e sustentável. Além disso, como destaca Cardoso (2008), “[...] o design sustentável tem suas raízes no final da década de 1960, quando os movimentos ambientalistas começaram a influenciar a produção industrial e os modelos de consumo” (p. 46). Dessa forma, percebe-se que a preocupação com o impacto ambiental dos produtos não é recente, mas tem se tornado cada vez mais relevante diante dos desafios climáticos e do crescimento da produção de resíduos.

A essência da EC reside exatamente no design e no processo industrial bem planejado, mantendo ciclos fechados, nos quais os recursos utilizados sejam passíveis de circulação infinita, sem a necessidade de novas extrações. Embora sempre exista certa quantidade de dissipação inevitável, a intenção do design passa a ser a viabilização de um circuito contínuo e equilibrado. A comercialização de produtos ‘sustentáveis’, parcialmente feitos de materiais reciclados ou mais eficientes em termos de energia do que suas versões anteriores, não são suficientes (Manzini & Vezzoli, 2016, p.126).

Nesse sentido, a relação entre o design sustentável e a economia circular reforça a importância da escolha de materiais e processos produtivos menos impactantes. Braun e Gomez (2007) afirmam que “[...] o design passa a ter por objetivo principal o projeto de produtos e serviços que, de alguma forma, reduzam o uso de recursos e minimizem externalidades negativas” (p. 50). Assim, a seleção criteriosa de materiais e a adoção de técnicas de modularidade e reutilização tornam-se estratégias fundamentais para garantir uma produção sustentável. Complementando essa ideia, Stefano e Ferreira (2013) destacam que “[...] o design assegura que um produto seja derivado do uso consciente de energia, de água e matéria-prima, proporcionando vantagens atreladas à redução dos custos, menor geração de resíduos e atração de novos consumidores” (p. 50). Logo, fica evidente que a

¹⁰ O *eco design* é uma abordagem do design que integra considerações ambientais em todas as etapas do ciclo de vida de um produto, desde sua concepção até o descarte, com o objetivo de minimizar impactos ecológicos negativos. Segundo Manzini e Vezzoli, essa prática busca conectar o tecnicamente possível com o ecologicamente necessário, criando soluções que sejam social e culturalmente aceitáveis. O *eco design* considera a seleção de materiais sustentáveis, a eficiência energética, a redução de resíduos e a modularidade dos produtos para facilitar sua reutilização e reciclagem. Dessa forma, essa abordagem se alinha aos princípios da economia circular e à necessidade de reduzir o consumo de recursos naturais, tornando-se um elemento essencial para a transição rumo a modelos de produção mais sustentáveis. Ver: MANZINI, E.; VEZZOLI, C. *O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais*. São Paulo: Edusp, 2002.

sustentabilidade no design não apenas reduz impactos ambientais, mas também pode gerar valor econômico para empresas e consumidores. Assim,

A redução do impacto ambiental é obtida pela adoção de princípios alicerçadores tais como a seleção criteriosa de materiais, esforços pela eficiência energética, qualidade, durabilidade, adoção de técnicas de modularidade, assim como a reutilização e o reaproveitamento de produtos (Brones *et al.*, 2014, p. 50).

Além disso, o design sustentável desempenha um papel essencial na redução da geração de resíduos sólidos urbanos, um dos principais desafios ambientais da atualidade. Segundo Martini (2016), “[...] a geração de resíduos atingiu um estágio tão significativo que passou a ser abordada em diferentes políticas públicas brasileiras e internacionais” (p. 118). Diante disso, o desenvolvimento de produtos com menor impacto ambiental se alinha às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece a hierarquia dos resíduos e incentiva a não geração, redução, reutilização e reciclagem. Brones *et al.* (2014) reforçam essa perspectiva ao afirmarem que “[...] a reutilização e reaproveitamento de produtos são essenciais para minimizar os impactos ambientais e reduzir a necessidade de matéria-prima virgem” (p. 50). Assim, para que a gestão de resíduos seja eficiente, é fundamental que o design seja pensado desde o início do ciclo de vida dos produtos.

A PNRS define princípios como prevenção, eficiência e ciclo de vida dos produtos, além de objetivos como padrões sustentáveis de produção e o uso de matérias-primas derivadas de reciclados. Isso demonstra que o design sustentável é um elemento estratégico para viabilizar a recaptura de valor de resíduos, garantindo que produtos sejam concebidos para minimizar impactos ambientais e facilitar sua reintegração ao ciclo produtivo (Economia circular e sustentabilidade, 2021, p. 74).

A importância desse processo é destacada pela Agenda 2030, que estabelece um compromisso global para promover padrões sustentáveis de produção e consumo. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 12 propõe que até 2030 “[...] se alcance a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais” e que se “[...] reduza substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso” (ONU, 2015, p. 32). Essas metas evidenciam a necessidade de um design voltado para a sustentabilidade, promovendo soluções que minimizem desperdícios e favoreçam a reutilização de materiais. Nesse contexto, a ABNT (2004) destaca que “[...] mais organizações estão se conscientizando de que existem benefícios substanciais na integração de aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento dos produtos” (p. 3). Ou seja, a transformação dos processos produtivos é essencial para atingir as metas globais de sustentabilidade.

O 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável perfazem 169 metas associadas que são integradas e indivisíveis. Nunca antes os líderes mundiais comprometeram-se a uma ação comum e um esforço via uma agenda política tão ampla e universal. Trata-se de um caminho rumo ao Desenvolvimento Sustentável, dedicado coletivamente à busca da evolução social e da cooperação vantajosa para todos, que podem trazer enormes ganhos para todos os países (Plataforma Agenda 2030 ONU, 2015, p. 32).

Outro aspecto relevante é a influência do design sustentável na gestão de resíduos industriais e na logística reversa, que são fundamentais para a reciclagem e recuperação de materiais. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019), “[...] a logística reversa configura-se no processo de agregar valor ao planejar, implementar e controlar o fluxo de materiais, do ponto de consumo ao ponto de origem, para fins de recaptura de valor ou disposição adequada”. Essa abordagem reforça a responsabilidade compartilhada entre empresas e consumidores, garantindo que os produtos descartados sejam reaproveitados ou reciclados. Gontijo e Dias (2010) complementam essa visão ao afirmarem que “[...] a logística reversa deve ser planejada desde a fase de design do produto, pois o material gerado no pós-consumo pode definir e viabilizar o canal reverso” (p. 23). Portanto, pensar na circularidade dos produtos desde a sua concepção é fundamental para tornar a logística reversa mais eficiente.

A logística reversa deve ser planejada desde a concepção dos produtos, garantindo que seus materiais possam ser reaproveitados em ciclos produtivos posteriores. Esse planejamento inclui desde a seleção de materiais recicláveis até a viabilização de canais de retorno eficientes, permitindo que os resíduos se transformem em insumos para novas produções (Economia circular e sustentabilidade, 2021, p. 71).

Além do impacto ambiental, o design sustentável também possui forte relevância social, promovendo empregos verdes e melhorando a qualidade de vida das populações. Segundo a ONU (2015), “[...] a geração de emprego e renda por meio da coleta, tratamento e disposição de resíduos sólidos é fundamental para a erradicação da pobreza e o desenvolvimento sustentável” (p. 247). Isso mostra que a sustentabilidade no design não apenas reduz impactos ambientais, mas também cria oportunidades socioeconômicas. Gregson et al. (2015) reforçam essa ideia ao apontarem que “[...] a economia circular deve ser vista como uma estratégia não apenas ambiental, mas também social, promovendo inclusão e oportunidades de trabalho” (p. 218). Assim, a economia circular e o design sustentável caminham junto na construção de um futuro mais justo e equilibrado.

O design pode ser um elemento essencial para a geração de prosperidade econômica, social e ecológica que se sustente no longo prazo, considerando as recomendações evidenciadas, a utilização de materiais biodegradáveis, duráveis, renováveis, reciclados e recicláveis, para o pensamento de fechamento de ciclo, com menos toxidade, menos impacto, menos desperdício e menos resíduos (Economia circular e sustentabilidade, 2021, p. 138).

Dessa forma, o design sustentável se revela uma ferramenta essencial para transformar o atual modelo linear de produção em um sistema mais circular e resiliente. Segundo Weetman (2019), “[...] a economia circular propõe estratégias de reaproveitamento e redesign de produtos, reduzindo a necessidade de extração de novos recursos naturais e aumentando a eficiência dos processos industriais” (p. 87). Como complemento, Mackenzie apud Giudice et al. (2006) aponta que “[...] o design para a desmontagem maximiza as fontes de reciclagem e minimiza a potencialidade de poluição de produtos” (p. 133). Portanto, ao integrar práticas sustentáveis desde a concepção dos produtos até seu descarte, o design sustentável se consolida como um dos pilares para a construção de um futuro ambientalmente responsável e socialmente inclusivo.

A Economia Circular (EC) tem sido apresentada como importante mudança para as empresas, pois as obriga a repensar além das suas pegadas ecológicas, consumo de recursos e eficiência energética. É um modelo que permite reavaliar as práticas econômicas da sociedade atual e que se inspira no funcionamento da própria natureza, promovendo a regeneração de materiais e a restauração dos recursos técnicos (Economia Circular e Sustentabilidade, 2021, p. 76).

4 CONCLUSÃO

A pesquisa evidenciou que a reciclagem, quando inserida no paradigma da economia circular, desempenha um papel fundamental na transição para um modelo de produção e consumo mais sustentável. Ao longo da investigação, foi possível compreender que o atual modelo linear de descarte, caracterizado pelo uso excessivo de matérias-primas e pelo desperdício de recursos, impõe desafios ambientais, sociais e econômicos que comprometem a qualidade de vida e a sustentabilidade planetária. Nesse sentido, a economia circular surge como uma alternativa viável para a reintegração dos resíduos no ciclo produtivo, minimizando impactos ambientais e promovendo o uso eficiente dos recursos naturais.

Os achados apontam que a reciclagem não apenas reduz a extração de novos recursos, mas também potencializa soluções inovadoras no design sustentável. Como demonstrado, a abordagem baseada na economia circular propõe a reconfiguração dos processos produtivos, privilegiando o reuso, a remanufatura e a reutilização de materiais, garantindo que os produtos tenham ciclos de vida mais longos e impactos ambientais reduzidos.

Além disso, constatou-se que o design sustentável desempenha um papel essencial nessa transição, pois possibilita a concepção de produtos que consideram sua destinação desde a fase inicial de desenvolvimento. A incorporação de princípios como a modularidade, o uso de materiais biodegradáveis e a eliminação de substâncias tóxicas são estratégias fundamentais para garantir que os produtos sejam facilmente desmontáveis e recicláveis. A pesquisa também revelou que, sem um

compromisso real do setor produtivo, políticas públicas eficientes e uma conscientização ampla da sociedade, a implementação desses conceitos pode ser limitada.

Outro aspecto relevante identificado ao longo do estudo foi à relação entre a reciclagem e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), particularmente os ODS 11 e 12, que enfatizam a necessidade de garantir padrões sustentáveis de produção e consumo. Os desafios identificados na implementação da economia circular reforçam a importância de investimentos em infraestrutura para a coleta e triagem de resíduos, bem como a criação de incentivos que promovam a responsabilidade compartilhada entre consumidores, empresas e governos.

Ademais, a pesquisa reforça que a reciclagem, por si só, não é suficiente para solucionar a problemática dos resíduos sólidos urbanos. Sem a adoção de uma abordagem integrada que contemple o redesign de produtos, a logística reversa e políticas públicas eficazes, os resíduos continuarão sendo descartados de maneira inadequada, comprometendo o equilíbrio ambiental. Assim, para consolidar um modelo de desenvolvimento mais responsável e alinhado aos princípios da sustentabilidade global, torna-se fundamental a articulação entre o setor produtivo, os formuladores de políticas e a sociedade civil.

Portanto, conclui-se que a reciclagem, aliada ao design sustentável e à economia circular, é um elemento-chave para a mitigação dos impactos ambientais e para a construção de um futuro mais sustentável. A transição para esse novo modelo, no entanto, exige esforços coletivos e investimentos estruturais, além de mudanças culturais que favoreçam práticas mais responsáveis de consumo e descarte. Somente a partir da implementação coordenada de estratégias inovadoras e sustentáveis será possível alcançar um equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental, garantindo um planeta mais habitável para as próximas gerações.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Gestão ambiental - Diretrizes para a integração dos aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento de produto. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2019. São Paulo: ABRELPE, 2019.
- ANDRADE, J. Economia circular: desafios e oportunidades. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2019.
- BENONE, A.; MEDEIROS, L. Educação ambiental e a gestão dos resíduos sólidos urbanos. São Paulo: Annablume, 2019.
- BOULDING, K. E. The economics of the coming spaceship earth. Washington: Johns Hopkins University Press, 1966.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 3 ago. 2010.
- BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. Cradle to Cradle: criar e reciclar ilimitadamente. Tradução de Frederico Bonaldo. São Paulo: GG BR, 2013.
- BRONES, F.; CARLOMAGNO, C. Design sustentável: uma abordagem sistêmica para a inovação sustentável. São Paulo: Editora Blucher, 2014.
- CARDOSO, R. O design brasileiro antes do design: aspectos da história gráfica, 1870-1960. São Paulo: Cosac Naify, 2008.
- COMISSÃO EUROPEIA. Plano de Ação para a Economia Circular. Bruxelas: Comissão Europeia, 2015.
- COLLIS, J.; HUSSEY, R. Pesquisa em administração. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- CRISTÓVÃO, D.; MEDEIROS, M. Gestão sustentável de resíduos: desafios e perspectivas. Curitiba: CRV, 2020.
- ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE. Perspectivas para um futuro sustentável. Brasília: Universidade de Brasília, 2021.
- FERNANDES, F.; ALMEIDA, J.; MACEDO, T. Percepção ambiental e sustentabilidade: desafios para o século XXI. Belo Horizonte: UFMG Editora, 2004.
- FIORILLO, C. A. P. Curso de direito ambiental brasileiro. 18. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GONTIJO, S.; DIAS, S. Logística reversa e gestão de resíduos sólidos. São Paulo: Senac, 2010.

- JACOBI, P. Políticas ambientais e sustentabilidade urbana. São Paulo: Annablume, 2012.
- LOSCHIAVO DOS SANTOS, L. Design e sustentabilidade. São Paulo: Editora Blucher, 2012.
- MARTINEZ, J. Resíduos sólidos urbanos: teoria & prática. São Paulo: Editora Ambiental, 2017.
- MARTINI, M. Gestão de resíduos sólidos e os desafios ambientais. Curitiba: Appris, 2016.
- MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. Design para um mundo sustentável. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- MINAYO, M. C. S. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 10. ed. São Paulo: Hucitec, 2006.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Logística reversa: diretrizes e desafios. Brasília: MMA, 2019.
- ONU. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Nova York: ONU, 2015.
- PLATAFORMA AGENDA 2030 ONU. Relatório global sobre sustentabilidade. Nova York: ONU, 2015.
- SENHORAS, E. M. (Org.). Resíduos sólidos urbanos: teoria & prática. Boa Vista: Editora IOLE, 2022.
- DOS SANTOS, A. N. S. et al. Emergência climática e educação – impactos no meio ambiente e a transformação do currículo escolar pela lei 14.926 DE 2024. ARACÊ, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 2379–2400, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/2874>. Acesso em: 05 Jan. 2025.
- SANTOS, A. N. S. dos. et. al. Racismo ambiental, saúde e direitos sociais: causalidades e impactos da degradação ambiental em comunidades vulneráveis no Brasil. OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, 23(1), e8603, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/oelv23n1-073> Acesso em 05 de Jan. de 2025.
- SANTOS, A. N. S. dos. et. al. Caminhos trancados: o labirinto dos desafios burocráticos e legais nas concessões florestais Federais no Brasil. OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, 22(12), e8314, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/oelv22n12-182> Acesso em 05 de Jan. de 2025.
- SANTOS, A. N. S. dos. et. al. “Radiografia do saneamento básico no Brasil”: navegando pelos labirintos da gestão do saneamento básico em cidades brasileiras em 2024 e as consequências para a população. CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, 17(8), e10020, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.8-523> Acesso em 05 de Jan. de 2025.
- SANTOS, A. N. S. dos. et. al. “Luz e aprendizagem”: integrando energia solar e educação ambiental no ensino por metodologias ativas com células fotovoltaicas. Cuadernos De Educación Y Desarrollo, 16(8), e5133, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/cuadv16n8-055> Acesso em 05 de Jan. de 2025.

SANTOS, A. N. S. dos. et. al. “Raízes e Asas”: entrelaçando educação ambiental crítica e literatura infantil nos primeiros passos do ensino fundamental. Cuadernos De Educación Y Desarrollo, 16(7), e4886, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/cuadv16n7-108> Acesso em 05 de Jan. de 2025.

SANTOS, A. N. S. dos. et. al. Tecendo os fios da saúde pública: o impacto do saneamento básico na qualidade de vida urbana e no meio ambiente. Cuadernos De Educación Y Desarrollo, 16(5), e4259, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/cuadv16n5-079> Acesso em 05 de Jan. de 2025.

VASCONCELOS, F.; VASCONCELOS, J. Gestão integrada de resíduos sólidos. Belo Horizonte: UFMG, 2016.

WEETMAN, C. Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa. São Paulo: Autêntica Business, 2019.