



REUNIR:
Revista de Administração, Contabilidade e
Sustentabilidade

www.reunir.revistas.ufcg.edu.br



ARTIGO ORIGINAL: Submetido em: 02.05.2023. Avaliado em: 23.05.2024. Apto para publicação em: 06.10.2024. Organização Responsável: UFCG.

Gerenciamento circular de resíduos sólidos urbanos no Brasil: uma análise dos documentos governamentais e relatórios

Circular management of solid urban waste in Brazil: an analysis of government documents and reports

Gestión circular de residuos sólidos urbanos en Brasil: un análisis de documentos e informes del gobierno

Luiza Raquel Carvalho de Andrade

Universidade Federal de Goiás
Estrada Municipal, Quadra e Área Lote 04, Fazenda Santo Antônio,
Aparecida de Goiânia-GO, Brasil.

<https://orcid.org/0009-0004-2129-0817>

luiza.raquel.andrade@gmail.com

Nadya Regina Galo

Universidade Federal Fluminense
Rua Mário Santos Braga, s/n, Prédio 1, 7º Andar, Centro,
Niterói-RJ, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0001-6641-5610>

nadyagalo@id.uff.br



PALAVRAS-CHAVE

Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.
Economia Circular.
Sustentabilidade.

Resumo: A economia circular é um modelo econômico que tem como objetivo abandonar a ideia de extrair, usar e descartar, de modo a garantir que os produtos sejam reintroduzidos na cadeia produtiva, ao final do seu ciclo de vida, para um melhor aproveitamento de recursos naturais. A gestão de Resíduos Sólidos Urbanos é uma parte importante para a implantação do modelo de economia circular, uma vez que pode viabilizar a destinação adequada dos resíduos sólidos descartados em áreas urbanas, possibilitando estratégias de reutilização, reciclagem ou recuperação, entre outras alternativas. Apesar da importância da gestão dos resíduos sólidos urbanos para o modelo de economia circular, a literatura que envolve a situação do Brasil ainda é incipiente. Neste cenário, este trabalho teve o objetivo de diagnosticar a situação do Brasil na gestão dos resíduos sólidos urbanos, frente às perspectivas para a adoção do modelo de economia circular. Assim, buscou-se evidenciar os pontos de melhoria e as oportunidades, fazendo um breve estudo das políticas e práticas de gestão de resíduos sólidos urbanos adotados. Os métodos empregados para a pesquisa foram a pesquisa bibliográfica, seguida de uma pesquisa documental. Como resultados,

identificou-se que a insuficiência da cobertura da coleta de resíduos, a falta da coleta seletiva, a existência de lixões e aterro controlados, entre outros problemas, são fatores que atrapalham o desenvolvimento de ações para a implantação de um modelo de economia circular. De modo geral, os dados revelaram que a estrutura brasileira ainda apresenta diversos problemas que precisam ser solucionados a fim de viabilizar o modelo circular.

KEYWORDS

Urban Solid Waste Management. Circular Economy. Sustainability.

Abstract: *The circular economy is an economic model which aims to abandon the idea of extracting, using, and discarding to ensure that products are reintroduced into the production chain, at the end of their life cycle, for better use of natural resources. Urban Solid Waste Management is essential to implementing the circular economy model. It can adequately dispose of solid waste discarded in urban areas, enabling reuse, recycling, or recovery strategies, among other alternatives. Despite the importance of urban solid waste management for the circular economy model, the literature surrounding the situation in Brazil is still incipient. In this scenario, this work aimed to diagnose Brazil's situation in managing urban solid waste, given the perspectives for adopting the circular economy model. Thus, we sought to highlight the points for improvement and opportunities, briefly studying the adopted urban solid waste management policies and practices. The methods used for the research were bibliographic research and documentary research. As a result, it was identified that the insufficient coverage of waste collection, the lack of selective collection, and the existence of dumps and controlled landfills, among other problems, make it challenging to develop actions for implementing a Circular Economy model. The data revealed that the Brazilian structure still presents several problems that must be solved to make the circular model viable.*

PALABRAS CLAVE

Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. Economía circular. Sostenibilidad.

Resumen: *La economía circular es un modelo económico que pretende abandonar la idea de extraer, usar y desechar, para asegurar que los productos se reincorporen a la cadena productiva, al final de su ciclo de vida, para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales. La Gestión de Residuos Sólidos Urbanos es una parte esencial de la implementación del modelo de economía circular. Puede disponer adecuadamente los residuos sólidos desechados en áreas urbanas, posibilitando estrategias de reutilización, reciclaje o valorización, entre otras alternativas. A pesar de la importancia de la gestión de residuos sólidos urbanos para el modelo de economía circular, la literatura sobre la situación en Brasil es aún incipiente. En ese escenario, el objetivo de este trabajo fue diagnosticar la situación de Brasil en la gestión de residuos sólidos urbanos, dadas las perspectivas para la adopción del modelo de economía circular. Por lo tanto, buscamos resaltar los puntos de mejora y las oportunidades, haciendo un breve estudio de las políticas y prácticas de gestión de residuos sólidos urbanos adoptadas. Los métodos utilizados para la investigación fueron la investigación bibliográfica, seguida de la investigación documental. Como resultado, se identificó que la insuficiente cobertura de recolección de residuos, la falta de recolección selectiva, la existencia de desechos y vertederos controlados, entre otros problemas, son factores que dificultan el desarrollo de acciones para la implementación de un modelo de economía Circular. En general, los datos revelaron que la estructura brasileña todavía tiene varios problemas que necesitan ser resueltos para que el modelo circular sea viable.*

Introdução

A economia circular é um modelo econômico que se baseia na redução, na reutilização, na reciclagem e na recuperação de materiais, nos processos de produção, distribuição e consumo (Kirchherr et al., 2017). Segundo Cerqueira-Streit et al. (2021), a economia circular apresenta-se como uma alternativa ao modelo econômico atual (linear), que tem se mostrado prejudicial para os recursos naturais e tem trazido consequências negativas para a sociedade.

No entanto, além do esgotamento dos recursos naturais, existem outros desafios ambientais e socioeconômicos que estão associadas ao impacto do tratamento dos resíduos (Zeller et al., 2019). Para Khan e Ali (2022), os níveis crescentes de poluição e geração de resíduos têm pressionado organizações do mundo todo a incorporar o conceito de economia circular. Na perspectiva de Suárez-Eiroa et al. (2019), a economia circular propõe um sistema de produção-consumo regenerativo que visa manter não só as taxas de extração de recursos abaixo dos valores adequados aos limites planetários, mas também a geração de resíduos e emissões abaixo dos valores adequados aos limites planetários. Desta forma, perpassa pela economia circular, entre outras estratégias, as ideias da reutilização, da redução, da reciclagem e da transformação daquilo que seria descartado para algo que será novamente incorporado na vida da sociedade. Entretanto, não é possível falar de economia circular, sem falar sobre o destino que os resíduos sólidos precisam ter, a fim de não gerar grandes impactos negativos no meio ambiente e na saúde da população como um todo.

Perante os problemas ambientais que têm aumentado a cada dia, fomentar a economia linear, baseada em extrair, transformar e descartar, está se tornando insustentável, pois a grande quantidade de resíduos sólidos gerados cria problemas quanto ao desenvolvimento das empresas, famílias, cidades e nações. A economia linear faz o uso de recursos naturais de forma desordenada, desconsiderando sua escassez e ignorando a necessidade de atentar ao descarte e a reutilização das embalagens (Assunção, 2019). Por isso, no Brasil e em outras nações, políticas públicas voltadas para a sustentabilidade têm surgido com o intuito de

pressionar a sociedade e as empresas a se voltarem para o real problema e adotarem novas medidas para tratar os resíduos sólidos. Neste sentido, a União Europeia têm se destacado em suas ações para a obtenção de uma economia circular, uma vez, desde 2015, regulamentou metas e tem divulgado relatórios com dados de todos os países membros, incluindo ações para a gestão de resíduos (European Commission, 2015).

No Brasil, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305 que traça objetivos claros quanto ao trato dos materiais poluentes, perecíveis e tóxicos, além do Decreto nº 10.936 para regulamentar a PNRS (Brasil, 2010; 2022). Apesar destas regulamentações, de acordo com Andrade et al. (2018), a separação de resíduos ainda é insuficiente no Brasil. Andrade et al. (2018) apontam que empresas do setor de reciclados estão localizadas de forma geograficamente dispersa, o que aumenta o custo dos materiais recuperados. Para Assunção (2019), a mudança para uma economia circular no Brasil não é uma transição simples, em função de diversas barreiras e limitações. Segundo Santos et al. (2024) e de Oliveira et al. (2023), menos de um quarto dos municípios brasileiros implementaram a coleta seletiva. Tal cenário impossibilita que um modelo circular seja exitoso no Brasil, uma vez que grandes volumes de materiais, que poderiam ser reintroduzidos no ciclo produtivo, são descartados em aterros sanitários e, em casos extremos, em lixões.

Segundo Rebehy et al. (2024), o objetivo da prática da economia circular na gestão dos resíduos sólidos urbanos é aumentar a reciclagem de resíduos e embalagens e reduzir o volume de resíduos enviados para aterros. Terranova & Biazini (2022) evidenciam que os resíduos sólidos geram impactos ambientais, sociais e econômicos, pois se associam às mudanças do clima, ao uso de água, ao uso da terra, às emissões de carbono, entre outras questões. Boas práticas na gestão de resíduos no Brasil têm se mostrado como ações isoladas, que não cobrem todo o território nacional. De Oliveira et al. (2022) evidenciam a perspectiva dos catadores de materiais recicláveis em Salvador-BA. Nascimento et al. (2023) apontam que, apesar da presença de lixões em Minas Gerais, a coleta seletiva vem sendo estimulada por meio do

Programa Bolsa Reciclagem. Do Nascimento Lopes et al. (2023) evidenciam ações para apoiar a coleta seletiva em oito municípios da Costa do Descobrimento, sul da Bahia, Brasil.

Nos últimos anos, as pesquisas sobre gestão de resíduos no Brasil aumentaram (Santos et al., 2024), no entanto a literatura sobre a gestão dos resíduos sólidos urbanos no país, considerando sua inserção no modelo de economia circular, ainda é escassa. Buscas no Scopus, Web of Science, nos títulos resumos e palavras-chave, com os termos ("circular economy") AND ("urban solid waste") AND (Brazil), retornaram apenas 10 artigos (Santos et al., 2024; Monclaro et al., 2024; Rebehy et al., 2024; Nascimento et al., 2023; Moraes et al., 2023; Do Nascimento Lopes et al., 2023; Negrete-Cardoso et al., 2022; De Oliveira et al., 2022; Ribeiro Siman et al., 2022; Terranova & Biazini, 2022), eliminando os duplicados. Buscas no Scielo, com os mesmos termos, em português e inglês, não retornaram artigos. Dentre os 10 artigos encontrados, nenhum deles tem foco no cenário brasileiro, considerando a gestão dos resíduos sólidos urbanos e o modelo econômico de economia circular. Desta forma, verifica-se uma oportunidade de pesquisa no que se refere à discussão dos dados apresentados pelo país e dos documentos governamentais vigentes.

Assim, este trabalho teve como objetivo diagnosticar a situação do Brasil na gestão dos resíduos sólidos urbanos, frente às perspectivas do gerenciamento de resíduos para a adoção do modelo de economia circular. A execução deste trabalho se justifica pela importância de mapear as práticas e as regulamentações brasileiras e diagnosticar a situação do país frente à implementação de um modelo circular na gestão de resíduos. O resíduo que não é descartado adequadamente prejudica o meio ambiente, dessa forma, é necessário explorar as possibilidades que um produto possui para ser reutilizado, reciclado ou recuperado de forma que possam favorecer os princípios da economia circular. Embora a adoção de práticas na direção da economia circular possa encontrar diversas barreiras, faz-se necessário analisar e divulgar as ações tomadas, visando fomentar o tema.

Depois desta introdução, os tópicos a seguir abordam a revisão de literatura sobre os temas

relevantes. Em seguida, os métodos utilizados foram descritos. Na sequência, os principais resultados obtidos foram discutidos, e por fim, as considerações finais são apresentadas.

Elementos Teóricos da Pesquisa

Economia Circular

A economia circular é um tema importante que tem despertado um crescente interesse entre empresas e acadêmicos nos últimos anos (Dev et al., 2020). Ela emerge de um conceito em que relaciona o desenvolvimento sustentável e econômico com uma melhor utilização dos recursos naturais existentes, dispondo de um princípio de utilizar um produto e depois reintroduzi-lo na cadeia produtiva (Geissdoerfer et al., 2017). Desde as primeiras revoluções industriais, o modelo econômico vigente é denominado de economia linear e está fundamentado na ideia de extrair, usar e descartar. Para Cerqueira-Streit et al. (2021), a economia circular emerge como uma alternativa ao modelo econômico linear, que tem trazido consequências negativas para a sociedade por ser altamente poluente e degradante para os recursos naturais. Para Mishra et al. (2021), a economia circular é o mais recente esforço para reduzir os riscos associados economia linear, sendo considerado uma solução para os problemas enfrentados como a grande formação de resíduos, a carência de recursos e a sustentação de vantagens econômicas.

Para Stahel (2016) a Economia Circular busca transformar bens que estão no fim de sua vida útil em recursos, fechando os ciclos (closing the loop) nos ecossistemas industriais e minimizando o desperdício. A Ellen MacArthur Foundation (EMC, 2013) salienta o fato de que a atividade econômica mediante o modelo circular contribui para a saúde geral do sistema. Esse processo se dá por meio de uma transição paulatina em que a consciência geral da sociedade é formada no âmbito do aproveitamento, iniciando-se nos lares, depois comunidades e empresas.

Ainda de acordo com a Ellen MacArthur Foundation (EMC, 2013), é correto afirmar que o

aproveitamento dos materiais técnicos e biológicos é, em essência, a base da economia circular, de modo que: Materiais biológicos transformam-se em materiais orgânicos de uso nas plantações, por meio da compostagem e outros processos, tais como, decomposição anaeróbica; já os materiais técnicos passam por processos de reuso, reparo, remanufaturas, e, até mesmo, a reciclagem. Tais ações beneficiam o meio ambiente como um todo, desde as atividades humanas até as atividades involuntárias da natureza.

A Economia Circular pode considerar uma soma de procedimentos que são empregados no decorrer da cadeia de suprimentos, com o objetivo de contornar os problemas ambientais e sociais (Geissdoerfer et al., 2017). Para Stahel (2016), a Economia Circular substitui a lógica econômica, por meio da mentalidade de reutilizar o que puder; reciclar o que não puder ser reutilizado; consertar o que está quebrado e remanufaturar o que não pode ser consertado. Desta perspectiva, observa-se que os princípios dos 3Rs, isto é, redução, reutilização e reciclagem, estão fortemente associados com o conceito de economia circular (Lieder; Rashid, 2016; Gregson, 2015). Ao buscar ‘Reduzir’, as empresas diminuem o consumo de matéria-prima e energia; ao ‘Reutilizar’, as organizações repensam em produtos que sejam mais duráveis e suscetíveis ao reparo e; por fim, ao 'Reciclar', garantem que o material retorne ao processo para remanufatura ou uso de outros componentes (Cerqueira-Streit et al. 2021). Dessa forma, é possível associar a economia circular às três dimensões da sustentabilidade: ambiental, econômica e social.

Além dessas três estratégias básicas, outros autores expandiram a proposição de novos R's (Cerqueira-Streit et al., 2021). Tais propostas têm o intuito de repensar a maneira em que os produtos são concebidos, produzidos e comercializados, para que assim possa certificar o uso inteligente e a reciclagem dos recursos naturais. A Figura 1 apresenta a descrição de 10R's de Kirchherr et al. (2017).

A partir das estratégias de economia circular, pode-se propor a criação e desenvolvimento de modelos de negócios que integrem valor ao produto

fabricado, criando assim itens de múltiplas utilidades, dessa forma, desenvolvendo uma logística reversa que possa manter a qualidade e custo de uma maneira equilibrada e assim estruturar e conduzir os agentes dentro e entre as cadeias de suprimento (Azevedo et al., 2015). Trata-se de um modelo que oferece significativas melhorias no atual sistema econômico, visando gerar uma nova relação dos recursos naturais e seu uso social.

Figura 1
Modelo de 10 Rs

Economia circular	Estratégias	
Uso e fabricação de produtos mais inteligentes	R0 Reusar	Tornar produtos redundantes abandonando suas funções ou com a mesma função, mas com um produto radicalmente diferente.
	R1 Repensar	Tornar o uso dos produtos mais intensivo (por exemplo, compartilhando produtos).
	R2 Reduzir	Aumentar a eficiência na fabricação ou uso de produtos consumindo menos recursos naturais e materiais.
Prolongar a vida útil dos produtos e partes	R3 Reutilizar	Reutilização por outro consumidor do produto descartado que ainda esteja em boas condições ou cumpra suas funções originais.
	R4 Reparar	Reparação e manutenção do produto defeituoso para que possa ser utilizado com as funções originais.
	R5 Restaurar	Restaurar um produto antigo e atualizá-lo novamente.
	R6 Remanufatura	Utilizar partes de produtos descartados em um novo produto com a mesma função.
	R7 Reproposta	Utilizar produtos ou peças descartadas em um novo produto com uma função diferente (use para uma finalidade diferente).
Aplicação útil dos materiais	R8 Reciclar	Processar materiais para obter a mesma qualidade (<i>high grade</i>) ou inferior (<i>low grade</i>).
	R9 Recuperar	Incineração de materiais com recuperação de energia.
Economia linear		

Fonte: Kirchherr et al. (2017).

A constrição sobre as empresas vem crescendo gradualmente por conta das consequências ambientais, o que faz com que seja buscado modelos mais sustentáveis e que haja menos impacto ao meio ambiente. O assunto economia circular tem se tornado progressivamente mais relevante, dessa maneira, a viabilidade de que esse conceito proporciona um crescimento econômico por meio de uma nova estrutura de produção, o que pode assim economizar com custo de materiais, gerar novos empregos, amortecer o preço da volatilidade, e diminuir os impactos e pressões (Kalmykova et al., 2018).

Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil

Desde a década anterior, nota-se uma crescente conscientização sobre o papel fundamental da gestão de resíduos para garantir a proteção da saúde e do meio ambiente e a transição para os objetivos da economia circular (Lombardi et al., 2021). Neste

cenário, cidades de países em desenvolvimento foram confrontados com os desafios da agenda ambiental do século 21, para a adaptação dos sistemas visando a mitigação das mudanças climáticas, mesmo tendo que lidar, simultaneamente, com os problemas herdados do passado, como a necessidade de acesso ao saneamento básico para toda a população (Rio, 2015).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), também conhecida como Lei nº 12.305, tem buscado a organização e a regulamentação da forma com que o Brasil lida com os resíduos (Brasil, 2010). Ela propõe implementar hábitos sustentáveis de consumo, e, também, o incentivo à reciclagem, o reaproveitamento, a destinação adequada no meio ambiente dos resíduos sólidos, levando, por conseguinte, ao fim dos lixões (Brasil, 2010; Santos et al., 2024). Mas há desafios a serem enfrentados no tocante à lei, pois ainda é verificada a destinação inadequada no que se refere à recuperação dos materiais descartados na natureza. É necessário, de acordo com a PNRS, a transparência de setores públicos e privados quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos (Brasil, 2010). De acordo com Aguiar et al. (2021), a geração de resíduos sólidos, bem como sua má gestão, representa um dos maiores problemas ambientais da atualidade. Para Santos et al. (2024), embora seja verificado um aumento das pesquisas sobre a gestão de resíduos no Brasil, grande parte da literatura está focada nos desafios substanciais enfrentados pelos municípios no cumprimento dos requisitos delineados na PNRS de 2010. Segundo Moraes et al. (2023) estratégias eficientes de gestão de resíduos sólidos urbanos são essenciais para promover a economia circular em nível municipal.

Para regulamentar a Lei nº 12.305, em 12 de janeiro de 2022, foi publicado o Decreto nº 10.936, que apresenta a seguinte prioridade na gestão dos resíduos sólidos: I - não geração de resíduos sólidos; II - redução de resíduos sólidos; III - reutilização de resíduos sólidos; IV - reciclagem de resíduos sólidos; V - tratamento de resíduos sólidos; e VI - disposição final ambientalmente

adequada dos rejeitos (Brasil, 2022).

Apesar das regulamentações, o Brasil ainda encontra barreiras, por isso, faz-se necessário fortalecer as práticas de gestão adequada dos resíduos sólidos, com o intuito de viabilizar a economia circular. Investir em novas tecnologias para os processos produtivos é uma possibilidade de crescimento e avanço da sustentabilidade, da mesma maneira, fortalecer a conscientização do consumo excessivo que ocasiona a demasia de resíduos. Para além dos benefícios do modelo circular na gestão de resíduos sólidos, novas exigências tendem a ser impostas às organizações, seja pela pressão do mercado ou por fatores regulatórios, para garantir uma gestão ambiental adequada e sustentável. Neste cenário, a gestão dos recursos naturais e de seu retorno na cadeia de suprimentos, por meio de um gerenciamento circular dos resíduos sólidos, é de suma importância, quando se observa que o mundo não comporta todo o desenvolvimento de uma cadeia linear, onde os produtos são extraídos, utilizados e descartados.

Na literatura, alguns autores abordam os temas de economia circular e da gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. Santos et al. (2024) buscaram identificar e classificar indicadores relacionados à gestão de resíduos nas políticas públicas brasileiras. Monclaro et al. (2024) realizaram uma revisão para descrever a valorização de diferentes fontes de biomassa no contexto global, com foco na prática brasileira, além de enfatizarem como o uso da diversidade microbiana é fundamental para aprimorar as tecnologias atuais, como os combustíveis líquidos avançados. Nascimento et al. (2023) discutiram os desafios, as oportunidades e os contextos de gestão ambiental municipal em Minas Gerais. Rebehy et al. (2024) identificaram os fatores que influenciam a recuperação de materiais e as melhores práticas dos municípios mais eficientes do Brasil, bem como avaliaram o alinhamento da legislação brasileira com as diretrizes europeias. Moraes et al. (2024), propuseram a criação de um índice para avaliar a gestão de resíduos urbanos e discutiram como tal questão poderia ser mais bem gerenciada

em futuras cidades circulares sustentáveis no Brasil. Do Nascimento Lopes et al. (2023) desenvolveram um sistema intermunicipal de gestão integrada de resíduos, a fim de auxiliar a implementação de um consórcio intermunicipal entre os oito municípios da Costa do Descobrimento, no sul da Bahia. Negrete-Cardoso et al. (2022) analisaram 416 artigos do mundo todo, utilizando técnicas bibliométricas, a fim de reunir o conhecimento existente em economia circular com foco na gestão de resíduos entre 2007 e 2020. De Oliveira et al. (2022) identificaram os desafios e incentivos, na perspectiva dos catadores de materiais recicláveis, para a realização da coleta na cidade de Salvador-BA. Ribeiro Siman et al. (2022) buscaram fortalecer as organizações de catadores brasileiras, por meio da aplicação de ferramentas de governança corporativa, visando proporcionar condições para torná-los eficientes no mercado de reciclagem e na gestão de resíduos sólidos urbanos. Terranova & Biazini (2022) discutiram sobre o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, indicando que há conceitos parcialmente desatualizados e indicadores duvidosos e, portanto, já está maduro para uma nova revisão. Apesar de verificar que alguns artigos iniciaram a discussão sobre economia circular e gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, destaca-se que nenhuma delas discutiu os dados associados ao país em face das exigências dos documentos governamentais e de um modelo circular.

Elementos Metodológicos da Pesquisa

Este trabalho se propõe a investigar aspectos da gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil, com a perspectiva para o gerenciamento circular. Desta forma, quanto aos objetivos esta pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa exploratória, de acordo com Gil (2017), pois tem como finalidade promover maior entendimento com o problema, o tornando mais compreensível. A pesquisa exploratória se mostra particularmente adequada para a pesquisa em questão, pois há uma escassez de estudos na literatura que abordem os mesmos temas na realidade brasileira. Assim,

torna-se necessário avaliar fontes diversas para discutir os resultados obtidos e obter familiaridade com o tema. Com relação aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, seguida de uma pesquisa documental, de acordo com as definições de Gil (2017) e Marconi e Lakatos (2010). Para Gil (2017), a pesquisa documental é desenvolvida baseada em materiais elaborados e em análises de documentos desenvolvidos sobre o assunto. Para Marconi e Lakatos (2010), a pesquisa documental deve realizar a coleta de dados documentos de fontes primárias, tais como: arquivos públicos; publicações parlamentares e administrativas; estatísticas; documentos de arquivos privados; cartas; contratos. Contudo, por meio da pesquisa bibliográfica, buscar-se-á também adicionar à análise dados secundários, provenientes de pesquisas obtidas de livros, revistas, jornais, teses, entre outros documentos.

Por fim, no que diz respeito à abordagem de coleta e tratamento de dados, essa pesquisa caracteriza-se como predominantemente qualitativa, pois é considerado e coletado dados e informações, com o objetivo de descrever o entendimento do conteúdo buscado. Para Martins (2018), pesquisa qualitativa não está focada na mensuração das variáveis, pois dá ênfase no objeto de estudo para obter informações e/ou interpretar o ambiente em que a problemática acontece. Ainda de acordo com Martins (2018), os dados da pesquisa qualitativa são obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas ou não estruturadas, observação participante ou não participante, além da pesquisa em documentos. Assim, para coleta de dados desta pesquisa serão utilizados como fontes de evidências, publicações, notas técnicas, relatórios, regulamentações, entre outros documentos que tratem da gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Para isso, foram analisados documentos do Panorama de 2023 da ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, bem como os regulamentos nacionais, documentos e bancos de dados, sendo eles: Lei 12.305 (Brasil, 2010) e Decreto Nacional 10.936 (Brasil, 2022), SINIR -

Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR, 2024) e do Plano Nacional dos Resíduos Sólidos (Ministério do Meio Ambiente, 2022).

Apresentação e Discussão dos Resultados

Este tópico discute a análise documental em três partes: a primeira apresenta a análise dos decretos relacionados a gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil, no segundo tópico é evidenciados os estudos do Panorama de 2021 da ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Por fim, na terceira parte são apresentados os documentos governamentais federais sobre a gestão de resíduos no país.

Análise dos Regulamentos Nacionais

No ano de 2010, a Lei 12.305 foi instituída no Brasil tratando sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, onde impõe à gestão integrada e a gerência de resíduos sólidos (Brasil, 2010). Nesta lei, as pessoas físicas ou jurídicas, responsáveis de forma direta ou indireta da produção dos resíduos sólidos, devem desenvolver ações que possam gerir estes resíduos.

No que tange os resíduos sólidos urbanos, o Art. 8o, da Lei 12.305 (Brasil, 2010) aborda os instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos e traz a responsabilidade do controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos aos órgãos colegiados municipais. O Art. 9º trata sobre a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, onde apresenta uma ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. O artigo também diz que tecnologias podem ser utilizadas, visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, entretanto, elas precisam de comprovação da efetividade técnica e ambiental, contando também com o estabelecimento de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

Ainda sobre os resíduos sólidos urbanos, o Art. 16 da Lei 12.305 (Brasil, 2010) destaca a necessidade de elaboração de um plano estadual de resíduos sólidos. Respeitada a responsabilidade dos geradores nos termos desta Lei, as microrregiões instituídas conforme previsto no §1º abrangem atividades de coleta seletiva, recuperação e reciclagem, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, a gestão de resíduos de construção civil, de serviços de transporte, de serviços de saúde, agrossilvopastoris ou outros resíduos, de acordo com as peculiaridades microrregionais.

A responsabilidade dos geradores de resíduos é destacada, ainda na Lei 12.305 (Brasil, 2010), dentro dos termos apresentados, a formulação do plano microrregional de resíduos sólidos devendo atender ao esperado para o plano estadual e apresentar propostas de soluções integradas para a coleta seletiva, a recuperação e a reciclagem, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos urbanos.

Em janeiro de 2022, o Decreto Federal nº 10.936 foi publicado regulamentando a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), neste decreto houve alterações fundamentais como a instituição do Programa Nacional de Logística Reversa. Além disso, aborda a interação da sustentabilidade econômico-financeira dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, o decreto também traz a informação de como deve ser feita a destinação dos resíduos perigosos.

Com a instituição do Programa Nacional de Logística Reversa, o decreto nacional 10.936 (Brasil, 2022) traz a obrigatoriedade para fabricantes, comerciantes, importadores e distribuidores de alguns produtos específicos, como baterias e pilhas, o que garante uma rastreabilidade melhor dos resíduos gerados. Outro ponto importante do decreto é a Criação do Programa Coleta Seletiva Cidadã, no qual o dever de efetuar a separação dos resíduos que podem ser reciclados e reutilizados se torna dos órgãos e as entidades da administração pública federal, sendo de forma direta ou indireta, também atribui a

responsabilidade de dar a destinação correta para estes resíduos.

Ao se tratar de resíduos sólidos urbanos, o Decreto Federal nº 10.936 (Brasil, 2022), no Art. 31, aborda a recuperação energética desses resíduos onde será composta de forma específica, em ação conjunta dos Ministros de Estado do Meio Ambiente, de Minas e Energia e do Desenvolvimento Regional. No entanto, este artigo não se emprega ao aproveitamento energético dos gases que são produzidos, em aterros sanitários, durante a biodigestão e a decomposição da matéria orgânica dos resíduos sólidos urbanos.

O Art. 55 do Decreto Federal 10.936 (Brasil, 2022), aborda sobre as atividades de limpeza e manuseio de resíduos sólidos assegurando a sustentabilidade econômico-financeira, com cobrança dos usuários, viabilizando a recuperação dos custos decorrentes da prestação dos serviços essenciais e especializados. Além disso, o decreto fortalece a tese do Lixão Zero, que tem como propósito diminuir a quantidade de lixões existentes no Brasil, reforçando a coleta seletiva e a reciclagem.

Assim, destaca-se que as regulamentações federais estão avançando na direção de uma melhor gestão dos resíduos sólidos urbanos, uma vez que diversos trechos da Lei 12.305 (Brasil, 2010) e do Decreto Federal 10.936 (Brasil, 2022) apontam questões associados ao tema. Contudo, o Brasil ainda está em um processo inicial para garantir a disposição adequada, o que também dificulta a implantação de um modelo circular, conforme apresentado na revisão de literatura. Para fundamentar estas afirmações, o tópico a seguir apresenta dados sobre a gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Análise do Panorama de 2023 da ABRELPE

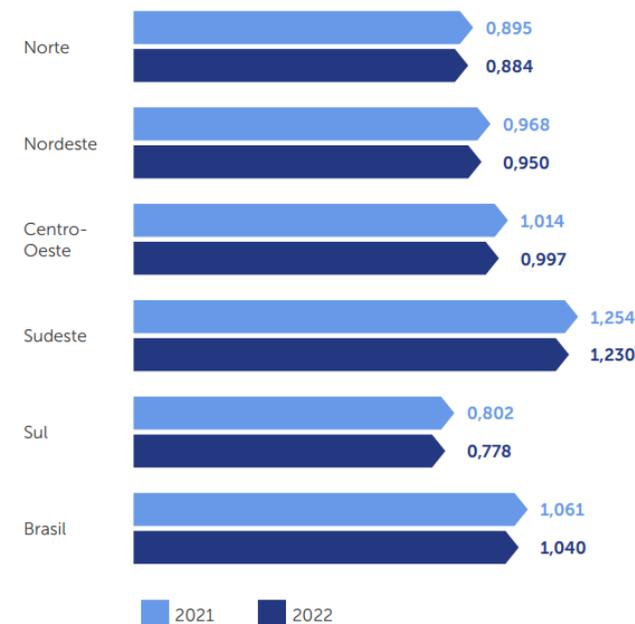
A ABRELPE é uma organização direcionada à formação e ao desenvolvimento da gestão de resíduos sólidos, em cooperação com setores público e privado, buscando possibilidades adequadas para as atividades das organizações. A associação proporciona um panorama que

considera a proposição de fornecer dados que são compilados e tratados, por meio da fundamentação científica, onde apresenta a veracidade da gestão de resíduos do Brasil.

Os dados apresentados pela Abrelpe (ABRELPE, 2023) trazem como análise mais recente que, no ano de 2022, a geração de resíduos atingiu um resultado de 77,1 milhões de toneladas geradas, sendo 211 mil toneladas diárias, dessa forma, é possível chegar à conclusão de que cada pessoa produziu 1,04 kg por dia de resíduos. Ao analisar estes dados de forma regional, a região que mais gerou resíduos foi a Sudeste, considerando aproximadamente 105 mil toneladas diárias, o que equivale a quase 50% da geração nacional (ABRELPE, 2023).

Na Figura 2, pode-se observar como a produção de resíduos no Brasil ocorre, em Kg/hab/dia, distribuída por região.

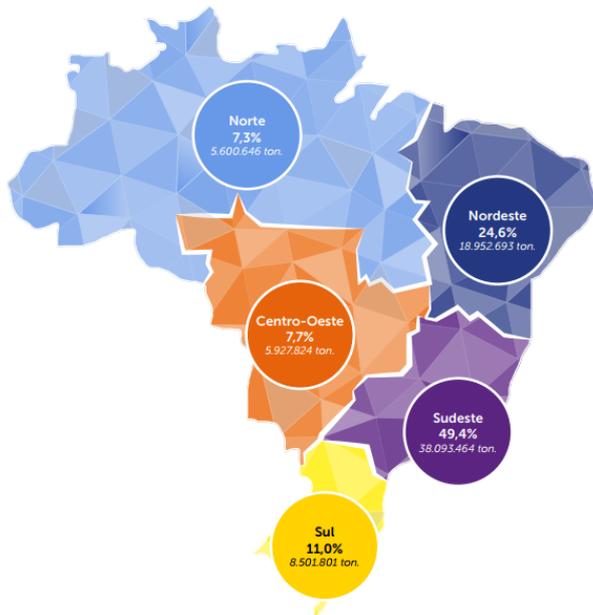
Figura 2
Comparativo de 2021 e 2022 da produção de resíduos no Brasil (Kg/hab/dia)



Fonte: ABRELPE (2023).

A Figura 3 mostra, em porcentagem, a atuação das regiões na geração de resíduos.

Figura 3
Atuação das regiões na geração de resíduos (%)



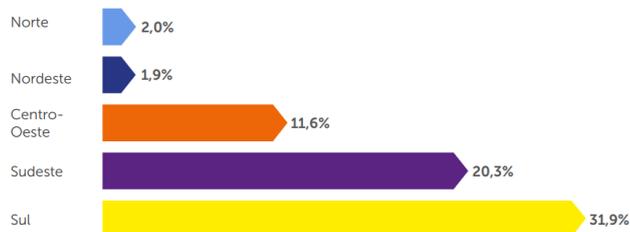
Fonte: ABRELPE (2023).

Considerando o grande número de resíduos gerados em domicílios, também há uma grande quantidade de materiais que são descartados para a coleta e para os serviços de limpeza. No ano de 2022, foram totalizados 71,7 milhões de toneladas coletadas, que equivale a 93% dos resíduos gerados no Brasil no mesmo ano. Ao verificar as regiões brasileiras, a região sudeste é responsável maior parte, que equivale a 38 milhões de toneladas por ano (ABRELPE, 2023).

A Coleta Seletiva é importante procedimento para o recolhimento de resíduos, neste mecanismo eles são classificados e separados considerando a sua origem. Segundo a ABRELPE, no ano de 2022, a coleta seletiva porta a porta atendeu apenas 69,7 milhões de habitantes, e, em média, 85,3% da população dos municípios não foi atendida com este serviço (ABRELPE, 2023). Esses dados corroboram com as afirmações de Santos et al. (2024) e de Oliveira et al. (2023), que destacam que menos de um quarto da população tem acesso a este serviço. Neste ponto, as regiões Sul e Sudeste possuem as maiores porcentagens de iniciativas. Conforme apontado por Andrade et al. (2018), isto pode se justificar pelo fato de que as empresas de reciclagem estão geograficamente dispersas. A Figura 4 apresenta a média da população urbana

atendida com coleta seletiva porta a porta, por região.

Figura 4
Média, por município, da população urbana atendida com coleta seletiva porta a porta por região



Fonte: ABRELPE (2023).

Desde o ano de 2010, com a aplicação da Lei 12.305 (BRASIL, 2010), o Brasil se propõe seguir um bom gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, entretanto, no ano de 2022, 38,9% do país ainda não possui uma disposição final adequada para os resíduos produzidos, ainda existem lixões e aterros controlados que operam e recebem os resíduos coletados (ABRELPE, 2023).

A Tabela 1 apresenta a distribuição o tipo de destinação final dos resíduos sólidos urbanos, por região no Brasil, no ano de 2022.

Tabela 1
Disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil (em t/ano e %)

Região	Disposição Adequada		Disposição Inadequada	
	t/ano	%	t/ano	%
Norte	1.695.017	36,6%	2.939.546	63,4%
Nordeste	5.844.347	37,3%	9.822.541	62,7%
Centro-oeste	2.453.280	43,6%	3.175.017	56,4%
Sudeste	27.916.327	74,3%	9.636.432	25,7%
Sul	5.903.246	71,6%	2.344.088	28,4%
Brasil	43.812.217	61,1%	27.917.626	38,9%

Fonte: Dados da ABRELPE (2023).

Deste modo, a análise do relatório da ABRELPE (2023) deixou evidente três pontos de atenção para a situação atual do Brasil na gestão dos resíduos sólidos urbanos, sendo eles:

- Necessidade de buscar a redução dos volumes de resíduo, direcionando às ações

principalmente para as regiões com maior geração;

- Necessidade de implantação de sistemas de coleta seletiva com cobertura de 100% do país;
- Garantir a disposição adequada dos resíduos em sua totalidade.

Para apoiar as análises, no tópico a seguir serão apresentados dados de outros documentos governamentais.

Documentos e Informações Governamentais Federais

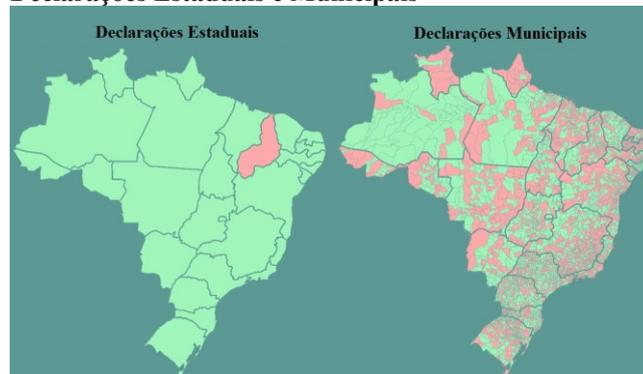
O SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos foi estabelecido pela Lei Federal nº 12.305, como sendo um instrumento desenvolvido e administrado pelo Ministério do Meio Ambiente, constituído por três módulos: os estados e municípios, o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) e o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos. O SINIR teve sua primeira versão apresentada pelo Ministério do Meio Ambiente no ano de 2019, onde os dados mais recentes do sistema são do ano 2021 (SINIR, 2024). Entretanto, verificou-se que não são todas as informações deste ano que estão disponíveis e atualizadas para o ano de 2021, pois alguns dados ainda são do ano de 2019 e 2020.

A Lei nº 12.305 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010) determina que as organizações possam ser transparentes quanto a gerência de seus resíduos. No ano de 2020, foram consolidadas 96% das declarações estaduais ao SINIR, considerando as prestações dos serviços públicos de gestão de resíduos, sendo o módulo de responsabilidade dos governos estaduais e municipais (SINIR, 2024). Na Figura 5 é possível observar os estados e municípios que cumpriram com a declaração (em verde) e os que ficaram inadimplentes (em rosa).

A destinação final adequada é um ponto fundamental para que haja a redução de resíduos sólidos urbanos, pois colabora com a reciclagem, reutilização e recuperação dos rejeitos, o que auxilia na diminuição de impactos ambientais. De acordo com o SINIR, no ano de 2019, apenas 37% dos municípios possuíam a destinação correta dos

resíduos, 32% ainda não possui a destinação adequada e 30% dos municípios não declararam (SINIR, 2024). Para o ano de 2020, não foram encontrados dados até a data desta coleta. Na Figura 7 é possível analisar a situação dos municípios quanto a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, de modo que, em verde estão os municípios em situação adequada e em vermelho os que estão em situação inadequada.

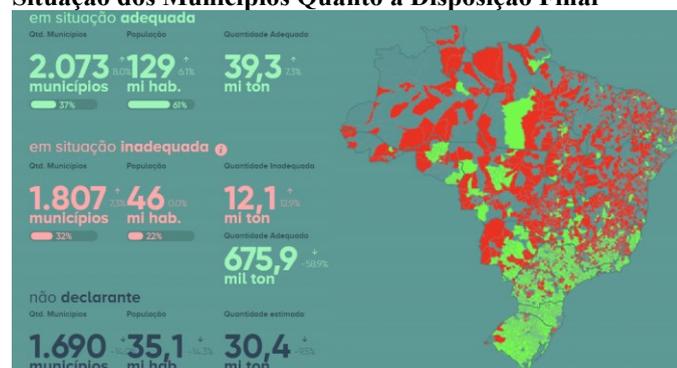
Figura 5
Declarações Estaduais e Municipais



Fonte: SINIR (2024).

Assim, a Figura 6 não só evidencia um grande volume de municípios em situação inadequada, como mostra um aumento no volume de resíduos sólidos urbanos dispostos inadequadamente em relação ao ano anterior.

Figura 6
Situação dos Municípios Quanto a Disposição Final



Fonte: SINIR (2024).

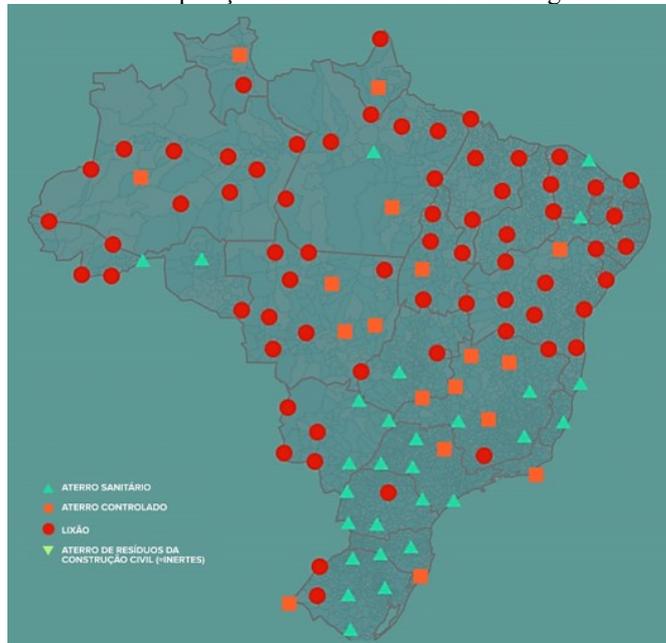
Na Figura 7, pode-se observar os diferentes tipos de destinação dos resíduos sólidos urbanos e suas áreas de abrangência.

De acordo com os dados do SINIR, em 2019, 54% dos municípios brasileiros são possuem

Aterro Sanitário, 17% têm Aterro Controlado e 28% ainda possuem Lixão (SINIR, 2024). Vale destacar que, conforme a Lei nº 12.305 (Brasil, 2010), todos os Lixões do país devem encerrar suas atividades até o ano de 2024.

Figura 7

Unidades de disposição final e suas áreas de abrangência

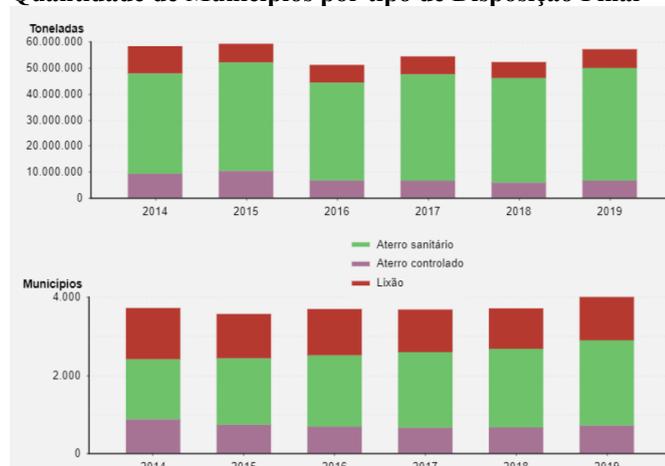


Fonte: SINIR (2024).

No ano de 2019, o Índice de Recuperação de Resíduos (IRR) do Brasil foi 1,67, sendo que dentre os tratamentos oferecidos aos resíduos quando possuem uma destinação final adequada, observa-se que apenas 3% destes são reciclados e 1% vai para a compostagem, 94% dos rejeitos vão para um tratamento desconhecido (SINIR, 2024). Quando analisada a massa de resíduos por tipo de disposição final, 8% vão para o Lixão, 7% são destinados ao Aterro Controlado, 48% para o Aterro Sanitário e 37% são desconhecidos (SINIR, 2024). Na Figura 8, observa-se no primeiro gráfico a distribuição da massa de resíduos sólidos por destinação final desde o ano de 2014 até o ano de 2019. Na Figura 8, no segundo gráfico, pode-se ainda analisar a distribuição dos municípios por tipo de disposição final também a partir do ano de 2014 até 2019.

Figura 8

Massa de Resíduos Sólidos por tipo de Disposição Final e Quantidade de Municípios por tipo de Disposição Final



Fonte: (SINIR, 2024).

Além das análises oferecidas pelo SINIR, a Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010), prevê no Art. 15 a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, que apresenta como conteúdo mínimo diagnósticos, metas, programas, projetos e ações, diretrizes e normas, além de meios de controle e fiscalização. No que tange os Resíduos Sólidos Urbanos, no ano de 2022, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos apresentou um diagnóstico, cujo tópicos principais são apresentados na Tabela 2.

Em relação aos resíduos sólidos urbanos, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos definiu 9 metas para que haja o maior controle do desenvolvimento e ações realizadas pelas partes interessadas ao plano, no Quadro 3 é possível analisar as metas, os indicadores e a descrição abordadas pelo plano.

Assim, a partir das metas supracitadas na Tabela 3 e dos indicadores globais propostos, o governo federal espera apoiar os regulamentos vigentes para a gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, garantindo o acompanhamento e a fiscalização da gestão dos RSU.

Tabela 2

Síntese do Diagnóstico do Plano Nacional de Resíduos Sólidos

Tópicos abordados	Diagnóstico
Não geração e redução	A não geração é uma ação apresentada como prioridade a ser assumida pelo Art. 9º da PNRS (BRASIL, 2010), acompanhada pela redução. Entretanto, o documento aponta que estas práticas precisam de incentivo e ferramentas de desenvolvimento e acompanhamento, sendo que o Brasil ainda é iniciante ao olhar essas ações, não dispendo de indicadores que evidenciem o volume de resíduo que não foi descartado ou que foi diminuído.
Geração	A fase inicial para o gerenciamento de resíduos sólidos é a diminuição da geração de resíduos, é fundamental ter a informação de quais resíduos são gerados, em que quantidade e em quais locais. De acordo com o documento, ocorreu um aumento de quase 1% de geração de resíduos no Brasil em 2020 em relação ao ano anterior, gerando em 2019 o total de 79.069.585 t/ano e em 2020 foram 82.477.300 t/ano.
Coleta	A coleta de resíduos sólidos urbanos no Brasil pode ser classificada em convencional (sem segregação prévia) e a coleta seletiva (quando há separação na fonte). Em relação a cobertura do serviço de coleta, no ano de 2018 no Brasil, o atendimento do serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos com a maior cobertura foi da região Sudeste com o total de 96,2%, a região com a menor cobertura foi a Norte com 83,6%. As coletas de resíduos no Brasil são classificadas com atendimento direto, indireto e ausência do serviço. De acordo com o relatório, a coleta direta de resíduos sólidos domiciliares tem o total de 83%, o atendimento por coleta em caçambas chega a 8,1% e 8,9% não possuem atendimento por meio de serviço de coleta regular de resíduos sólidos.
Destinação final de resíduos sólidos urbanos	A Lei 12.305 (Brasil, 2010), traz no art. 3º, no inciso VII, que a destinação final ambientalmente apropriada engloba a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, junto a elas a disposição final. No entanto, a alternativa de disposição final ambientalmente adequada para os resíduos sólidos que, após todas as possibilidades de tratamento recuperação tenha sido efetivadas, não evidenciem outra opção que não seja a disposição em aterro sanitário.
Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos	A Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, determinou que a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deveria ser implantada até 31 de dezembro de 2020. Todavia, em 2020, cerca de 39,8% ainda não possui disposição final adequada.
Capacidade Institucional para Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos	De acordo com o relatório, é possível observar a vulnerabilidade de uma parte significativa dos municípios ao que se refere à capacidade institucional para a gestão dos resíduos sólidos urbanos.
Planos de Gestão de Resíduos Sólidos	A criação dos planos é posição fundamental para estados, Distrito Federal e municípios possuem alcance aos recursos da União, que são determinados a empreendimentos e serviços que estão associados à limpeza urbana e ao manuseio de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou incentivo para tal finalidade. Informações relacionadas aos planos municipais e estaduais, da mesma forma ao plano de gerenciamento de resíduos sólidos, precisam ser alimentadas SINIR.
Programas e Ações	O relatório apresenta como programas e ações as seguintes propostas: Programa Nacional Lixão Zero; Programa de implementação e ampliação da Logística Reversa; Programa Nacional de combate ao Lixo no Mar e Programa Nacional Rios +Limpos; Programa nacional de recuperação de áreas contaminadas.
Meios de Controle e Fiscalização	O SINIR e o acompanhamento a ser realizado pelo Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) possibilitarão o controle com dados consolidados para a fiscalização e acompanhamento da implementação das exigências regulamentadas.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas informações do Plano Nacional dos Resíduos Sólidos (Ministério do Meio Ambiente, 2022).

Tabela 3

Metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos

Meta	Indicador Global	Descrição
Meta 1: Aumentar a sustentabilidade econômico-financeira do manejo de resíduos pelos municípios.	Indicador 1.1: Percentual dos municípios que cobram pelos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos por instrumento de remuneração específica	O objetivo a ser alcançado é que até 2024, 100% dos municípios deverão dispor de algum modo de cobrança pela prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos.
	Indicador 1.2: Percentual dos municípios com equilíbrio financeiro no custeio dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	No ano de 2040, 68% dos municípios em território nacional têm o compromisso assegurado equilíbrio econômico-financeiro de, pelo menos, 75% entre a receita arrecadada e as despesas com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.
Meta 2: Aumentar a capacidade de gestão dos municípios	Indicador 2: Percentual dos municípios com planos intermunicipais, microrregionais ou municipais de gestão de resíduos	Até 2040, 100% dos municípios terão seus planos de gestão integrada de resíduos elaborados.
Meta 3: Eliminar práticas de disposição final inadequada e encerrar lixões e aterros controlados.	Indicador 3: Quantidade de lixões e aterros controlados que ainda recebem resíduos.	Encerramento dos lixões e aterros controlados até 2024.
Meta 4: Reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada.	Indicador 4: Percentual da massa total recuperada.	Recuperar 48,1% da massa total de RSU (resíduos sólidos urbanos) em âmbito nacional até 2040.
Meta 5: Promover a inclusão social e emancipação econômica de catadores de	Indicador 5: Percentual dos municípios com presença de catadores com contrato formalizado de prestação de serviços de manejo de materiais	Até 2040, 95% dos municípios que utilizam serviços de catadores e cooperativas deverão formalizar contrato com cooperativas e associações de catadores para prestação de serviço de manejo de

materiais reutilizáveis e recicláveis.	recicláveis por cooperativas e associações de catadores.	materiais recicláveis.
Meta 6: Aumentar a recuperação da fração seca dos RSU.	Indicador 6: Percentual de recuperação de materiais recicláveis.	Assegurar que 72,6% da população tenha acesso a sistemas de coleta seletiva até 2040.
Meta 7: Aumentar a reciclagem da fração orgânica dos RSU.	Indicador 7: Percentual da massa total destinada para tratamento biológico.	Recuperar 13,5% da fração orgânica, em relação à massa total de RSU, até 2040.
Meta 8: Aumentar a recuperação e aproveitamento energético de biogás de RSU.	Indicador 8: Percentual do biogás gerado pela fração orgânica do RSU aproveitado energeticamente.	Até 2040, mais de 60% do biogás gerado em processos de digestão anaeróbia e nos aterros sanitários será aproveitado energeticamente, com potencial para abastecer 9,5 milhões de domicílios com eletricidade.
Meta 9: Aumentar a recuperação e aproveitamento energético por meio de tratamento térmico de RSU.	Indicador 9: Potência instalada (em MW) em unidades de tratamento térmico de RSU.	Até 2040, o país contará com uma potência instalada de 994 MW, o que seria suficiente para abastecer 27 milhões de domicílios com eletricidade.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas informações do Plano Nacional dos Resíduos Sólidos (Ministério do Meio Ambiente, 2022).

Discussão Final dos Resultados, Diagnóstico e Recomendações

Sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que foi instituída pela lei nº 12.305 (Brasil, 2010), o estabelecimento de metas e objetivos para pessoas físicas e jurídicas que lidam com o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, estabelece alguns propósitos, tais como: a adequação do gerenciamento de resíduos às leis e normas existentes; a preservação do meio ambiente ao reduzir a utilização de aterros e a “logística reversa de resíduos pós-consumo”. Essa lei foi considerada um marco na legislação ambiental, que visa encerrar as atividades de aterros sanitários até 2014. Contudo a meta não foi alcançada e foi prorrogada até 2023. Porém, em 2022, muitos municípios brasileiros sequer deram o passo de elaborar projetos para extinguir o uso dos lixões e aterros controlados. Essa situação fica evidente no relatório da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2023), que aponta que áreas de disposição inadequada (em lixões, aterros controlados, valas, vazadouros, entre outros) receberam quase 38,9% do total de resíduos coletados no Brasil.

A Lei 12.305/2010, responsabiliza os Estados, o Distrito Federal e os Municípios de viabilizar ao SINIR (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos) as informações fundamentais sobre os resíduos sob seu âmbito de competência. Todavia, ainda há uma pequena porcentagem dos estados que não declararam no ano de 2020, ano de última atualização do SINIR,

com um total de 96,30% de estados declarantes e com apenas 44,74% dos municípios sendo declarantes dos dados necessários.

A Lei nº 14.026 (Brasil, 2010) determina que a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos deveria ser implantada até 31 de dezembro de 2020, entretanto, aos dados do Panorama da ABRELPE de 2023 traz que ainda 38,9% dos resíduos sólidos urbanos ainda não possuem uma destinação final adequada. Observando que, o Brasil ainda não possui disposição adequada para os resíduos sólidos urbanos, torna-se difícil planejar alternativas que contribuíssem com a diminuição ou reaproveitamento dos rejeitos, como por exemplo, o reuso e reciclagem, entre outras alternativas, além da incineração do que não pode ser reciclado com o objetivo de gerar energia, ou biodigestão de resíduos orgânicos.

Ao diagnosticar a situação atual do Brasil na gestão de resíduos sólidos urbanos, frente às perspectivas do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos para a adoção do modelo de economia circular, é possível perceber que os pontos fortes do país são os direcionamentos, por meio de leis, decretos, do SINIR e do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Entretanto, ainda existem falhas que impedem a adoção do modelo linear. Conforme apontado por Assunção (2019), a mudança para uma economia circular no Brasil encontra diversas barreiras e limitações. A insuficiência da cobertura da coleta de resíduos, a falta da coleta seletiva, a existência de lixões e aterros controlados, são fatores que atrapalham o desenvolvimento de ações do modelo de economia circular. Deste modo, verifica-se a necessidade da

aplicação do controle e fiscalização das ações e metas implementadas pelas leis, decretos e pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos, de modo a garantir o comprometimento das partes interessadas. Os dados analisados para a pesquisa ainda não estão atualizados com o ano mais recente a este estudo, 2023. Embora o Panorama da ABRELPE traga dados do ano de 2023, o SINIR possui atualizações até o ano de 2020, evidenciando que é necessário também cobrar a transparência e responsabilidade dos governos municipais e estaduais para a disposição destes dados.

Analisando todos os fatos destacados, pode ser utilizado como estratégia para o incentivo ao modelo de economia circular no Brasil, o reforço quanto ao conceito e importância para o país, para os governos estaduais e municipais, empresas e, principalmente, para a população. Fatores que contribuem no desenvolvimento da cultura para a economia circular são novas regulamentações, planos com metas e fiscalizações efetivas, e principalmente, a transparência com os dados. Se faz necessário um planejamento adequado para a redução da geração de resíduos, pois, conforme os dados apontados nas pesquisas, o Brasil não conseguiu diminuir a produção destes resíduos, ao contrário disto, esta geração tem aumentado. É fundamental o compromisso com o cumprimento das regulamentações, fiscalizar e fortalecer ações que envolvam todas as partes interessadas, pois a responsabilidade é compartilhada.

Considerações Finais

Este artigo buscou compreender a perspectiva para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil, considerando a perspectiva de adoção de modelos de economia circular, para que haja controle e diminuição de impactos ao meio ambiente causados pelos resíduos. Foi alcançado o objetivo de diagnosticar a atual situação do Brasil quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, evidenciando que o Brasil ainda tem diversos problemas que precisam ser solucionados para viabilizar a adoção de um modelo circular.

Foi realizado o diagnóstico, com base na Lei Nacional 12.305 (BRASIL, 2010) e no Decreto Nacional 10.936, (BRASIL, 2022), contando também com outras fontes de dados como o Panorama da ABRELPE (2023), os dados do SINIR (2024) e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos (Ministério do Meio Ambiente, 2022). Dessa forma, os objetivos específicos definidos foram alcançados, por meio da análise destes documentos. Após as análises citadas, foi possível determinar os fatores que auxiliam e fatores dificultam a implementação do modelo circular no Brasil.

Para pesquisas futuras, recomenda-se aprofundar os estudos nos estados e municípios do Brasil para melhor compreender como está o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos e como cada região poderia multiplicar ou melhorar tal gestão. Além disso, estudos futuros podem considerar a análise de novos dados para diagnosticar se as metas e os regulamentos estão sendo cumpridos, controlados e fiscalizados.

Referências

- Aguiar, E. S., Ribeiro, M. M., Viana, J. H., & Pontes, A. N. (2021). Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 13. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20190263>
- Andrade, E. M., Cosenza, J. P., & Santos, G. M. A. Contribuições e barreiras à implementação da economia circular: o caso das iniciativas brasileiras para a inovação e a sustentabilidade (2018). In: *Anais de 25th. APDR Congress*. Lisboa, Portugal, 2018. http://apdr.pt/data/documents/PROCEEDINGS_APDRCongress2018.pdf
- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021*. Relatório. São Paulo, 2021. Recuperado de: <https://abrelpe.org.br/panorama/>
- Assunção, G. M. (2019). Gestão ambiental rumo à economia circular: como o Brasil se apresenta nesta discussão. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, 14 (2), 223-231. <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2019.v14n2.1543>

Azevedo, J. L. A economia circular aplicada no Brasil: Uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística. (2015). In: *Anais do XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão*, Rio de Janeiro, RJ.

Brasil (2022). *Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022*. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República União. Brasília, DF, p. 02, seção 1, edição 08-A, 12 jan., 2022. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.936-de-12-de-janeiro-de-2022-373573578>

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 República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 03 ago. 2010. <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=12305&ano=2010&ato=e3dgXUq1keVpWT0f1>

Cerqueira-Streit, J. A., Endo, G. Y., Guarnieri, P., & Batista, L. (2021). Sustainable Supply Chain Management in the Route for a Circular Economy: An Integrative Literature Review. *Logistics*, 5(4), 1-21. <https://doi.org/10.3390/logistics5040081>

de Oliveira, S. A., Ribeiro, A. R. B., & Sobral, M. F. F. (2022). A perspectiva de catadores de materiais recicláveis sobre seu trabalho: Incentivos e desafios em uma cidade de um país em desenvolvimento. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 16(2). <https://doi.org/10.20435/inter.v23i2.3058>

Dev, N. K., Shankar, R., & Qaiser, F. H. (2020). Industry 4.0 and circular economy: Operational excellence for sustainable reverse supply chain performance. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104583, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104583>

do Nascimento Lopes, E. R., & da Silva, M. V. (2023). Projection, potential and managerial alternatives for solid waste management in municipal consortia. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04090-3>

EMC – Ellen MacArthur (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. Ellen MacArthur Foundation, [S.l.]. Recuperado em:

<https://emf.thirdlight.com/link/x8ay372a3r11-k6775n/@/preview/1?o>

EC - European Commission. (2015). *Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Bruxelas, Bélgica. Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. (2017). The Circular Economy – A New Sustainability Paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

Gil, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017.

Gregson, N., Cragg, M., Fuller, S., & Holmes, H. (2015). Interrogating the Circular Economy: The Moral Economy of Resource Recovery in the EU. *Economy and Society*, 44(2), 218-243. <https://doi.org/10.1080/03085147.2015.1013353>

Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2018). Circular economy—from review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 190-201. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>

Khan, F., & Ali, Y. (2022). Implementation of the circular supply chain management in the pharmaceutical industry. *Environment, Development and Sustainability*, 24, 13705-13731. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-02007-6>

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation, and Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. *Fundamentos de metodologia científica: Técnicas de pesquisa*. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36–51.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>

Lombardi, G. V., Gastaldi, M., & Romano, G. (2021). Assessing efficiency of urban waste services and the role of tariff in a circular economy perspective: An empirical application for Italian municipalities, *Journal of Cleaner Production*, 323, 12909, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129097>

Martins, R. A. (2018). Abordagens Quantitativa e Qualitativa. In: CAUCHICK, P. (Org.). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção*. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 167-194, 2018.

Ministério do Meio Ambiente. (2022). *Plano Nacional dos Resíduos Sólidos*. Secretaria de Qualidade Ambiental, Brasília, DF. Recuperado de: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf

Mishra, J. L., Chiwenga, K.D., & Ali, K. (2021). Collaboration as an enabler for circular economy: a case study of a developing country. *Management Decision*, 59(8), 1784-1800. <https://doi.org/10.1108/MD-10-2018-1111>

Monclaro, A. V., Gomes, H. A. R., Duarte, G. C., de Souza Moreira, L. R., & Filho, E. X. F. (2024). Unveiling the biomass valorization: The microbial diversity in promoting a sustainable socio-economy. *Bioenergy Research*. <https://doi.org/10.1007/s12155-024-10743-6>

Moraes, F. T. F., Gonçalves, A. T. T., Lima, J. P., & da Silva Lima, R. (2024). Transitioning towards a sustainable circular city: How to evaluate and improve urban solid waste management in Brazil. *Waste Management and Research*, 41(5), 1046–1059. <https://doi.org/10.1177/0734242X221142227>

Nascimento, A. T. A., Dos Santos, T. M. M., De Oliveira, A. R., Magno, J. N., & Cristofoli, G. T. (2023). Challenges and opportunities for sustainable urbanization and local environmental management in 88 cities from the state of Minas Gerais, Brazil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 62, 195–219. <https://doi.org/10.5380/dma.v62i0.82515>

Negrete-Cardoso, M., Rosano-Ortega, G., Álvarez-Aros, E. L., Vega-Lebrún, C. A., & Sánchez-Ruiz, F. J. (2022). Circular economy strategy and waste management: A bibliometric analysis in its

contribution to sustainable development, toward a post-COVID-19 era. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(41), 61729–61746. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18703-3>

Rebehy, P. C. P. W., Salgado Junior, A. P., Ometto, A. R., Rossi, E., & Novi, J. C. (2024). Municipal solid waste management (MSWM) in Brazil: Drivers and best practices towards to circular economy based on European Union and BSI. *Journal of Cleaner Production*, 401, 136591. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136591>

Ribeiro Siman, R., Yamane, L. H., de Lima Baldam, R., de Assis Lessa, S. F., & Mendonça de Britto, P. (2022). Governance tools: Improving the circular economy through the promotion of the economic sustainability of waste picker organizations. *Waste Management*, 105(15), 148-169. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.01.040>

Rio (2015). *Relatório Executivo: Diagnóstico Preliminar de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro*. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMAC: Rio de Janeiro, RJ. Recuperado de: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3372233/4149705/RelatorioExecutivoDiagnosticoPreliminar.pdf>

Santos, E., Fonseca, F., Santiago, A., & Rodrigues, D. (2024). Sustainability indicators model applied to waste management in Brazil using the DPSIR framework. *Sustainability (Switzerland)*, 16(5), 2192. <https://doi.org/10.3390/su16052192>

SINIR (2024). *Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos*. Ministério do Meio Ambiente: Brasil. Recuperado de: <https://www.sinir.gov.br/>

Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531, 435-438. <https://doi.org/10.1038/531435a>

Suárez-Eiroa, B., Fernandez, E., Méndez-Martínez, G., & Soto-Oñate, D. (2019). Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. *Journal of Cleaner Production*, 214, 952-961. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.271>

Terranova, C., & Biazini, F. L. (2022). Planares: Analysis and suggestions for improvements. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 18(53).

<https://doi.org/10.3895/rts.v18n53.15795>

Zeller, V., Towa, E., Degrez, M., & Achten, W. M. J. (2019). Urban waste flows and their potential for a circular economy model at city-region level. *Waste Management*, 83, 83-94. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.034>