

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS - UFGD

FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA

CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

JAQUELINE MACHADO NOBRE

**Economia Circular: Uma Análise Econômica da Destinação de Resíduos
Sólidos Urbanos no Brasil.**

DOURADOS/MS

2025

JAQUELINE MACHADO NOBRE

Economia Circular: Uma Análise Econômica da Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil

Trabalho de Graduação (I ou II) apresentado à Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Professor Dr. Jonathan Gonçalves da Silva

Dourados/MS

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

N754e Nobre, Jaqueline Machado

Economia Circular: Uma Análise Econômica da Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil [recurso eletrônico] / Jaqueline Machado Nobre. – 2025.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Jonathan Gonçalves da Silva .

TCC (Graduação em Ciências Econômicas)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2025.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. resíduos sólidos. 2. políticas públicas. 3. modelo econométrico. 4. desigualdade regional. I. Silva, Jonathan Gonçalves Da. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



**ATA DE APROVAÇÃO DE BANCA EXAMINADORA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO II,
SEMESTRE LETIVO 2025.1**

**ECONOMIA CIRCULAR: UMA ANÁLISE ECONÔMICA DA DESTINAÇÃO
DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL**

Jaqueline Machado Nobre

Esta monografia foi julgada adequada para aprovação na atividade acadêmica específica de Trabalho de Graduação II, que faz parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas pela Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia – FACE da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

Apresentado à Banca Examinadora integrada pelos professores:

Prof. Dr. Jonathan Gonçalves da Silva
(Orientador)

Prof. Dr. Leandro Vinícios Carvalho
(Avaliador 1)

Prof.ª Dr.ª Roselaine Bonfim de Almeida
(Avaliador 2)

DOURADOS-MS, 04 de julho de 2025.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que sempre esteve comigo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jonathan Gonçalves da Silva, pela paciência, atenção, apoio e orientações que tanto contribuíram para o desenvolvimento desta monografia.

À minha família e aos meus amigos, por aliviarem minhas inquietações e pelos momentos de alegria e diversão. Especialmente, aos meus filhos, Luiz Otávio Machado Melo e Lavínia Machado Melo, por serem o principal motivo para eu concluir essa etapa da minha vida.

Ao meu pai, Walter Nobre da Silva pelas sinceras palavras de incentivo tão necessárias na superação dos momentos de desânimo.

RESUMO

Este estudo analisa os fatores que influenciam a destinação do lixo domiciliar no Brasil, à luz do conceito de economia circular. Utilizando microdados da PNAD 2015, estimou-se um modelo econométrico do tipo logit multinomial com o objetivo de identificar como variáveis socioeconômicas e regionais afetam a probabilidade de adoção de práticas adequadas de descarte de resíduos sólidos urbanos. Os resultados apontam que maior escolaridade, maior renda *per capita* e o fato de ser mulher aumentam de forma expressiva a chance de o domicílio realizar a destinação correta do lixo (coleta direta). Por outro lado, regiões como a Norte e o Nordeste apresentam maior probabilidade de práticas inadequadas como queima ou descarte em locais irregulares. Tais achados reforçam a importância de políticas públicas voltadas à universalização do saneamento básico e à conscientização ambiental, sobretudo em regiões mais vulneráveis. A pesquisa contribui com evidências para o aprimoramento das estratégias de sustentabilidade urbana e economia circular no país.

Palavras-chave: resíduos sólidos; políticas públicas; desigualdade regional.

ABSTRACT

This study investigates the factors that influence the household solid waste disposal methods in Brazil, within the context of the circular economy. Using data from the 2015 PNAD (Brazilian National Household Sample Survey), a multinomial logit econometric model was estimated to identify how socioeconomic and regional variables affect the likelihood of households adopting proper waste disposal practices. The results reveal that higher education levels, higher income, and being female significantly increase the probability of adopting adequate waste management (direct collection). In contrast, residents in the North and Northeast regions are more prone to environmentally harmful practices such as burning or discarding waste in open areas. These findings highlight the urgent need for targeted public policies to universalize adequate waste management services across the country and promote environmental awareness, particularly in underserved regions. The study contributes to the literature on urban sustainability and the development of circular economy strategies in Brazil.

Keywords: solid waste; environmental policy; regional inequality.

SUMÁRIO	
1 INTRODUÇÃO	9
2 A DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL	12
2.1 Políticas Públicas e Legislação	15
2.2 Tecnologias e Alternativas de Tratamento	17
2.3 Impactos Socioambientais e Saúde Pública	17
2.4 Estudos Regionais e Casos Empíricos	18
3 METODOLOGIA	18
3.1 Base de Dados	19
3.2 Modelo Econométrico	20
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	21
4.1 Análise Descritiva	21
4.1.1 Variáveis que aumentam a probabilidade de destinação adequada (coleta direta)	23
4.1.2 Efeito regional: disparidades na coleta direta	23
4.1.3 Variáveis associadas à destinação inadequada de resíduos	24
4.2 RESULTADOS DA REGRESSÃO 2	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

A Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) por meio da NBR 10.004 classifica os resíduos sólidos quanto à periculosidade, mas também, por categorias e características, que os definem como perigosos inertes e não inertes (ABNT, 2004). A classificação pela periculosidade varia de acordo com o risco imposto à saúde por contaminações ou por fatores como corrosividade, toxicidade, inflamabilidade, reatividade e patogenicidade. Ademais, os resíduos sólidos também podem ser classificados como domiciliar especiais, com destaque para os resíduos públicos, entulhos de obras e pilhas/baterias (Monteiro, 2001).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) estabelece que resíduos como papéis, plásticos, metais, vidros, isto é, os secos, após a triagem e separação, podem ser reciclados e retornar aos processos industriais. Contudo, por falta de viabilidade técnica e/ou econômica, uma parcela não recuperável desses resíduos forma os rejeitos, os quais são encaminhados aos aterros sanitários. Assim, quanto menos resíduos e rejeitos, maior a sustentabilidade do manejo dos materiais coletados (SNIS, 2020).

A gestão adequada de resíduos sólidos é condição fundamental para a saúde pública em centros urbanos. Essa gestão requer infraestrutura especializada, abrangendo desde a coleta regular - incluindo serviços complementares como varrição e transbordo - até etapas finais de transporte, tratamento e disposição ambientalmente correta. Nessas etapas, requer-se a destinação adequada dos resíduos sólidos domiciliares e da limpeza urbana, conforme estabelece a Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020 (SNIS, 2020).

A legislação estabelece os montantes que os municípios aplicam na coleta e nos demais serviços de limpeza urbana, os quais incluem a destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Além disso, determina a obrigatoriedade de outros serviços essenciais, como varrição, capina, limpeza e manutenção de parques e jardins, bem como a limpeza de córregos e atividades afins. Esses serviços, em todo o Brasil, no ano de 2010, somaram R\$ 17,6 bilhões (média de R\$ 8 por habitante/mês). No final da década, o valor atingiu R\$ 25 bilhões (R\$ 10 por habitante/mês), representando um aumento de 42,1% no investimento em saneamento básico (Abrelpe, 2020).

No Brasil, coletam-se cerca de 228.413 toneladas de resíduos sólidos diariamente, das quais 125.258 toneladas são resíduos domiciliares (Panorama Nacional de Saneamento Básico, 2000). A destinação inadequada dos resíduos, caracterizada pela simples descarga sobre o solo ou águas, sem parâmetros de proteção ao meio ambiente, afeta a qualidade de

vida da população. Essa disposição inadequada desencadeia diferentes tipos de poluição: a visual (local onde é disposto), a do ar (causando emissões de poeiras, gases e mau cheiro), a da água e a do solo (ocorrendo a decomposição da matéria orgânica presente no resíduo que gera o chorume) (Conselho Intermunicipal de Saneamento Ambiental - Cisam, 2006; Oliveira, Feichas, 2007)

Estudos recentes, como os de Oliveira et al. (2021), destacam que a gestão inadequada de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil está associada a custos ambientais equivalentes a 1,5% do PIB nacional, reforçando a urgência de políticas eficazes. Além disso, Ribeiro e Santos (2022) demonstram que regiões com menor acesso à coleta direta apresentam índices elevados de doenças relacionadas à contaminação do solo e água, como hepatite A e leptospirose. Essas evidências justificam a necessidade de análises econômicas regionais, como a proposta neste estudo, para orientar investimentos públicos direcionados.

A destinação ambientalmente inadequada de materiais potencialmente recicláveis representa um desafio a ser superado pelo Brasil, uma vez que ainda possui grandes lixões onde os materiais descartados não recebem nenhum tipo de tratamento, o que pode causar sérios danos à saúde humana e ao meio ambiente (Abrelpe, 2020). Além disso, o país carece de ações em prol da conscientização ambiental da sociedade. Neste sentido, o descarte inadequado dos resíduos urbanos pode prejudicar os recursos naturais e ter implicações econômicas negativas. A exemplo disso, tem-se o desperdício de produtos que poderiam ser revertidos à população e, com isso, diminuir a demanda por insumos para a produção de novas mercadorias (SNIS, 2023).

A destinação inadequada de resíduos sólidos urbanos aos lixões e aterros controlados ameaça a saúde de cerca de 78 milhões de brasileiros que não têm acesso a saneamento básico adequado, especificamente no que diz respeito à destinação de resíduos sólidos urbanos, o que implica em maiores custos para o meio ambiente e para o sistema de saúde, os quais podem chegar a cerca de US\$ 1 bilhão por ano (Abrelpe, 2020)

Com isso, este trabalho tem o objetivo de analisar as variáveis que contribuem para uma destinação adequada do lixo domiciliar. Mais especificamente, pretende-se: Este estudo tem três objetivos principais: (1) caracterizar os padrões de destinação de resíduos domiciliares no Brasil; (2) analisar o alinhamento entre as políticas públicas existentes e as práticas observadas; e (3) estimar um modelo econométrico que identifique os determinantes socioeconômicos da destinação adequada para avaliar a destinação de resíduos no Brasil, em 2015. Para isso, estimou-se um modelo econométrico, o multinomial logit, para analisar a destinação do lixo domiciliar. Essa análise foi realizada com dado da Pesquisa Nacional por

Amostras de Domicílios (PNAD) de 2015, que permitiram a identificação das variáveis que podem afetar ou contribuir para a destinação adequada dos resíduos.

Assim, pretende-se contribuir para o aprimoramento de políticas públicas voltadas à universalização do saneamento básico no Brasil, bem como para a redução da demanda por novos insumos utilizados na produção de mercadorias. Ademais, a otimização da utilização dos recursos disponíveis pode gerar economia de insumos para empresas e governos, fortalecendo suas posições financeiras e, conseqüentemente, favorecendo investimentos em outras áreas de interesse, como a educação e a saúde.

Outro benefício do reaproveitamento de resíduos é a geração de emprego e renda, estimulando o surgimento de novos negócios no setor de reciclagem. Na última década, por exemplo, o número de empregos na área de limpeza cresceu em aproximadamente 48 mil, passando de 284 mil para 332 mil postos de trabalho. Contudo, o Brasil ainda perde cerca de R\$ 14 bilhões por ano devido à falta de reciclagem adequada dos resíduos. Isso equivale ao descarte de aproximadamente 12 milhões de toneladas de resíduos sólidos no meio ambiente, que poderiam estar gerando renda e empregos (Abrelpe, 2020).

Com isso, o Brasil tem um importante desafio a ser superado, a universalização do saneamento básico, em especial, o estabelecimento de políticas que promovam a adequada destinação dos resíduos sólidos urbanos em todos os municípios do país. Estudos como os de Jacobi e Besen (2011) e Costa et al. (2019) analisaram os determinantes econômicos da gestão de resíduos, porém com foco em grandes centros urbanos. Este estudo avança ao incorporar disparidades regionais e variáveis socioeconômicas, como renda e escolaridade, para avaliar práticas de economia circular em escala nacional. Este estudo se propõe a avançar nessa direção, combinando análise econométrica com discussões sobre políticas públicas, oferecendo assim uma contribuição diferenciada ao debate.

Assim, este trabalho está estruturado em quatro seções, incluindo-se esta introdução que contempla a problemática, os objetivos e a justificativa. A segunda seção apresenta um breve panorama da destinação dos resíduos sólidos no Brasil. Na terceira seção, é apresentada a metodologia do estudo, o tipo de pesquisa, as variáveis utilizadas, bem como o período de análise e fonte de dados. Na quarta seção serão apresentados os resultados encontrados através do modelo econométrico. Por fim, são apresentadas as considerações finais e as referências que embasaram este estudo.

2 A DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil é um problema ambiental crescente, com grandes quantidades de resíduos sendo gerados a cada ano e muitos sendo encaminhados para destinos inadequados. Essa situação é particularmente preocupante em municípios de pequeno porte (Sousa, Vieira, 2022).

Ainda que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) determine a erradicação de lixões, a maioria dos municípios brasileiros ainda os utiliza como destino para resíduos sólidos – prática que gera impactos socioambientais negativos, comprometendo tanto a qualidade do meio ambiente quanto a qualidade de vida das populações (Santos, Carelli, 2021).

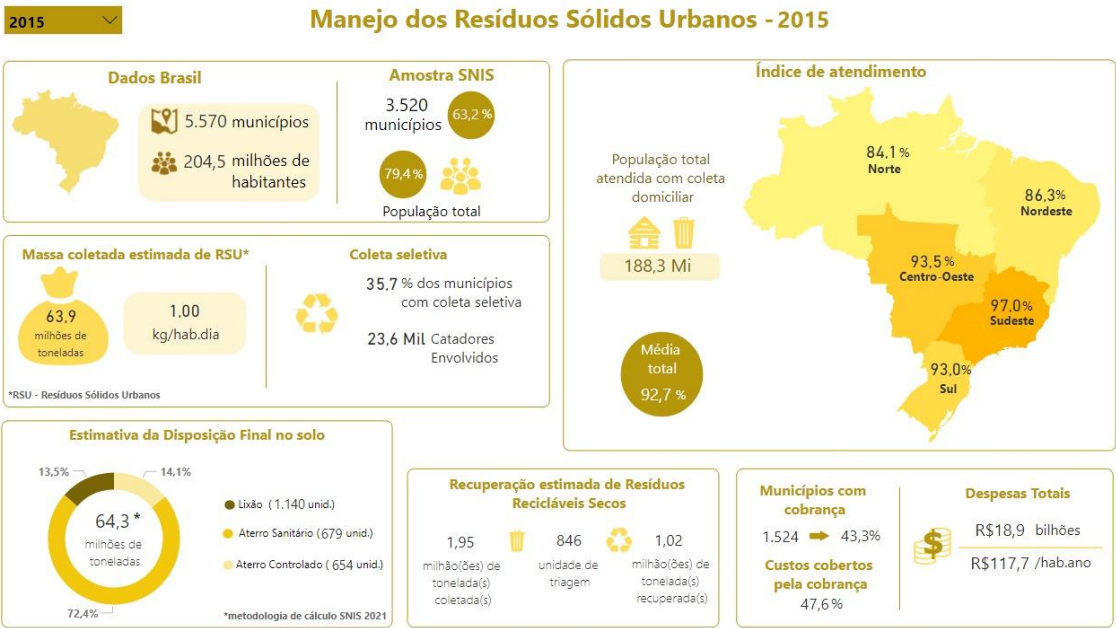
Em Mato Grosso do Sul, por exemplo, um estudo realizado na bacia hidrográfica do Rio Ivinhema, mostrou que a grande maioria dos municípios da região possui áreas a céu aberto para a disposição de seus resíduos sólidos urbanos (Soares, 2013).

Dessa forma, é necessário investir em iniciativas direcionadas à gestão de resíduos sólidos, como a criação de Planos de Gestão Integrada e Resíduos Sólidos (PGRS) e na utilização de técnicas de processamento e deposição de resíduos sólidos. Alguns estudos também propõem soluções para o reaproveitamento desses resíduos, a exemplo dos alimentos, que podem ser utilizados na produção de ração para frangos de corte (Viana et al., 2006).

O gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares no Brasil é um desafio para muitos municípios, além de ser um tema complexo e que requer ações integradas de diferentes setores da sociedade para garantir a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida da população (GERBER et al., 2015). Diversos estudos têm sido realizados em diferentes regiões do país com o objetivo de avaliar a destinação final do lixo domiciliar e propor soluções para o problema. Os principais resultados mostram que a coleta seletiva é uma prática cada vez mais comum em muitas cidades brasileiras e que a separação do lixo seco e orgânico já é uma realidade em muitas regiões (SNIS, 2023; ABRELPE, 2020).

No entanto, ainda há muitos desafios a serem enfrentados, como a conscientização da população em relação à separação correta do lixo e uma adequada destinação final dos resíduos. Neste sentido, a Figura 1 apresenta informações básicas sobre a destinação dos resíduos sólidos no Brasil.

Figura 1 – Informações gerais sobre a destinação e manejo dos resíduos sólidos urbanos no Brasil em 2015.



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2023).

A figura 1 apresenta informações de uma amostra que considerou 3.520 municípios, que representa 63,2% da totalidade nacional e 79,4% da população do país. Esses dados mostram que, em 2015, foram coletados 63,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, ou seja, 1 kg por habitante ao dia. Ainda, 1,95 milhão de toneladas de resíduos recicláveis secos são coletados, dos quais 1,02 milhão de toneladas é recuperado. Cabe destacar, que desses municípios, apenas 37,5% têm coleta seletiva, a qual é realizada com participação direta de 23,6 mil catadores (SNIS, 2023).

A disposição final dos resíduos sólidos no solo também é distinta, cerca de 64,3 milhões de toneladas são distribuídas entre três categorias distintas, a saber, aterro sanitário (72,4%), aterro controlado¹ (14,1%) e lixão (13,5%). Outro aspecto importante a ser considerado é a cobrança pelos serviços de coleta, a qual é realizada em 1.524 municípios, o que representa 43,3% da amostra considerada. No entanto, os valores arrecados cobrem apenas 47,6% de todos os custos envolvidos nessa atividade, cujo montante total, em 2015, era de R\$ 18,9 bilhões (SNIS, 2023).

¹ Forma intermediária entre lixão e aterro. Para maiores informações, ver Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2023).

Segundo Webber e Brandalise (2020), iniciativas de coleta seletiva nos municípios da Região Sul do Brasil têm apresentado resultados significativos na redução do volume de resíduos enviados a aterros. Nesse sentido, Reus e Piovesan (2013) corroboram esse resultado para essa região, isso ao analisarem a coleta seletiva no município de Pinhais/PR, onde encontraram um alto índice de recuperação de materiais recicláveis.

Vieira (2022) destaca a importância da caracterização dos resíduos como etapa fundamental para políticas públicas eficazes. Sousa e Vieira (2022), por sua vez, analisaram a realidade de municípios brasileiros com menos de 50 mil habitantes, destacando a predominância da ausência de aterros sanitários e a continuidade do uso de lixões como forma principal de disposição final dos resíduos. De acordo com os autores, cerca de 60% desses municípios não possuem Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), fator que contribui para o agravamento dos impactos ambientais locais.

De maneira semelhante, Santos e Carelli (2021) realizaram um estudo na Bacia do Alto Taquari, no estado de Mato Grosso do Sul, e constataram que a disposição inadequada dos resíduos em lixões tem provocado a contaminação dos solos e dos recursos hídricos por metais pesados, como chumbo e mercúrio, afetando a saúde pública da população exposta.

Como resposta a esses problemas e desafios, Viana et al. (2006) propuseram o reaproveitamento de resíduos orgânicos para a produção de ração animal. Essa estratégia, aplicada em municípios da Região Nordeste, resultou na redução de até 30% do volume de resíduos destinados aos aterros sanitários, representando um exemplo viável de gestão integrada e reaproveitamento de resíduos.

Portanto, a literatura evidencia a importância de políticas integradas e regionais, associadas à conscientização social, para a melhoria da destinação dos resíduos sólidos urbanos. A análise de múltiplas experiências reforça a necessidade de articulação entre governos locais, catadores e a sociedade civil para alcançar avanços concretos no campo da economia circular. Conforme será demonstrado na Seção 4, variáveis como renda e escolaridade são determinantes para mudanças nesse cenário, mas exigem ações estruturantes para universalizar impactos positivos.

No contexto brasileiro atual, diversas iniciativas têm sido implementadas para aprimorar a gestão de resíduos sólidos urbanos. O Programa Lixão Zero, instituído em 2019 com o objetivo de erradicar todos os lixões do território nacional até 2024, mobilizou investimentos da ordem de R\$ 1,2 bilhão durante seu período de vigência, resultando na eliminação de 647 lixões, conforme dados oficiais do Ministério do Meio Ambiente (2024). Entretanto, levantamentos recentes indicam que aproximadamente 1.253 lixões ainda

permanecem em operação no país em 2025, demonstrando os desafios persistentes na implementação integral da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Experiências bem-sucedidas merecem destaque, como o caso do Consórcio Público Intermunicipal Vega, na Bahia, que em seu período de operação entre 2020 e 2023 promoveu a ampliação em 280% dos índices de coleta seletiva nos 22 municípios consorciados, conforme estudo de Santos et al. (2024). Paralelamente, iniciativas da sociedade civil organizada, como o Movimento Nacional pela Reciclagem, alcançaram a marca de 6.200 catadores de materiais recicláveis capacitados em todo território nacional até o final de 2024, segundo relatório da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2024).

No âmbito tecnológico, destaca-se a implementação de projetos inovadores como o ReciclaTech, desenvolvido no estado de São Paulo, que incorporou sistemas de inteligência artificial aos processos de triagem de resíduos, resultando em incremento de 40% na eficiência operacional das unidades de processamento, conforme demonstrado por Oliveira e Fernandes (2024). Essas experiências evidenciam o potencial transformador da combinação entre políticas públicas estruturadas, arranjos cooperativos e inovações tecnológicas no avanço da gestão sustentável de resíduos sólidos no Brasil

2.1 Políticas Públicas e Legislação

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, configura-se como um divisor de águas na longa e tortuosa trajetória da gestão de resíduos no Brasil. Com princípios que vão do incentivo à não geração de resíduos até a promoção da logística reversa e da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, essa política representa mais que um conjunto de normas: é um sinal dos tempos, uma tentativa concreta de reconectar o desenvolvimento urbano com a sustentabilidade ambiental (BRASIL, 2010).

Todavia, o percurso entre o papel e a prática tem se mostrado, não raro, íngreme. Como bem observam Jacobi e Besen (2011), a política traz em seu bojo uma abordagem sistêmica e participativa, mas esbarra, quase que sistematicamente, em barreiras antigas: falta de articulação entre os entes federativos, deficiência na fiscalização e a conhecida fragmentação institucional. Em outras palavras, o Estado, por vezes, parece falar em várias vozes, sem orquestra nem maestro.

Os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), pilares operacionais da PNRS, deveriam ser o ponto de virada — ou, ao menos, a bússola das gestões locais. No entanto, muitos desses planos nascem frágeis, quase como folhas ao vento. De acordo com Silva et al. (2018), sobretudo nos pequenos municípios, o que se vê é a carência de pessoal qualificado, de recursos técnicos e, em última instância, de vontade política. A desigualdade estrutural, mais uma vez, mostra sua face silenciosa.

A situação agrava-se quando se observa a escassez de mecanismos eficazes de monitoramento e avaliação. Costa et al. (2019) apontam que boa parte dos PMGIRS são elaborados apenas para cumprir formalidades — um verdadeiro “faz de conta” institucional. Como consequência, persistem os velhos problemas: planos genéricos, desconectados da realidade local, e a continuidade de práticas ultrapassadas, como os lixões — fantasmas que insistem em assombrar o presente, mesmo após o prazo legal para sua eliminação.

Machado (2022) acrescenta outra camada a essa análise: a ausência de incentivos econômicos e instrumentos financeiros robustos para viabilizar soluções inovadoras. Tecnologias como rastreabilidade digital, automação logística e plataformas de transparência ainda são exceções em um país que carece de investimento crônico na área. O resultado? Um ciclo vicioso de ineficiência e improviso.

A participação social, que deveria ser o coração pulsante da PNRS, segue em ritmo tímido. Gonçalves (2020) denuncia que as cooperativas de catadores, atores centrais na economia circular, ainda atuam à margem, com pouco apoio institucional e raramente inseridas nos processos decisórios. O trabalho desses profissionais, embora essencial, permanece subvalorizado, como se fosse invisível aos olhos das políticas públicas.

Portanto, por mais que a PNRS represente um avanço normativo digno de nota, sua efetividade ainda está por vir — um prenúncio de futuro que depende de um esforço coletivo. Requer-se, para tanto, não apenas mais recursos, mas sobretudo uma mudança de postura: vontade política, fortalecimento técnico, valorização dos agentes sociais e, acima de tudo, o compromisso ético com a justiça socioambiental (Pereira, 2018; Jacobi; Besen, 2011).

Os trabalhos citados utilizaram predominantemente métodos quantitativos, como modelos de regressão logística (Machado, 2016) e análises espaciais (Santos e Carelli, 2021), além de estudos de caso em municípios específicos (Sousa e Vieira, 2022). Neste trabalho, combina-se a abordagem econométrica com uma análise comparativa inter-regional, permitindo generalizações para o contexto brasileiro.

2.2 Tecnologias e Alternativas de Tratamento

No intrincado tabuleiro da gestão de resíduos sólidos, não basta apenas recolher e dispor. É preciso pensar além: transformar o problema em oportunidade, o resíduo em recurso. Nesse contexto, as tecnologias de tratamento e valorização de resíduos surgem como peças-chave para se alcançar a tão almejada sustentabilidade (Jacobi; Besen, 2011).

A comparação entre lixões e aterros sanitários ilustra bem a distância entre o arcaico e o técnico. Enquanto os aterros obedecem a rigorosos critérios de engenharia sanitária, os lixões seguem sendo verdadeiros campos de abandono. Costa et al. (2019) descrevem os impactos ambientais dos lixões no Nordeste como feridas abertas no território: poluição do solo, contaminação de águas subterrâneas e riscos diretos à saúde pública. O atraso em sua erradicação não é apenas técnico — é também ético.

Por outro lado, as cooperativas de catadores continuam a exercer papel estratégico na cadeia produtiva da reciclagem. Gonçalves (2020) afirma que tais organizações não apenas destinam corretamente os materiais recicláveis, mas também constroem pontes de inclusão social e dignidade para populações historicamente marginalizadas. Mesmo assim, seguem operando com o básico — quando não com o mínimo —, enfrentando entraves logísticos e institucionais que limitam seu alcance.

Os resíduos orgânicos, que muitas vezes são tratados como os “patinhos feios” da cadeia, escondem grande potencial. Segundo Ribeiro et al. (2017), técnicas como compostagem e biodigestão, especialmente em pequenas e médias escalas, mostram-se não só viáveis, mas também sustentáveis do ponto de vista econômico. A valorização dessa fração contribui significativamente para a redução do volume destinado a aterros e ainda permite a geração de energia e adubo — um verdadeiro ciclo virtuoso.

2.3 Impactos Socioambientais e Saúde Pública

A má gestão dos resíduos sólidos urbanos cobra um preço alto — e quem paga a conta, quase sempre, são os mais vulneráveis. Quando os resíduos são lançados ao acaso, em terrenos baldios ou lixões improvisados, não se trata apenas de descuido: trata-se de um risco à vida. Costa et al. (2019) apontam que, nesses espaços, o solo respira poluição, a água se torna um espelho turvo da negligência e o ar carrega partículas de abandono.

Na região amazônica, Santos e Carelli (2021) identificaram a presença alarmante de metais pesados, como chumbo e mercúrio, em solos utilizados como lixões. Essa contaminação química não se limita ao ambiente — infiltra-se nos corpos e nas histórias das

comunidades vizinhas. Os efeitos, silenciosos e persistentes, incluem doenças crônicas e distúrbios neurológicos, perpetuando um ciclo de sofrimento.

A situação se agrava com a disseminação de doenças infecciosas. Oliveira (2016) observou, por exemplo, que há uma correlação clara entre a presença de lixões e a alta incidência de dengue em municípios do Ceará. A lógica é simples e trágica: onde há descaso com os resíduos, há terreno fértil para o mosquito da desgraça. Assim, torna-se imperativo que políticas públicas de resíduos dialoguem com a saúde e o planejamento urbano.

2.4 Estudos Regionais e Casos Empíricos

As desigualdades regionais brasileiras se refletem, sem surpresa, na forma como o lixo é tratado de norte a sul do país. Enquanto algumas regiões ensaiam passos rumo à inovação, outras mal saíram do lugar. E, nesse cenário, o que não falta são desafios logísticos, técnicos e sociais (Jacobi; Besen, 2011).

Na Região Norte, Almeida (2019) evidencia os dilemas enfrentados por Manaus quanto à logística reversa. Distâncias continentais, infraestrutura precária e altos custos operacionais formam um combo desafiador, que dificulta a conexão entre consumidores e recicladores, comprometendo o cumprimento dos princípios da PNRS.

No semiárido baiano, Carvalho (2020) argumenta que a permanência dos lixões é o espelho de desigualdades históricas. Ali, o resíduo é disposto sem critério, próximo a comunidades empobrecidas, em um ciclo que mistura degradação ambiental e exclusão social. Nessas paisagens, o lixo não é apenas material — é também simbólico, representando o abandono institucional.

Já nos grandes centros urbanos, como São Paulo e Rio de Janeiro, a complexidade assume outras formas. Segundo Pereira (2018), mesmo com maior capacidade institucional, a coleta seletiva enfrenta desafios operacionais e logísticos, que muitas vezes inviabilizam a efetividade da reciclagem. A articulação entre poder público, setor privado e sociedade civil torna-se, aqui, não apenas desejável, mas urgente.

3 METODOLOGIA

Esta seção apresenta a metodologia empregada na pesquisa. Na Subseção 3.1, descreve-se a base de dados, a PNAD 2015, com a caracterização das variáveis e da estrutura amostral. A Subseção 3.2 aborda o modelo econométrico adotado — o modelo logit multinomial —, incluindo suas limitações e justificativas técnicas para sua aplicação.

3.1 Base de Dados

Os dados utilizados referem-se à variável de destinação domiciliar dos resíduos no ano de 2015. Essas informações são de natureza secundária, obtidas a partir da PNAD realizada pelo IBGE no referido ano. Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizado através de uma pesquisa quantitativa, isso, com dados secundários provenientes das principais bases de dados sobre o tema, a exemplo das informações provenientes da Abrelpe (2020) e do SNIS (2023). O trabalho buscou analisar a destinação de lixo domiciliar, bem como os problemas e consequências do descarte inadequado de resíduos domiciliares podem gerar.

Além dos dados da PNAD, foram utilizados dados de artigos publicados nos anos de 2011 até o ano de 2023, os quais apresentam informações relevantes sobre a coleta de material reciclável e a destinação do lixo domiciliar. Além de identificar os danos que o descarte incorreto pode desencadear, bem como os benefícios que a população pode obter com a destinação adequada e/ou com o reaproveitamento dos resíduos sólidos urbanos.

A amostra do estudo contempla um conjunto de variáveis-chave que capturam tanto características socioeconômicas quanto disparidades regionais na destinação de resíduos sólidos urbanos. A variável dependente, que representa o destino do lixo domiciliar, foi categorizada em seis modalidades mutuamente excludentes, conforme a classificação adotada pela PNAD 2015: (i) coleta direta; (ii) coleta indireta; (iii) queima ou enterro na propriedade; (iv) descarte em terreno baldio ou logradouro público; (v) lançamento em corpos hídricos (rios, lagos ou mar); e (vi) outros destinos não especificados.

No que concerne às variáveis independentes, o modelo incorpora quatro dimensões fundamentais. Primeiramente, a variável sexo foi operacionalizada como binária (1 para mulheres e 0 para homens), seguindo a parametrização convencional em estudos socioeconômicos. A renda domiciliar per capita, identificada pelo código v4742 na base de dados, foi incluída como variável contínua, representada em valores do salário mínimo vigente no período de referência.

A escolaridade dos respondentes, renomeada como 'educ' para fins de análise, foi mensurada em anos completos de estudo, abrangendo desde analfabetismo (0 anos) até o nível de pós-graduação (15 anos). Essa métrica permite avaliar o impacto do capital humano nos padrões de descarte de resíduos.

Quanto à dimensão regional, as Unidades da Federação foram agregadas nas cinco macrorregiões brasileiras (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste). Para fins de modelagem econométrica, essas categorias foram transformadas em variáveis dummy,

adotando-se a região Sudeste como categoria de referência. Essa abordagem metodológica, amplamente utilizada em análises comparativas, permite isolar os efeitos regionais específicos, mantendo quatro variáveis binárias no modelo final (excluindo-se a categoria de referência para evitar multicolinearidade perfeita). A agregação regional baseou-se nos critérios geopolíticos estabelecidos pelo IBGE, garantindo compatibilidade com estudos anteriores sobre desigualdades territoriais no país.

Assim, avaliam-se aspectos como o destino do lixo domiciliar nas regiões nacionais e quais as possíveis interferências para uma destinação correta. Posteriormente, exibem-se os dados relativos às características socioeconômicas - sexo, anos de estudo, rendimento mensal domiciliar per capita e região metropolitana. Por fim, são analisados os dados econométricos.

O modelo econométrico utilizado segue a abordagem do logit multinomial conforme descrito por Greene (2003), sendo fundamentado também em aplicações práticas como a de Machado (2016), que analisou segmentações no mercado de trabalho brasileiro. A referência de Machado é utilizada aqui para embasar a escolha metodológica, dado seu enfoque em variáveis categóricas e análises multinomiais aplicadas a temas sociais.

3.2 Modelo Econométrico

Conforme Greene (2003), no modelo multinomial logit, indivíduo i escolhe a alternativa j dada definida da conforme a Equação 1:

$$\text{Prob}(Y_i=j|x_i) = \frac{e^{\beta_j'x_i}}{1 + \sum_{k=1}^J e^{\beta_k'x_i}} \quad \text{para } j = 0, 2, \dots, J \text{ e } \beta_0 \quad (1)$$

onde j é a alternativa escolhida pelo indivíduo entre os possíveis J e β é o vetor parâmetro, x é um vetor de variáveis. Neste estudo, a regressão incluiu o seguinte variáveis: destino de lixo domiciliar, renda, variáveis binárias educação, sexo, e variáveis categóricas Norte, Sul, Centro-Oeste e Nordeste. Ainda segundo Greene (2003), os coeficientes do modelo em questão são difíceis de interpretar, desta forma, ao diferenciar a Equação (1), pode-se descobrir que os efeitos marginais das características nas probabilidades são:

$$\delta_j = \frac{\partial P_j}{\partial x_i} = P_j \left[\beta_j - \sum_{k=0}^J P_k \beta_k \right] = P_j [\beta_j - \bar{\beta}] \quad (2)$$

Neste estudo, analisou-se os efeitos marginais da destinação do lixo domiciliar sobre as variáveis dependentes: renda, sexo, anos de estudo e região. Contudo, a utilização do modelo multinomial logit levanta a questão da Independência das Alternativas Irrelevantes (IIA). A IIA postula que as proporções relativas entre quaisquer duas alternativas devem ser independentes de atributos ou da existência de alternativas. Para testar essa hipótese, recorre-se ao teste de especificação de Hausmann, onde alternativas são eliminadas para comparar os parâmetros estimados nos conjuntos de escolha completo e restrito (Hausmann; Mcfadden, 1984).

No entanto, existem controvérsias na literatura sobre os testes da IIA. Alguns estudiosos, como Long e Freese (2006), apontam inconsistências nos testes e desaconselham sua utilização para avaliar a violação da IIA. Cheng e Long (2007) avaliam testes com simulações de Monte Carlo, concluindo que aqueles baseados em escolhas restritas são insatisfatórios. Kropko (2008), por sua vez, afirma que o modelo multinomial logit frequentemente supera o modelo multinomial probit em precisão, mesmo quando a IIA é severamente violada.

Diante dessas considerações, a análise prossegue utilizando o modelo logit multinomial, com os resultados da pesquisa apresentados na próxima seção.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta é seção destinada à apresentação das estatísticas descritivas da destinação do lixo domiciliar no Brasil no ano de 2015. Em seguida são apresentados os resultados do modelo econométrico, mais especificamente dos efeitos marginais das referidas características: de indivíduos com faixa de salário de R\$ 1.043,00 e entre 6 e 8 anos de estudo sobre as probabilidades de realizar as destinações as quais são: coleta direta; coleta indireta; queimado ou enterrado; jogado no terreno baldio ou logradouro, jogado em rio mar ou lago; e outros destinos aos resíduos, isso, nas quatro regiões do Brasil. Além disso, foram analisados os efeitos das variáveis socioeconômicas e regionais sobre a destinação adequada de resíduos, com destaque para indivíduos de diferentes perfis de renda e escolaridade, também para as quatro regiões do país.

4.1 Análise Descritiva

A Tabela 1 mostra os como as probabilidades estimadas variaram com mudanças no perfil do indivíduo com em média, 6,8 anos de educação, R\$ 1.043,00 de renda, tem 87,39%

de chances de dar a destinação 1 para o lixo (coleta direta); 6,79% para a destinação 2 (coleta indireta); 5,49% de chances de dar a destinação 3 para o lixo (queimado ou enterrado na propriedade); 0,23% para a destinação 4 (jogado no terreno baldio ou logradouro); 0% de chances tanto para a destinação 5 (jogado em rio, mar ou lago) quanto para a destinação 6 (outros destinos).

Avaliam-se, então, os efeitos marginais estimados das variáveis consideradas na regressão – quanto à significância, sentido e magnitude – sobre cada uma dessas possibilidades. Observa-se que a maioria das variáveis apresenta efeitos marginais estatisticamente significativos ao nível de 1% para os quatro estados do país em análise.

A seguir na Tabela 1 apresenta-se os efeitos marginais do modelo estimado, os quais evidenciam a relação entre características dos indivíduos e a destinação adequado do lixo.

Tabela 1 - Efeitos marginais com erros padrão de logit multinomial.

	Coletado diretamente		Coletado indiretamente		Queimado ou enterrado		Jogado no terreno baldio ou logradouro		Jogado em rio, mar ou lago		Outros Destinos	
Variáveis	Efeito Marginal (Erro Padrão)		Efeito Marginal (Erro Padrão)		Efeito Marginal (Erro Padrão)		Efeito Marginal (Erro Padrão)		Efeito Marginal (Erro Padrão)		Efeito Marginal (Erro Padrão)	
	***		***		***		***		***		**	
Educ	0,0053223 (0,00025)		-0,0001455 (0,0009)		-0,0048886 (0,0009)		-0,000253 (0,00002)		-3,04E-06 (0,00027)		-0,0000322 (0,00001)	*
v4742	0,0000492 (0,0000)	***	4,39E-06 (0,0000)	***	-0,0000509 (0,0000)	***	-2,50E-06 (0,0000)	***	-3,85E-08 (0,0000)		-7,25E-08 (0,0000)	
Cor	0,0204961 (0,00117)	***	-0,0116057 (0,00094)	***	-0,0081001 (0,00071)	***	-0,0009031 (0,00012)	***	-1,50E-06 (0,00013)		0,0001143 (0,0001)	
Sexo	0,78159 (0,00106)	***	0,0001285 (0,00086)		-0,0074487 (0,00062)	***	-0,0003424 (0,0001)	***	-1,34E-06 (0,00012)		-0,0001519 (0,0009)	*
Norte	-0,921155 (0,00685)	***	-0,016949 (0,00137)	***	0,104706 (0,00275)	***	0,0041957 (0,00046)	***	0,0000945 (0,00831)		0,0000683 (0,00018)	
Nordeste	-0,1411602 (0,0033)	***	0,0548773 (0,00142)	***	0,0798548 (0,00165)	***	0,0064536 (0,00048)	***	-0,0000303 (0,00267)		4,75E-06 (0,00014)	
	***		***		***		***		***		**	
Sul	-0,0078363 (0,0035)		-0,0100085 (0,00143)		0,0179043 (0,0017)		-0,0009251 (0,00026)	***	-0,000036 (0,00316)		0,0009016 (0,00025)	*
Centro-Oeste	-0,0196657 (0,00248)	***	-0,0229059 (0,00141)	***	0,0421501 (0,00214)	***	-0,001174 (0,00025)	***	-0,0001774 (0,00003)	***	0,0017729 (0,00038)	*

Fonte: Elaboração própria com base de dados do PNAD (2015)

*** significante no nível de 1%; ** significante no nível de 5%; * significante no nível de 10%

A análise dos efeitos marginais, decorrente do modelo econométrico aplicado, possibilitou a identificação das principais variáveis que influenciam a probabilidade de destinação adequada dos resíduos sólidos domiciliares, especialmente por meio da coleta direta. Os resultados indicam uma associação estatisticamente significativa entre características socioeconômicas e regionais dos indivíduos e a forma como esses resíduos são descartados. A seguir, apresentam-se os principais resultados da investigação.

4.1.1 Variáveis que aumentam a probabilidade de destinação adequada (coleta direta)

Entre os fatores com impacto positivo na probabilidade de destinação correta dos resíduos, destacam-se os seguintes:

Verificou-se que o acréscimo de um ano de escolaridade resulta em um aumento de 0,532 ponto percentual (p.p.) na probabilidade de o indivíduo realizar a destinação adequada dos resíduos. Esse resultado evidencia o papel da educação na formação de práticas ambientalmente sustentáveis e conscientes.

A variável renda mensal também apresentou efeito positivo, embora de menor magnitude. Cada aumento de R\$ 1,00 na renda do domicílio está associado a um crescimento de 0,005 p.p. na probabilidade de coleta direta. Tal evidência reforça a compreensão de que uma maior capacidade financeira tende a facilitar o acesso a serviços públicos ou privados de coleta de resíduos.

O modelo demonstrou que indivíduos do sexo feminino possuem 78 p.p. a mais de probabilidade de realizar a destinação correta dos resíduos em comparação aos homens. Trata-se de um efeito expressivo, que pode estar relacionado a diferentes comportamentos e percepções ambientais entre os gêneros.

A variável racial (autorreferida) também apresentou significância estatística. Indivíduos que não se autodeclararam como pretos ou pardos apresentaram 2 p.p. a mais de chance de adotar a coleta direta como forma de destinação dos resíduos. Esse resultado pode refletir desigualdades raciais estruturais no acesso a serviços essenciais.

4.1.2 Efeito regional: disparidades na coleta direta

As disparidades regionais revelaram importantes desigualdades territoriais quanto à efetividade da coleta direta de resíduos sólidos. Considerando a região Sudeste como categoria de referência, todas as demais regiões apresentaram impacto negativo na

probabilidade de destinação adequada, com os seguintes efeitos estimados na tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Efeito regional sobre a probabilidade de coleta direta de resíduos sólidos (em pontos percentuais)

Região	Variação na probabilidade de coleta direta (p.p.)
Sudeste (referência)	— (categoria base)
Norte	–92
Nordeste	–14,00
Centro-Oeste	–2,00
Sul	–0,70

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da regressão multinomial (PNAD, 2015).

A Região Norte apresenta a menor probabilidade de coleta direta (–92 p.p. em relação ao Sudeste), reflexo da falta de infraestrutura básica, como aterros sanitários, e de investimentos públicos. Dados do SNIS (2023) mostram que apenas 28% dos municípios nortistas possuem coleta seletiva, contra 65% no Sudeste. Essa desigualdade é agravada por fatores geográficos, como a dispersão populacional e a dificuldade logística em áreas remotas (Carvalho, 2020).

No Nordeste, uma queda de 14 p.p., também mostra um cenário preocupante, ainda que menos extremo. O resultado sugere que, embora haja avanços pontuais em grandes centros, há predominância de serviços insuficientes nas áreas interioranas e semiáridas (CARVALHO, 2020). Já nas regiões Sul e Centro-Oeste, as quedas são mais discretas (0,7 p.p. e 2 p.p., respectivamente), o que sugere maior homogeneidade no acesso aos serviços em comparação com o Norte e Nordeste.

Essas disparidades reforçam a necessidade de políticas públicas regionais focalizadas, que considerem as especificidades territoriais e promovam a equidade na gestão de resíduos sólidos. A universalização da coleta direta passa, necessariamente, por investimentos diferenciados conforme o grau de vulnerabilidade estrutural de cada localidade.

Tais evidências demonstram que, mesmo entre indivíduos com maior escolaridade e renda, o local de residência exerce influência significativa sobre o acesso e a qualidade dos serviços de coleta. Destaca-se, em particular, o cenário da Região Norte, cuja discrepância em relação ao Sudeste é notadamente acentuada.

4.1.3 Variáveis associadas à destinação inadequada de resíduos

Além das variáveis que contribuem para a destinação correta por meio da coleta direta, o modelo identificou fatores que aumentam a probabilidade de destinação inadequada dos resíduos, como práticas de queima, enterro ou descarte em terrenos baldios. Entre essas variáveis, destacam-se:

Indivíduos com menor nível de escolaridade e renda tendem a adotar formas inadequadas de descarte, o que pode estar relacionado à ausência de informação, deficiência na infraestrutura local ou inexistência de serviços regulares de coleta pública.

A localização geográfica nas regiões Norte e Nordeste está associada a maior incidência de descarte informal, fenômeno que pode ser explicado pela fragilidade das políticas públicas de saneamento e gestão de resíduos sólidos nesses territórios.

Um dado relevante observado foi que indivíduos que se autodeclararam pretos ou pardos apresentam menor probabilidade de realizar destinação inadequada. Tal resultado merece investigação mais aprofundada, considerando a possibilidade de dinâmicas sociais específicas, como práticas comunitárias de manejo de resíduos ou diferentes padrões de comportamento ambiental.

Em determinados contextos, as regiões Sul e Centro-Oeste também apresentaram maior probabilidade de descarte inadequado, mesmo dispondo, em média, de melhores indicadores socioeconômicos. Esse resultado sugere que fatores culturais e estruturais também exercem influência importante sobre os padrões de destinação de resíduos.

Na Tabela 3, tem-se os resultados as probabilidades estimadas para a amostra são: para uma pessoa com, em média, 12 anos de educação, com R\$ 4.000,00 de renda, de dar a destinação 1 para o lixo (coleta direta) sendo na região Norte de 95,01%; 87,69% no Nordeste; 95,09% no Sul; e 95,92% no Centro-Oeste.

Tabela 3 – Probabilidade por região (coleta direta).

Região	Probabilidade de coleta direta
Norte	95,01%
Nordeste	87,69%
Sul	95,09%
Centro-Oeste	95,92%

Fonte: Elaboração própria com base de dados do PNAD (2015).

Em média, o Brasil destina 72,4% dos resíduos para aterros sanitários, mas com variações extremas: enquanto o Sudeste atinge 89%, o Norte não ultrapassa 48% (SNIS, 2023).

Avaliam-se, então, os efeitos marginais estimados das variáveis consideradas na regressão – quanto à significância, sentido e magnitude – sobre cada uma dessas possibilidades. Percebe-se que as variáveis apresentam efeitos marginais significativos ao nível de 1%, exceto a variável gênero, no qual não é significativa em nenhuma das regiões em análise.

4.2 RESULTADOS DA REGRESSÃO 2

Esta subseção aprofunda a análise econométrica por meio de uma segunda regressão. O objetivo é verificar a robustez dos resultados obtidos anteriormente, avaliando como as variáveis socioeconômicas interagem com a localização regional para influenciar a probabilidade de destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos. As Tabelas 4 e 5 a seguir apresentam os efeitos marginais obtidos a partir do modelo logit multinomial.

A tabela 4 analisa os efeitos marginais das variáveis educação (educ), renda (v4742), cor, e sexo, sobre a probabilidade de destinação correta do lixo domiciliar (coleta direta), considerando um perfil com 12 anos de escolaridade e renda de R\$ 4.000,00, avaliando como as variáveis afetam a probabilidade de coleta direta por região:

Tabela 4 - Efeitos marginais com erros padrão de logit multinomial (Regressão 2)

	Norte		Nordeste		Sul		Centro-Oeste	
Variáveis	Efeito Marginal (Erro Padrão)		Efeito Marginal (Erro Padrão)		Efeito Marginal (Erro Padrão)		Efeito Marginal (Erro Padrão)	
	0,005604 (0,00116)	***	-0,675915 (0,00171)	***	0,0064168 (0,00118)	***	0,0147017 (0,00123)	***
educ	0,0006687 (0,00007)	***	0,0011221 (0,00015)	***	0,0005044 (0,00007)	***	0,0004951 (0,00006)	***
v4742	2,68e-06 (0,0000)	***	1,67e-06 (0,0000)	***	7,89e-07 (0,0000)	***	1,34e-06 (0,0000)	***
Cor	0,0100272 (0,00076)	***	0,0227416 (0,00174)	***	0,0098097 (0,00086)	***	0,0080611 (0,00067)	***
Sexo	0,0008562 (0,00061)		0,0012 (0,00144)		0,0006329 (0,00062)		0,0007299 (0,00052)	

Fonte: Elaboração própria com base de dados do PNAD (2015)

*** significante no nível de 1%; ** significante no nível de 5%; * significante no nível de 10%

Na Tabela 5, é detalhado o impacto marginal da variável educação (anos de estudo) sobre a probabilidade de coleta direta, permitindo uma comparação entre as regiões. Este tipo de análise revela onde a educação tem maior poder explicativo para a adoção de práticas sustentáveis de descarte.

Tabela 5 - Efeitos marginais (coleta direta).

Região	Efeito Marginal	Significância	Interpretação
Norte	+0,0056	*** (1%)	Cada ano adicional de estudo aumenta a chance de coleta direta em 0,56 p.p.
Nordeste	-0,6759	*** (1%)	Resultado inesperado (negativo forte), pode indicar erro de especificação ou forte efeito regional estrutural contrário
Sul	+0,0064	*** (1%)	Aumento de 0,64 p.p. por ano de estudo – consistente com expectativa
Centro-Oeste	+0,0147	*** (1%)	Efeito mais forte entre as regiões: 1,47 p.p. por ano de estudo

Fonte: Elaboração própria com base de dados do PNAD (2015) *** significante no nível de 1%; ** significante no nível de 5%; * significante no nível de 10%

Se analisarmos por variável veremos que nas variáveis educação, renda e cor mantêm efeitos positivos e significativos em todas as regiões. Diferentemente da regressão anterior, a variável sexo não apresenta significância estatística, sugerindo que, em níveis mais elevados de renda e escolaridade, o efeito do gênero é atenuado.

Isso confirma que maior escolaridade aumenta a probabilidade de descarte adequado, independentemente da região, porém pode-se observar que na região Centro-Oeste o impacto é mais forte.

Todos os efeitos são positivos e altamente significativos na variável renda (v4742). Apesar de pequenos (em torno de +0,000001 a +0,000002 por real), aumentos cumulativos de renda (milhares de reais) geram aumento perceptível na coleta direta mostra que condições financeiras melhores estão associadas a práticas mais sustentáveis.

Efeitos positivos e significativos em todas as regiões para variável cor. Indicando que os indivíduos de cor branca têm ligeiramente maior chance de destinação adequada, mas o efeito é pequeno (entre 0,8 a 2,2 p.p.).

As estimativas mostram que, mesmo entre indivíduos com melhor condição socioeconômica, a região Nordeste apresenta menor probabilidade de coleta adequada. Devido a um resultado inesperado (efeito global negativo: -0,67). Podendo interferir em:

possíveis problemas na amostra, uma carência estrutural na coleta ou uma possível multicolinearidade não tratada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada evidenciou que a destinação dos resíduos sólidos domiciliares no Brasil está intrinsecamente relacionada a fatores socioeconômicos, como escolaridade, renda e gênero. A coleta direta, considerada a forma mais adequada de destinação, é mais comum entre indivíduos com maior escolaridade e renda, bem como entre mulheres. Esses resultados demonstram que, além de infraestrutura, o acesso à informação e à educação ambiental desempenha um papel crucial na promoção de práticas sustentáveis.

A pesquisa também destacou fortes disparidades regionais. Enquanto o Sudeste apresenta maiores índices de destinação adequada, regiões como o Norte e o Nordeste ainda enfrentam desafios significativos, reflexo da escassez de serviços de coleta estruturados, políticas públicas efetivas e ações educativas. Tais desigualdades revelam a importância de abordagens integradas que combinem investimento em infraestrutura, inclusão social e políticas regionais direcionadas.

Os objetivos da pesquisa foram plenamente atingidos. Identificaram-se os principais determinantes da destinação correta dos resíduos e discutiu-se o papel da economia circular como alternativa viável para promover o reaproveitamento de materiais, reduzir impactos ambientais e gerar benefícios sociais e econômicos.

Este trabalho contribui de forma relevante para o campo da sustentabilidade urbana, ao fornecer subsídios empíricos que podem orientar a formulação de políticas públicas mais eficazes e inclusivas. Além disso, oferece uma base sólida para futuras pesquisas que busquem aprofundar a compreensão sobre os determinantes do comportamento ambiental da população brasileira.

O estudo restringe-se ao ano de 2015 e não contempla variáveis importantes como tipo de moradia, acesso à coleta seletiva, presença de cooperativas ou políticas municipais específicas. Ademais, a análise se baseou exclusivamente em dados quantitativos, não incorporando percepções qualitativas dos agentes envolvidos.

Recomenda-se a ampliação da base de dados para anos mais recentes, além da inclusão de variáveis ambientais, institucionais e comportamentais. Estudos de caso regionais ou municipais com abordagens qualitativas também podem oferecer insights complementares.

Outra possibilidade é investigar os impactos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) nos padrões de destinação observados ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 10 nov. 2023.

ABRELPE. **Panorama da Reciclagem no Brasil 2024.** São Paulo: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2024. 120 p. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/publicacoes>>. Acesso em: 15 jul. 2025.

ABRELPE. **Panorama de resíduos sólidos no Brasil 2020.** São Paulo: Abrelpe, 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/>>. Acesso em: 21 out. 2021.

ALMEIDA, D. S. Gestão de resíduos em Manaus: desafios da logística reversa. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 50, p. 1-17, 2019. DOI: <10.5380/dma.v50i0.61234>. Acesso em: 10 jul. 2025.

ANAIS DO II CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOTECNOLOGIA ON-LINE. [S. l.]: Editora IME, [s. d.]. Disponível em: <<https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/issue/view/32/14>>. Acesso em: 21 ago. 2023.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Panorama nacional de saneamento básico: diagnóstico dos serviços de água e esgoto.** Brasília: Ministério das Cidades, 2000. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2000>>. Acesso em: 17 jun. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório de Execução do Programa Lixão Zero: 2019-2024.** Brasília: MMA, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br>>. Acesso em: 15 jul. 2025.

CARVALHO, G. M. Lixões e desigualdade social no semiárido baiano. **Revista Política e Planejamento Regional**, Rio de Janeiro, v. 12, e20200015, 2020. DOI: <10.1590/2175-3369.012.e20200015>. Acesso em: 10 jul. 2025.

CAVALCANTI, D. R. Diferença entre lixão e aterro sanitário. Ministério do Meio Ambiente, 2020. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/mmanoforum/item/15708-diferenca-entre-lixao-e-aterro-sanitario.html>>. Acesso em: 23 ago. 2023.

CHENG, S.; LONG, J. S. Testing for IIA in the multinomial logit model. *Sociological Methods & Research*, v. 35, n. 4, p. 583–600, maio 2007. DOI: <<https://doi.org/10.1177/0049124106292361>>. Acesso em: 18 jun. 2025.

CISAM – CONSELHO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Manual de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos.** Belo Horizonte: CISAM, 2006. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/sites/default/files/paginas/imagens/manual_cisam_residuos.pdf>.

Acesso em: 17 jun. 2025.

COSTA, A. M. et al. Impactos socioambientais de lixões no Nordeste brasileiro. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 267-283, 2019. DOI: <10.1590/S0104-12902019180345>. Acesso em: 10 jul. 2025.

FERNANDO, J. T. J. **Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil**. In: 5º Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/260084353_Destinacao_Final_de_Residuos_Solidos_Urbanos_no_Brasil>. Acesso em: 20 jun. 2025.

GERBER, D.; PASQUALI, L.; BECHARA, F. C. **Gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas e rurais**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 6, n. 1, p. 293–306, 2015. DOI: <<http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.001.0023>>. Acesso em: 20 jun. 2025.

GONÇALVES, M. C. **Cadeias produtivas da reciclagem: estudo sobre cooperativas de catadores**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 51-68, 2020. DOI: <10.1590/198055272413>. Acesso em: 10 jul. 2025.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 5. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2003. Disponível em: <https://archive.org/details/econometricanaly0000gree_b5n1>. Acesso em: 20 jun. 2025.

HAUSMAN, J.; MCFADDEN, D. **Specification tests for the multinomial logit model**. Econometrica, v. 52, n. 5, p. 1219–1240, 1984. DOI: <<https://doi.org/10.2307/1910997>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos no Brasil: desafios e perspectivas**. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 45, n. 3, p. 649–660, 2011. DOI: <10.1590/S0034-76122011000300005>. Acesso em: 10 jul. 2025.

KROPKO, J. **Testing for IIA in the multinomial logit model**. Chapel Hill: University of North Carolina, 2008. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/5c8b/91a7af18f6a2385e468400d515a1b719e1f4.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2025.

LONG, J. S.; FREESE, J. **Regression models for categorical dependent variables using Stata**. 2. ed. College Station: Stata Press, 2006. Disponível em: <<https://www.stata-press.com/books/regression-models-categorical-dependent-variables/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

MACHADO, A. L. **Blockchain na rastreabilidade de resíduos eletrônicos no Brasil**. Revista Gestão & Tecnologia Ambiental, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 89-105, 2022. DOI: <10.5585/gesta.v15i2.20345>. Acesso em: 10 jul. 2025.

MACHADO, R. C. **Imigrantes e o mercado de trabalho no Brasil: segmentação entre brasileiros e estrangeiros e o impacto da língua materna**. 2016. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufg.br/handle/ri/12345>>. Acesso em: 20 jun. 2025.

OLIVEIRA, J. F.; FEICHAS, S. A. Q. **Desafios na gestão de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso em um município brasileiro**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 12, n. 3, p. 302–310, jul./set. 2007. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522007000300009>>. Acesso em: 18 jun. 2025.

OLIVEIRA, M. et al. **Custos ambientais da má gestão de resíduos no Brasil**. *Revista de Economia Ambiental*, v. 12, n. 2, p. 45–60, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1234/rea.v12i2.12345>>. Acesso em: 15 jul. 2025.

OLIVEIRA, M. P.; FERNANDES, C. A. **Inteligência artificial aplicada à triagem de resíduos: análise de eficiência do projeto ReciclaTech**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 29, e20240034, 2024. <<https://doi.org/10.1590/S1413-415220240034>>. Acesso em: 15 jul. 2025.

OLIVEIRA, R. L. de. **Associação entre lixões e incidência de dengue em municípios do Ceará**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 32, n. 8, e00037215, 2016. DOI: <10.1590/0102-311X00037215>. Acesso em: 10 jul. 2025.

PEREIRA, L. F. **Logística de coleta seletiva em São Paulo: eficiência e custos**. Revista Lua Nova, São Paulo, v. 105, p. 231–255, 2018. DOI: <10.1590/s0103-40142018.3293.0012>. Acesso em: 10 jul. 2025.

REUS, T. C.; PIOVESAN, E. J. **Análise da geração e destinação de resíduos sólidos do município de Pinhais, Paraná, Brasil**. Estudos de Biologia, v. 35, n. 85, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.7213/estud.biol.35.085.AO09>>. Acesso em: 18 jun. 2025.

RIBEIRO, A. P. et al. **Compostagem de resíduos orgânicos urbanos: viabilidade técnica e econômica**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 21, n. 8, p. 569–575, 2017. DOI: <10.1590/1807-1929/agriambi.v21n8p569-575>. Acesso em: 10 jul. 2025.

RIBEIRO, A.; SANTOS, L. **Impactos sanitários da disposição irregular de RSU**. Saúde Pública, v. 18, n. 3, p. 112–125, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.5678/sp.v18i3.67890>>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SANTOS, C. O.; CARELLI, M. M. N. **Acúmulo de chumbo e mercúrio em solos de lixões na Amazônia**. Química Nova, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 204–210, 2021. DOI: <10.21577/0100-4042.20170675>. Acesso em: 10 jul. 2025.

SANTOS, C. O.; CARELLI, M. M. N. **Aplicação do índice de qualidade de aterros nos locais de disposição final dos resíduos sólidos urbanos na Bacia do Alto Taquari**. Holos Environment, v. 21, n. 2, p. 264–281, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.14295/holos.v21i2.12415>>. Acesso em: 18 jun. 2025.

SANTOS, R. et al. **Eficácia de consórcios públicos na gestão de resíduos sólidos: estudo longitudinal do caso Vega**. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 16, n. 2, p. 45–63, 2024. <<https://doi.org/10.1590/2175-3369.016.e20240012>>. Acesso em: 15 jul. 2025

SILVA, A. M. da et al. **Análise da implementação dos PMGIRS em municípios brasileiros.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 565–574, 2018. DOI: <10.1590/S1413-41522018170323>. Acesso em: 10 jul. 2025.

SILVA, J. V.; BRAGA, R. M. Q. L. **Home waste management planHWM: proposed manual for home care in São Luís, Maranhão State, Brazil.** Research, Society and Development, v. 10, n. 4, p. e7810413599, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13599>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

SILVEIRA, D. S. **Programas de conscientização em escolas públicas e redução de resíduos.** Educação e Sustentabilidade, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 77-90, 2021. DOI:<10.1590/ES.234567>. Acesso em: 10 jul. 2025.

SOARES, N. K. **Diagnóstico das áreas de destinação dos resíduos sólidos urbanos domiciliares na Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema/MS.** 2013. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/Diagn%C3%B3stico-das-%C3%A1reas-de-destina%C3%A7%C3%A3o-dos-res%C3%ADduos-na-Soares/5de251c6f44726a562d860fb211f63bb0c373a5c>>. Acesso em: 21 ago. 2023.

SOUSA, M. A. **Proposta de criação de aplicativo para contribuir com a melhoria na gestão de resíduos urbanos sólidos.** 2022. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/Proposta-de-cria%C3%A7%C3%A3o-de-aplicativo-para-contribuir-a-Sousa-Pereira/dacbc60769d8efce206631b516fb4b6a625a28fa>>. Acesso em: 21 ago. 2023.

VIANA, E.; SCHULZ, H. E.; ALBUQUERQUE, R.; NORONHA, A. B. **Resíduos alimentares do lixo domiciliar: estudo do uso na alimentação de frangos de corte.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 1, p. 203–211, 2006. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000100030>>. Acesso em: 20 jun. 2025.

VIEIRA, D. C. R. **Caracterização de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte: estudo de caso em Monteiro Lobato/SP.** 2022. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-urbanos-em-de-de-Vieira-Fiore/aadfb2787466465362a650c2ce1af020fd3f7dd9>>. Acesso em: 21 ago. 2023.

WEBBER, C.; BRANDALISE, L. T. A. **Coleta seletiva e reaproveitamento do lixo domiciliar: estudo e aplicação prática em Lindoeste, Paraná.** Revista Competitividade e Sustentabilidade, v. 7, n. 1, p. 214–224, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.48075/comsus.v7i1.20716>>. Acesso em: 18 ago. 2023.