



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



ANÁLISE LONGITUDINAL DOS INDICADORES DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RSU E FATORES ESTRUTURAIS ASSOCIADOS À PERSISTÊNCIA DA DESTINAÇÃO INADEQUADA NO BRASIL

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.9.26.IV-021>

Keli Starck (*), Silvana Terezinha Winckler, Eduardo Antônio Maia Lins

* Afya Centro Universitário de Pato Branco; E-mail: kelistarck@gmail.com.

RESUMO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal n.º 12.305/2010, estabeleceu como meta central a eliminação dos lixões e aterros controlados no Brasil. O prazo original de agosto de 2014 foi sucessivamente prorrogado, para 2021 no caso de capitais e regiões metropolitanas e para 2024 como prazo escalonado por porte populacional, sem que a meta de erradicação fosse atingida. O presente trabalho realizou análise longitudinal dos indicadores de disposição final de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil, cobrindo o período de 2010 a 2024, com base na sistematização das quinze edições anuais dos Panoramas dos Resíduos Sólidos no Brasil publicados pela ABRELPE (2011–2023) e pela ABREMA (2024–2025). Os resultados evidenciaram redução de apenas 1,44 ponto percentual na destinação inadequada em onze anos (de 41,74% em 2013 para 40,3% em 2024), com taxa média de variação inferior a 0,1 p.p./ano. Em termos absolutos, o volume destinado a instalações inadequadas não recuou, permanecendo próximo a 28–29 milhões de toneladas anuais ao longo de toda a série. A decomposição regional identificou as macrorregiões Norte e Nordeste como os núcleos de persistência mais críticos, com patamares superiores a 60% de destinação inadequada em 2022. A comparação descritiva temporal não identificou efeito regulatório estatisticamente consistente associado aos marcos da PNRS ou do Marco Legal do Saneamento sobre a série de indicadores. Os fatores estruturais predominantes são o pequeno porte municipal e a insuficiência de capacidade institucional e financeira, indicando que a convergência para a disposição adequada requer mecanismos federativos diferenciados, entre os quais o fortalecimento dos consórcios intermunicipais e linhas específicas de financiamento.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos urbanos, PNRS, disposição final, análise longitudinal, lixões.

ABSTRACT

The Brazilian National Solid Waste Policy (PNRS, in Portuguese), enacted by Law No. 12,305/2010, set the elimination of open dumps and uncontrolled landfills as a central goal, with the original deadline fixed for August 2014, successively extended to 2021 for state capitals and metropolitan regions, and to 2024 as a final scaled deadline by municipal population, without the target being met. This study conducted a longitudinal analysis of municipal solid waste (MSW) final disposal indicators from 2010 to 2024, based on the systematization of fifteen annual editions of the Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2011–2023; ABREMA, 2024–2025). Methodology comprised extraction and standardization of percentage and per capita indicators, simple linear regression trend analysis, regional decomposition across five macroregions, temporal descriptive comparison to assess the temporal correspondence between regulatory milestones and series variations. Results demonstrated a cumulative reduction of only 1.44 percentage points over eleven years (from 41.74% in 2013 to 40.3% in 2024), with an average annual variation rate below 0.1 p.p./year and no measurable regulatory effect associated with PNRS, the Legal Framework for Sanitation, or the expiration of legal deadlines. Regional decomposition showed that the North and Northeast macroregions maintained inadequate disposal rates above 60% throughout the series, with a differential of more than 24 p.p. against the national average. The main structural factor identified is the low institutional and financial capacity of small municipalities, distributed across all macroregions, requiring differentiated federative support mechanisms, especially the strengthening of inter-municipal consortia and specific financing lines.

Municipal solid waste, PNRS, final disposal, longitudinal analysis, open dumps.

INTRODUÇÃO

A gestão adequada de resíduos sólidos urbanos (RSU) constitui um dos desafios mais recorrentes das políticas públicas ambientais brasileiras. A disposição final em lixões e em aterros controlados, que não atendem aos requisitos técnicos e legais dos aterros sanitários, representa uma modalidade operacional associada à contaminação de solos e corpos



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



hídricos, à proliferação de vetores de doenças, à emissão de gases de efeito estufa sem controle e à exposição de populações vulneráveis a riscos sanitários documentados na literatura epidemiológica (Gouveia, 2012). A eliminação dessas formas de disposição inadequada, além de consistir em uma obrigação regulatória, trata-se de uma exigência constitucional derivada do artigo 225 da Constituição Federal, que assegura o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal n.º 12.305/2010, representou um avanço institucional significativo ao reunir, em um único instrumento, diretrizes para a gestão integrada de RSU, hierarquia de tratamento (com a disposição final ambientalmente adequada como última opção), responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e instrumentos de planejamento obrigatórios para estados e municípios. Entre suas metas mais concretas, figurava a obrigação de extinção de lixões e aterros controlados até agosto de 2014 (Brasil, 2010). O não cumprimento desse prazo resultou em sua postergação pelo Marco Legal do Saneamento (Lei Federal n.º 14.026/2020) para 2021 no caso de capitais e regiões metropolitanas, com escalonamento por porte populacional até agosto de 2024 como prazo derradeiro (Brasil, 2020).

Passados quinze anos da promulgação da PNRS, o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2025 (ABREMA, 2025), referente ao ano-base 2024, atesta que lixões permanecem em operação em todas as cinco macrorregiões do país. O percentual de destinação inadequada, que em 2013 correspondia a 41,74% dos resíduos coletados, equivalentes a 28,8 milhões de toneladas (ABRELPE, 2014), recuou para 40,3% em 2024 (ABREMA, 2025), configurando uma redução acumulada de 1,44 ponto percentual em onze anos de série comparável. Esse quadro caracteriza, do ponto de vista empírico, o descumprimento sistêmico de três prazos legais consecutivos, fenômeno que a literatura de implementação de políticas públicas enquadra como *implementation gap*, ou seja, a distância persistente entre as metas formalmente estabelecidas e os resultados efetivamente obtidos, cuja recorrência indica falha não na norma em si, mas nos mecanismos de indução e *enforcement* que deveriam operacionalizá-la (Howlett; Ramesh; Perl, 2009).

A literatura científica brasileira sobre gestão de RSU tem produzido contribuições relevantes no diagnóstico da situação setorial. Trabalhos como o de Maiello, Britto e Valle (2018) examinaram os obstáculos institucionais à implementação da PNRS, identificando fragilidades na estrutura federativa, na capacidade técnica municipal e nos mecanismos de financiamento. No entanto, a maioria das análises disponíveis adota perspectiva de corte transversal, baseada em um único ano-base, sem explorar a série histórica disponível nas quinze edições dos Panoramas. Essa limitação impede a identificação das taxas de variação dos indicadores ao longo do tempo, dos eventuais pontos de inflexão associados a alterações regulatórias e dos fatores explicativos da inércia observada. A ausência de análises longitudinais sistematizadas representa, portanto, uma lacuna analítica com implicações diretas para a qualidade dos subsídios disponíveis à formulação de políticas públicas.

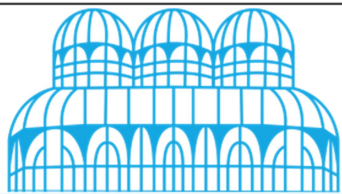
Diante desse contexto, o presente trabalho realizou análise longitudinal dos indicadores de disposição final de RSU no Brasil, cobrindo o período de 2010 a 2024, a partir da sistematização das quinze edições anuais dos Panoramas produzidos pela ABRELPE (2011 a 2023) e pela ABREMA (2024 a 2025). O trabalho busca superar o registro descritivo que caracteriza os próprios Panoramas, avançando para uma análise explicativa que identifique a taxa efetiva de mudança, os efeitos dos marcos regulatórios e os fatores estruturais que condicionam a velocidade da transição para a disposição ambientalmente adequada.

OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho consistiu em realizar análise longitudinal dos indicadores de disposição final de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil no período de 2010 a 2024, com base na sistematização da série histórica das quinze edições anuais dos Panoramas dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2011 a 2023; ABREMA, 2024 e 2025), visando produzir uma leitura analítica e explicativa que transcenda o diagnóstico descritivo anual.

Os objetivos específicos foram:

- (i) Quantificar a taxa de variação anual dos indicadores de disposição adequada e inadequada em escala nacional e por macrorregião, mediante sistematização da série histórica e análise de tendência por regressão linear simples;
- (ii) Identificar pontos de inflexão e rupturas na série histórica, avaliando a correspondência temporal entre os principais marcos regulatórios (PNRS (2010), vencimento do prazo de 2014, Marco Legal do Saneamento (2020) e vencimento



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



dos prazos de 2021 e 2024) e as variações registradas nos indicadores de disposição final, mediante comparação descritiva temporal na série;

(iii) Discutir os fatores estruturais associados à persistência da destinação inadequada, com ênfase nas assimetrias entre macrorregiões e no perfil predominante dos municípios que ainda não realizaram a transição para formas ambientalmente adequadas de disposição final, a fim de identificar as condições necessárias para acelerar a convergência com as metas da PNRS.

METODOLOGIA

Natureza e delineamento da pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como análise documental quantitativa de base secundária, com delineamento longitudinal de painel temporal. O delineamento longitudinal, distinto do corte transversal que predomina na literatura setorial, permite observar a trajetória dos indicadores ao longo do tempo, estimar taxas de variação, identificar descontinuidades e testar hipóteses sobre efeitos de eventos externos, especificadamente os marcos regulatórios, sobre a série analisada. No Brasil, existem fontes oficiais de dados sobre disposição final de RSU produzidas pelo governo federal: o Sistema Nacional de Informações sobre Resíduos (SINIR), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, e o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Ambiental (SINISA). Contudo, ambos os sistemas apresentam defasagem temporal significativa entre o ano-base de referência e a disponibilização pública dos dados, além de lacunas de cobertura municipal que comprometem a continuidade da série no período 2010–2024. Os Panoramas dos Resíduos Sólidos no Brasil, produzidos pela ABRELPE (2011–2023) e pela ABREMA (2024–2025), foram adotados por oferecerem cobertura nacional ininterrupta, publicação anual e metodologia de coleta consistente ao longo do período analisado, condições necessárias para a construção de uma série longitudinal comparável de quinze edições. A opção não implica desconsiderar os sistemas oficiais: recomenda-se que pesquisas futuras cruzem os dados dos Panoramas com os registros do SINIR e do SINISA à medida que a cobertura e a tempestividade desses sistemas evoluam, o que permitirá validação cruzada e eventual ampliação do alcance analítico.

Corpus documental e fontes primárias de dados

O corpus documental é composto pelas quinze edições anuais do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil publicadas entre 2011 e 2025, referentes aos anos-base 2010 a 2024. As edições de 2011 a 2023, cobrindo os anos-base 2010 a 2022, foram produzidas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). As edições de 2024 e 2025, cobrindo os anos-base 2023 e 2024, foram produzidas pela Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA), entidade resultante da unificação de quatro associações setoriais, entre elas a própria ABRELPE (ABREMA, 2024). Cada edição do Panorama é elaborada a partir de pesquisa direta com prefeituras de uma amostra estratificada de municípios, complementada por projeções estatísticas para os demais. É importante registrar que os Panoramas são produzidos por entidade representante do setor privado de limpeza urbana, o que não invalida sua utilização como fonte de referência, mas demanda atenção às eventuais limitações metodológicas das projeções adotadas.

Indicadores extraídos e padronização da série

De cada edição foram extraídos e sistematizados os seguintes indicadores: (i) percentual de RSU destinados a aterros sanitários, aterros controlados e lixões em relação ao total coletado, em escala nacional e por macrorregião; (ii) volume absoluto, em milhões de toneladas por ano (Mt/ano), de RSU destinados a cada modalidade de disposição, em escala nacional; (iii) número de municípios por tipo de disposição final adotada; e (iv) taxa de cobertura da coleta regular de RSU, expressa como percentual da população urbana atendida. Adicionalmente, foram registradas as despesas municipais declaradas com limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, na medida em que essa variável se mostrou disponível nas edições do Panorama.

Registra-se uma limitação metodológica central que condiciona as escolhas analíticas adotadas: a edição do Panorama 2023, referente ao ano-base 2022 e publicada pela ABREMA em 2024, introduziu revisões nas projeções de geração e coleta em decorrência da incorporação dos dados do Censo Demográfico 2022. O levantamento censitário revelou uma população residente de 203,1 milhões de habitantes, valor inferior em aproximadamente 10 milhões à projeção prévia de 213 milhões utilizada nas edições anteriores do Panorama (IBGE, 2022). Essa revisão populacional introduz uma



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



descontinuidade estrutural nos indicadores de volume absoluto a partir da edição de 2024, tornando a comparação direta de volumes em Mt/ano problemática entre séries anteriores e posteriores a 2022. Para contornar esse problema, a análise adotou os valores percentuais como métrica central de comparação temporal, que são independentes da projeção populacional, e os indicadores de volume foram utilizados de forma complementar, com a devida sinalização das descontinuidades.

Procedimentos analíticos

Para avaliar a correspondência temporal entre marcos regulatórios e variações nos indicadores, foi adotada uma comparação descritiva baseada nas médias dos indicadores nos biênios imediatamente anteriores e posteriores a cada evento regulatório. Esse procedimento descritivo é adequado para séries curtas ($n=15$) e permite identificar se houve aceleração discernível no ritmo de adequação após os marcos regulatórios de 2010, 2014, 2020, 2021 e 2024. A Tabela 3 apresenta os resultados dessa análise de forma sistematizada.

Contextualização regulatória e perfil municipal

Os resultados foram contextualizados à luz dos marcos regulatórios vigentes: a PNRS (Brasil, 2010), o Plano Nacional de Resíduos Sólidos — PLANARES (MMA, 2022) e o Marco Legal do Saneamento (Brasil, 2020). O perfil estrutural dos municípios brasileiros foi caracterizado com base nos dados do Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2022), permitindo estabelecer a distribuição dos municípios por faixa de porte populacional e examinar sua correlação com as trajetórias de adequação.

As análises de regressão e de tendência foram realizadas em planilha eletrônica, com verificação manual dos coeficientes e dos intervalos de confiança a 95%. Dada a limitação do número de observações ($n=15$), interpretações causais são apresentadas com a devida cautela, e os resultados são descritos como indicativos de padrões e tendências, não como determinações causais definitivas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

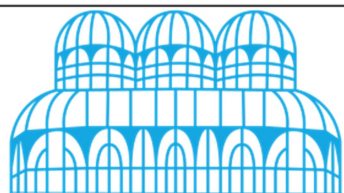
Tendência nacional: estagnação dos indicadores de adequação

A sistematização da série histórica completa, apresentada na Tabela 1, revela um quadro que evidencia a inércia estrutural do setor. O percentual de destinação inadequada recuou de aproximadamente 44% em 2010 para 40,3% em 2024, ou seja, uma redução bruta de 3,7 p.p. em catorze anos. Contudo, ao se considerar apenas o período de série diretamente comparável iniciada em 2013, a redução foi de apenas 1,44 p.p. em onze anos, o que corresponde a uma taxa média de variação de $-0,13$ p.p./ano. A regressão linear simples ajustada à série 2010–2024 produz uma inclinação de $-0,18$ p.p./ano, com coeficiente de determinação (R^2) de aproximadamente 0,52, indicando que a tendência linear explica apenas metade da variância da série, evidência de oscilações relevantes em torno da tendência central.

A magnitude dessa estagnação é evidenciada ao se projetar sua extrapolação: mantida a taxa média de $-0,18$ p.p./ano, o percentual de destinação inadequada alcançaria zero em aproximadamente 2248, ou seja, mais de dois séculos no futuro. Ainda que a extrapolação linear de séries com comportamento não necessariamente linear deva ser tratada com cautela, o exercício ilustra a magnitude da inércia observada e a inadequação de qualquer perspectiva de convergência espontânea com as metas da PNRS dentro de uma escala temporal politicamente relevante.

Tabela 1. Série histórica dos indicadores nacionais de disposição final de RSU — Brasil, 2010–2024.

Ano	Dest. adequada (%)	Dest. inadequada (%)	Vol. inadequado (Mt/ano)	Vol. total coletado (Mt/ano)	Fonte
2010	~56,0	~44,0	—	~61,0	ABRELPE (2011)
2011	~57,0	~43,0	~27,7	~64,4	ABRELPE (2012)
2012	~57,6	~42,4	~28,1	~66,3	ABRELPE (2013)
2013	58,3	41,7	28,8	69,1	ABRELPE (2014)



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



Ano	Dest. adequada (%)	Dest. inadequada (%)	Vol. inadequado (Mt/ano)	Vol. total coletado (Mt/ano)	Fonte
2014	58,7	41,3	29,2	70,8	ABRELPE (2015)
2015	58,7	41,3	29,5	79,9	ABRELPE (2016)
2016	60,1	39,9	29,5	78,3	ABRELPE (2017)
2017	59,1	40,9	29,7	78,4	ABRELPE (2018)
2018	59,5	40,5	29,5	79,0	ABRELPE (2019)
2019	60,0	40,0	29,5	79,0	ABRELPE (2020)
2020	59,2	40,8	30,3	81,8	ABRELPE (2021)
2021	60,4	39,6	31,0	82,0	ABRELPE (2022)
2022	61,0	39,0	29,7	76,1	ABRELPE (2023)
2023	60,7	39,3	28,5	~72,6	ABREMA (2024)
2024	59,7	40,3	28,1	~69,7	ABREMA (2025)

Fonte: Elaborado pelos autores com base em ABRELPE (2011–2023) e ABREMA (2024–2025). Mt = milhões de toneladas. (—) dado não disponível ou inconsistente na edição. (~) valores estimados a partir das edições correspondentes. Obs.: a descontinuidade nos volumes absolutos a partir de 2023 reflete a revisão da base populacional decorrente do Censo 2022.

A análise dos volumes absolutos corrobora o cenário de estagnação. Enquanto o percentual de destinação inadequada exibiu leve tendência de recuo, o volume total de RSU coletados cresceu de aproximadamente 61 milhões de toneladas em 2010 para um pico de 82 milhões de toneladas em 2021 (ABRELPE, 2023), caindo para ~69,7 Mt em 2024 após a revisão populacional. Esse crescimento da geração, associado à leve redução percentual da destinação inadequada, resultou em volumes absolutos encaminhados a lixões e aterros controlados que oscilaram entre 27,7 e 31,0 Mt/ano ao longo de toda a série, sem tendência de queda estrutural. Em 2024, ainda que o percentual seja 40,3%, o volume absoluto de 28,1 Mt/ano é praticamente idêntico ao de 2013. Isso significa que, em termos reais, o país não reduziu a quantidade de resíduos depositados em instalações inadequadas, apenas desacelerou seu crescimento.

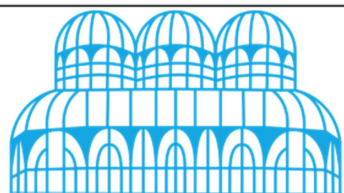
Esse padrão é consistente com o conceito de *treadmill of waste production*, a tendência de que o crescimento econômico e populacional sustente a expansão da geração de resíduos em velocidade superior à da adequação da infraestrutura de destinação (Schnaiberg; Gould, 1994). No contexto brasileiro, esse mecanismo é agravado pela ausência de instrumentos efetivos de redução na geração (o topo da hierarquia da PNRS), que permaneceu, ao longo dos quinze anos da política, como um princípio declaratório sem operacionalização concreta em metas mensuráveis (Brasil, 2010), uma lacuna que não foi suprida sequer pelas diretrizes do recente Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2022).

Assimetrias regionais: persistência das desigualdades estruturais

A decomposição regional dos indicadores, apresentada na Tabela 2, evidencia que a média nacional agrega realidades distintas. As macrorregiões Norte e Nordeste mantiveram, ao longo de toda a série histórica, percentuais de destinação inadequada superiores a 60%, configurando uma condição crônica que contrasta com a melhora progressiva observada nas regiões Sul e Sudeste. Em 2022, o diferencial entre a Região Norte (63,4%) e a Região Sul (11,0%) alcançava 52,4 pontos percentuais, revelando que o Brasil, no plano da disposição final de RSU, é um país de realidades distintas sob uma mesma média nacional.

Tabela 2. Percentual de destinação inadequada de RSU por macrorregião — anos selecionados (2013–2024).

Ano	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
-----	-------	----------	--------------	---------	-----



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



Ano	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
2013	76,5	66,8	27,4	23,1	14,8
2016	73,0	64,5	25,0	22,3	13,5
2019	71,2	65,3	24,5	21,5	12,2
2022	63,4	62,8	22,5	20,9	11,0
2024	~65,0	~62,0	~21,0	~20,0	~10,5

Fonte: Elaborado pelos autores com base em ABRELPE (2014; 2017; 2020; 2023) e ABREMA (2025). (~) valores estimados a partir de projeções lineares.

A análise longitudinal da Tabela 2 revela que as regiões Norte e Nordeste apresentam as maiores reduções absolutas no período, de 76,5% para ~65% e de 66,8% para ~62%, respectivamente, o que indica que há avanço em curso. Contudo, ao se calcular a taxa média de variação anual, esses avanços são modestos: aproximadamente -0,9 p.p./ano para o Norte e -0,4 p.p./ano para o Nordeste. A Região Norte, com a maior taxa de melhora entre as regiões com maior defasagem, levaria, projetando a tendência atual, pelo menos 70 anos para atingir o patamar que a Região Sul apresentava em 2024.

A persistência dessas assimetrias ao longo de quinze anos sugere que os mecanismos de apoio federativo previstos na PNRS e no PLANARES, especialmente os instrumentos de cooperação técnica e financeira da União para municípios de menor capacidade, não foram suficientemente operacionalizados para produzir convergência regional. Maiello, Britto e Valle (2018) já apontavam que as fragilidades institucionais e financeiras dos municípios de menor porte são barreiras estruturais à implementação da política, independentemente da região geográfica. A análise longitudinal corrobora a hipótese ao evidenciar a inércia do cenário, cuja reversão demanda intervenções estruturais.

Análise temporal: os marcos regulatórios produziram efeito mensurável?

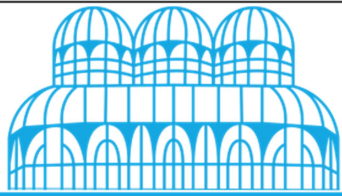
Uma das hipóteses centrais do presente trabalho era a de que os marcos regulatórios como a promulgação da PNRS, vencimento dos prazos legais e aprovação do Marco Legal do Saneamento poderiam ter produzido acelerações discerníveis no ritmo de adequação da disposição final, mediante a mobilização de municípios que antecipassem sanções ou buscassem adequação às novas exigências. A Tabela 3 sistematiza os resultados da análise.

Tabela 3. Marcos regulatórios e variação do percentual de destinação inadequada no biênio subsequente — Brasil, 2010–2024.

Marco regulatório	Ano do evento	Janela de observação	Varição no indicador
PNRS – Lei Federal n.º 12.305/2010	2010	2010→2012	Redução de ~1,6 p.p. em 2 anos
1º prazo – ago/2014 (vencido)	2014	2014→2016	Redução de ~1,4 p.p. em 2 anos
Marco Legal – Lei Federal n.º 14.026/2020	2020	2020→2022	Redução de ~1,8 p.p. em 2 anos
2º prazo – 2021 (cap. e RM, vencido)	2021	2021→2023	Redução de ~0,3 p.p. em 2 anos
3º prazo – ago/2024 (vencido)	2024	2024 (último dado)	40,3% (alta em relação a 2022)

Fonte: Elaborado pelos autores com base em ABRELPE (2011–2023) e ABREMA (2024–2025).

Os dados da Tabela 3 indicam que as variações observadas nos biênios posteriores a cada marco regulatório são consistentes com a tendência linear geral da série (aproximadamente -0,3 a -0,9 p.p./ano) e não apresentam aceleração discernível que possa ser atribuída especificamente ao evento regulatório. O biênio posterior ao Marco Legal do Saneamento (2020→2022) exibiu a maior redução de 1,8 p.p. em dois anos, porém coincidiu com os anos de retração econômica associada à pandemia de COVID-19, que pode ter impactado tanto a geração de resíduos quanto os indicadores de coleta, dificultando a atribuição causal ao marco regulatório. O biênio 2021→2023, posterior ao vencimento do prazo para capitais e regiões metropolitanas, registrou a menor redução de toda a série (0,3 p.p. em dois



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026



anos), sugerindo ausência de mobilização acelerada mesmo no segmento de municípios com maior capacidade institucional.

A ausência de efeito regulatório mensurável é consistente com a literatura sobre implementação de políticas ambientais em contextos federativos com baixa capacidade de *enforcement*. No caso da PNRS, a legislação não estabeleceu mecanismos de sanção direta aos municípios inadimplentes com eficácia comprovada (a suspensão de repasses federais, prevista como indutor, não foi sistematicamente aplicada), o que limita o poder de indução dos prazos legais sobre o comportamento municipal. Ademais, a ausência de um sistema de monitoramento oficial vinculado a consequências jurídicas concretas desloca a pressão por adequação para o âmbito da atuação do Ministério Público e dos órgãos estaduais de meio ambiente, cuja efetividade é heterogênea entre regiões e estados.

Fatores estruturais: o porte municipal como condição necessária, mas não suficiente

O perfil dos municípios que persistem na adoção de formas inadequadas de disposição final aponta para o pequeno porte como fator estrutural predominante. O Censo Demográfico 2022 evidenciou que 44,8% dos 5.570 municípios brasileiros possuem até 10.000 habitantes (IBGE, 2022), e que esse perfil se distribui de forma relativamente homogênea entre as macrorregiões. No Rio Grande do Sul, menos de um terço dos 497 municípios possui mais de 10.000 habitantes (IBGE, 2022). A relevância desses dados reside na demonstração de que o pequeno porte municipal não é uma peculiaridade das regiões de menor desenvolvimento, pois está igualmente presente nas regiões de melhor desempenho na disposição final.

Essa constatação tem implicação analítica relevante: o porte municipal é condição necessária para compreender a inércia, mas não é condição suficiente para explicá-la, uma vez que municípios de pequeno porte na Região Sul apresentam indicadores de adequação substancialmente melhores do que municípios de porte similar nas regiões Norte e Nordeste. O fator diferenciador identificado pela literatura, e consistente com os padrões observados na série histórica, é a capacidade institucional municipal, entendida como a combinação entre capacidade técnica da equipe gestora, dotação orçamentária per capita para limpeza urbana e inserção em arranjos cooperativos intermunicipais (Maiello; Brito; Valle, 2018).

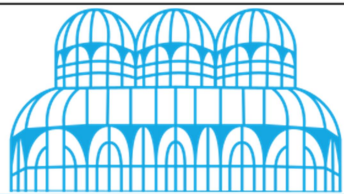
Os consórcios públicos intermunicipais, instrumento expressamente previsto na PNRS como mecanismo de superação das limitações de escala dos pequenos municípios (Brasil, 2010, art. 8º), permanecem subempregados no contexto da disposição final. A escala operacional mínima para viabilidade econômica de um aterro sanitário, estimada pela literatura técnica entre 100 e 200 toneladas diárias, é incompatível com a geração de RSU de municípios abaixo de 20.000 habitantes operando individualmente. Nesses casos, os consórcios municipais consistem na única via tecnicamente viável para que esses municípios realizem a transição para a disposição adequada sem dependência exclusiva de soluções individuais economicamente inviáveis.

Além da escala operacional, a análise longitudinal sugere que o elemento temporal é relevante: municípios que ingressaram em consórcios nos primeiros anos de vigência da PNRS apresentam trajetórias de adequação mais aceleradas, sugerindo um efeito de antecipação que não ocorre na ausência de arranjo cooperativo consolidado. Contudo, a série dos Panoramas não permite desagregar os indicadores por modalidade de arranjo cooperativo, limitação que demanda pesquisas futuras com cruzamento dos dados do Panorama com os registros de consórcios do Sistema de Coleta da Secretaria do Tesouro Nacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise longitudinal realizada, ao sistematizar quinze anos de dados dos Panoramas ABRELPE/ABREMA em base estruturada e submetê-los a procedimentos analíticos rigorosos, permite avançar para além dos diagnósticos de corte transversal e enunciar conclusões de maior alcance explicativo sobre o estado da implementação da PNRS no que diz respeito à erradicação dos lixões.

A primeira conclusão é de caráter quantitativo e diz respeito à magnitude da inércia. Em catorze anos de série histórica, o percentual de destinação inadequada recuou a uma taxa média de -0,13 a -0,18 p.p./ano, e o volume absoluto encaminhado a instalações inadequadas não reduziu. O Brasil descumpriu três prazos legais consecutivos (2014, 2021 e 2024) sem que nenhum deles tenha produzido efeito de aceleração mensurável nos indicadores. Essa constatação não pode ser atribuída a insuficiência regulatória em sentido estrito: a PNRS é um marco normativo tecnicamente



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



consistente, que incorpora instrumentos de planejamento, responsabilidade compartilhada e metas mensuráveis. A insuficiência está na operacionalização, que se caracteriza pela ausência de mecanismos de indução com efetividade comprovada sobre os entes municipais mais fragilizados.

A segunda conclusão diz respeito à natureza das assimetrias regionais. As macrorregiões Norte e Nordeste mantêm diferenciais de mais de 24 p.p. em relação à média nacional ao longo de toda a série, sem convergência expressiva. Esse padrão não é inteiramente explicável pela pobreza regional, dado que municípios de pequeno porte na Região Sul apresentam indicadores de adequação superiores. O elemento diferenciador parece residir na combinação entre a disponibilidade de arranjos cooperativos consolidados, a capacidade institucional local e o nível de *enforcement* praticado pelos órgãos estaduais de meio ambiente e pelo Ministério Público. A persistência das assimetrias após quinze anos de política nacional indica que os mecanismos de apoio federativo previstos na PNRS e no PLANARES não foram suficientes para suprir essas diferenças.

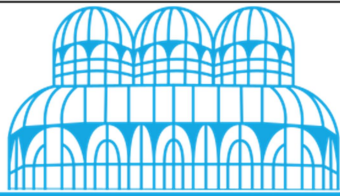
A terceira conclusão é de natureza estrutural e diz respeito ao papel do porte municipal. O pequeno porte está presente em todas as macrorregiões do país e sua prevalência (44,8% dos municípios com até 10.000 habitantes) é uma característica constitutiva do território nacional. Qualquer estratégia nacional de erradicação dos lixões que não trate especificamente das condições operacionais dos municípios de pequeno porte apresentará limitações estruturais para sua efetividade. O fortalecimento dos consórcios intermunicipais como solução de escala para a viabilização de aterros sanitários regionais, associado a linhas específicas de financiamento de baixo custo e assistência técnica continuada, constitui a resposta mais consistente com o diagnóstico aqui apresentado.

Do ponto de vista metodológico, a sistematização realizada preenche uma lacuna analítica ao reunir em base estruturada os dados fragmentados nas quinze edições do Panorama e submetê-los a tratamento quantitativo padronizado. Esse banco de dados viabiliza desdobramentos futuros de maior complexidade estatística, como a estimação de modelos de *Interrupted Time Series* (ITS) para isolar efeitos regulatórios, a aplicação de modelos de dados em painel com desagregação estadual e o cruzamento com variáveis do SNIS/SINISA para controle de variáveis fiscais municipais.

Em perspectiva mais ampla, os resultados reforçam que a convergência entre as metas da PNRS e a realidade operacional dos municípios brasileiros não depende de novos prazos legais, mas da estruturação de mecanismos institucionais e financeiros capazes de reduzir as assimetrias de capacidade entre entes federados. A efetivação do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, consagrado no artigo 225 da Constituição Federal, passa necessariamente por uma estratégia que reconheça a heterogeneidade estrutural do território nacional e lhe ofereça respostas diferenciadas em escala, instrumentos e intensidade de apoio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2010**. São Paulo: ABRELPE, 2011. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama>. Acesso em: 05 mar. 2026.
2. ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013**. São Paulo: ABRELPE, 2014. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama>. Acesso em: 05 mar. 2026.
3. ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**. São Paulo: ABRELPE, 2017. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama>. Acesso em: 05 mar. 2026.
4. ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2019**. São Paulo: ABRELPE, 2020. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama>. Acesso em: 05 mar. 2026.
5. ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. São Paulo: ABRELPE, 2023. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama>. Acesso em: 05 mar. 2026.
6. ABREMA. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023**. São Paulo: ABREMA, 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama>. Acesso em: 05 mar. 2026.
7. ABREMA. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2025**. São Paulo: ABREMA, 2025. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama>. Acesso em: 05 mar. 2026.
8. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 05 mar. 2026.
9. BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em: 05 mar. 2026.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



10. GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503–1510, 2012.
11. HOWLETT, M.; RAMESH, M.; PERL, A. **Studying Public Policy: Policy Cycles and Policy Subsystems**. 3. ed. Oxford: Oxford University Press, 2009.
12. IBGE. **Censo Demográfico 2022: primeiros resultados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama>. Acesso em: 05 mar. 2026.
13. MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. de P.; VALLE, T. F. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 52, n. 1, p. 24–51, 2018.
14. MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos — PLANARES**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/residuos-solidos/plano-nacional-de-residuos-solidos>. Acesso em: 05 mar. 2026.
15. SCHNAIBERG, A.; GOULD, K. A. **Environment and Society: The Enduring Conflict**. New York: St. Martin's Press, 1994.