



Resíduos sólidos no Brasil: Legislações, desafios e perspectivas para uma gestão mais sustentável

Patrick Tomaz¹

Cleomar Reginatto²

Resumo

Os resíduos sólidos representam um dos principais desafios ambientais para os municípios. Nesse sentido, este estudo analisou a gestão dos resíduos sólidos no Brasil, abordando sua classificação, tratamento e disposição final, com ênfase na legislação e nas políticas públicas voltadas à sustentabilidade. A metodologia adotada inclui uma revisão bibliográfica de artigos científicos, normas técnicas, leis e resoluções, avaliando os avanços na erradicação de lixões, logística reversa, planos de gerenciamento de resíduos, tecnologias inovadoras na gestão e economia circular. Os resultados indicam que, apesar dos avanços legislativos, a implementação de práticas sustentáveis ainda enfrenta desafios, como a falta de infraestrutura e de conscientização pública. O estudo conclui que a integração entre governo, empresas e população é essencial para alcançar um modelo sustentável, reduzindo os impactos ambientais e promovendo o desenvolvimento econômico em harmonia com a sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Resíduos sólidos; Sustentabilidade; Impacto ambiental; Políticas públicas.

Solid waste in Brazil: Legislation, challenges and perspectives for more sustainable management

Abstract

Solid waste represents one of the main environmental challenges for municipalities. In this sense, this study analyzed the management of solid waste in Brazil, addressing its classification, treatment and final disposal, with an emphasis on legislation and public policies aimed at sustainability. The methodology adopted includes a bibliographic review of scientific articles, technical standards, laws and resolutions, evaluating the advances in the eradication of landfills, reverse logistics, waste management plans, innovative technologies in management and circular economy. The results indicate that, despite legislative advances, the implementation of sustainable practices still faces challenges, such as the lack of

¹ Patrick Tomaz. Mestrando em Engenharia; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGeng), Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo - RS, Brasil. E-mail: 178790@upf.br. Endereço Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-5493-4419>. <https://lattes.cnpq.br/2614310641338945>

² Cleomar Reginatto. Doutor em Engenharia. Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGeng), Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo - RS, Brasil. E-mail: cleomar@upf.br. Endereço Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6084-1018>. Link do Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6809998185113163>

infrastructure and public awareness. The study concludes that integration between government, companies and the population is essential to achieve a sustainable model, reducing environmental impacts and promoting economic development in harmony with environmental sustainability.

Keywords: Solid waste; Sustainability; Environmental impact; Public policies.

1 Introdução

A relação entre infraestrutura e meio ambiente tem sido historicamente marcada por desafios significativos, especialmente no que se refere à gestão de resíduos sólidos urbanos. Conforme ressaltam Oyegoke, Nkomo e Dube (2024), um nível adequado de conscientização, aliado com uma política eficaz de gestão de resíduos e infraestrutura básica são requisitos importantes para alavancar uma economia baseada no conhecimento.

O crescimento populacional, aliado à urbanização e consumo exacerbado, tem resultado em impactos adversos na destinação e no tratamento desses resíduos. Diante disso, torna-se essencial a implementação de regulamentações e políticas eficientes para minimizar os danos ambientais. Segundo Qin, Sun e Li (2021), medidas como a regulação de diretrizes, a fiscalização da poluição, a proteção ecológica e o ajuste social podem reduzir de forma considerável os impactos ambientais negativos, especialmente quando incluem mecanismos claros de punição.

A crescente produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) impõe desafios complexos tanto para a administração pública quanto para o setor privado, que precisam equilibrar crescimento econômico e conservação ambiental. Segundo dados da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA, 2025), a região com maior geração de RSU no Brasil é a Sudeste, com 49,2%, seguida pela Nordeste (24,7%), Sul (10,9%), Centro-Oeste (7,7%) e Norte (7,5%). Segundo Fakhurozi, Suhariyanto e Faishal (2021), problemas de sobrecarga de capacidade dos aterros sanitários, geram muitos níveis de poluição ambiental e evidenciam a necessidade de estratégias mais eficientes para o gerenciamento de resíduos em escala global.

Grande parte dos problemas de gerenciamento decorrem da baixa taxa de reciclagem, gestão municipal precária, educação ambiental ineficiente, logística reversa ineficaz, desigualdades regionais e da disposição inadequada dos RSU. Essas disposições inadequadas incluem descartes em lixões (aterros a céu aberto), queima a céu aberto, descarte em áreas irregulares (como encostas, margens de rios e terrenos baldios), despejo de resíduos em corpos d'água e utilização de aterros controlados. Tais práticas resultam em maior geração de

resíduos, sobrecarga dos aterros sanitários, intensificação da poluição do solo e dos recursos hídricos e aumento na emissão de gases de efeito estufa, como o metano (CH₄), liberado pela decomposição da matéria orgânica em condições anaeróbias. Assim, a destinação inadequada compromete a qualidade de vida da população e agrava os impactos ambientais.

A sustentabilidade, nesse contexto, consolidou-se como um eixo central das legislações ambientais, impulsionando inovações regulatórias e a adoção de práticas mais eficazes de gestão dos RSU.

O ano de 2025 se apresentou como um marco decisivo na trajetória socioambiental do planeta, em função da COP30, realizada em solo brasileiro. A comunidade internacional passou a direcionar atenção renovada ao país, em um contexto de crescente exigência por resultados concretos, verificáveis e mensuráveis em relação aos compromissos climáticos assumidos. Diante desse quadro de urgência intensificada, a gestão de resíduos sólidos deixa de ocupar uma posição marginal e afirma-se como um eixo estratégico e inadiável na consolidação de modelos econômicos orientados à transição para economias de baixo carbono.

Nesse contexto, este artigo tem como objetivo analisar a gestão de RSU, com foco nas principais normativas e programas brasileiros. Serão abordados os principais desafios, regulamentações, leis, normas técnicas, mudanças e soluções tecnológicas inovadoras para os RSU. A partir de uma abordagem sistêmica, busca-se discutir estratégias que conciliem desenvolvimento socioeconômico e sustentabilidade, garantindo qualidade de vida às futuras gerações.

2 Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo qualitativo e exploratório, de natureza também descritiva, com enfoque em uma revisão bibliográfica e documental. O objetivo metodológico consistiu em analisar criticamente o arcabouço normativo brasileiro e as políticas públicas relacionadas à gestão de resíduos sólidos urbanos, com ênfase nas principais legislações vigentes, normas técnicas e instrumentos de implementação.

A investigação foi estruturada em etapas sequenciais, visando conferir maior rigor metodológico, transparência e possibilidade de replicabilidade ao processo de busca, seleção e análise das informações.

Inicialmente, realizou-se a delimitação temática e a definição das palavras-chave utilizadas nas buscas. Foram adotados como principais termos: “resíduos sólidos urbanos”,

“gestão de resíduos sólidos”, “Política Nacional de Resíduos Sólidos”, “PNRS”, “Lei nº 12.305/2010”, “Lei nº 11.445/2007”, “Lei nº 14.026/2020”, “logística reversa”, “NBR 10004”, “economia circular” e “sustentabilidade”. As buscas foram realizadas em língua portuguesa, para a busca das legislações, sendo utilizados termos equivalentes em língua inglesa para os termos mais gerais como economia circular, sustentabilidade e gestão de resíduos sólidos, priorizando documentos atualizados até janeiro de 2026.

A coleta de dados foi realizada por meio de fontes oficiais e confiáveis, como os sites do Ministério do Meio Ambiente (MMA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) e Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA). Para consultas mais específicas das legislações vigentes, foram consultados o site do Portal da Legislação do Planalto, assim como o diário oficial da união. Também foram consultadas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), pareceres técnicos, relatórios governamentais e diretrizes de conferências nacionais e internacionais sobre resíduos sólidos e sustentabilidade.

Além disso, foram utilizados dados de artigos científicos, livros e publicações acadêmicas indexadas em bases de dados como Scielo, Google Acadêmico e Scopus, os quais abordam aspectos técnicos, legais e sociais da gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil.

Para a revisão bibliográfica, priorizaram-se publicações no período de 2018 a 2026, de modo a contemplar discussões recentes, sem excluir trabalhos anteriores considerados fundamentais para a contextualização normativa. Como critérios de inclusão, selecionaram-se estudos com aderência direta ao tema da gestão de resíduos sólidos, legislação ambiental, logística reversa e políticas públicas. Foram excluídas publicações sem fundamentação técnica consistente ou sem relação direta com o objeto da pesquisa. A escolha dessas fontes visou garantir abrangência e confiabilidade na análise do arcabouço normativo e nas políticas públicas voltadas à temática.

Após a etapa de coleta, os documentos selecionados foram submetidos à análise qualitativa interpretativa, com foco na identificação de convergências normativas, lacunas de implementação, desafios estruturais e perspectivas de aprimoramento da gestão de resíduos sólidos no Brasil. As informações foram organizadas por agrupamento temático, estruturando-se os resultados conforme os principais marcos legais e instrumentos regulatórios analisados.

Importante destacar que o presente estudo não se caracteriza como revisão bibliométrica ou revisão sistemática com aplicação de métricas quantitativas de produção científica. Trata-se de uma revisão narrativa estruturada e documental, cujo enfoque reside na análise qualitativa do conteúdo normativo e das políticas públicas relacionadas à temática. Essa delimitação metodológica justifica-se pela natureza do objetivo proposto, centrado na compreensão do desenvolvimento legislativo e institucional da gestão de resíduos sólidos no Brasil, e não na mensuração estatística da literatura científica.

3 Resultados e discussões

3.1 Política nacional de resíduos sólidos (Lei n.º 12.305/2010)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes para a gestão integrada e ambientalmente adequada dos resíduos sólidos no Brasil. Seu principal objetivo é reduzir os impactos socioambientais e promover a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A PNRS se baseia na hierarquia da gestão de resíduos, priorizando a não geração, seguida da redução, reutilização, reciclagem e tratamento, reservando a disposição final em aterros sanitários apenas aos rejeitos não passíveis de reaproveitamento.

Entre seus princípios, destacam-se a prevenção, o poluidor-pagador, a ecoeficiência e a responsabilidade compartilhada, esta última impondo obrigações a todos os agentes da cadeia produtiva, como fabricantes, distribuidores, comerciantes, consumidores e o poder público.

Um dos instrumentos centrais da PNRS é a logística reversa, que viabiliza o retorno de resíduos ao setor produtivo para reaproveitamento ou descarte ambientalmente seguro. Ela é aplicada a produtos como embalagens, pilhas, pneus, lâmpadas, óleos lubrificantes e eletroeletrônicos. No Brasil a logística reversa ainda enfrenta desafios, de acordo com a ABREMA (2024a), estima-se que cerca de 4% de RSU são reciclados, com a utilização de programas específicos para recolhimento de embalagens em geral. De acordo com o SEMADESC (2023), em 2022, Mato Grosso do Sul foi o estado com o maior número de embalagens em geral retornadas pelo sistema de logística reversa, com um total de 20.035,14 toneladas.

No Brasil 13 sistemas já foram implantados, sendo eles: Agrotóxicos seus resíduos e embalagens (sendo este o primeiro sistema de logística implementado e estruturado no país); Baterias de chumbo ácido; eletrônicos e seus componentes de uso doméstico; embalagens, sendo elas de aço; vidro, embalagens em geral e embalagens plásticas de óleos lubrificantes; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio, mercúrio e de luz mista; latas de alumínio para bebidas; medicamentos, com seus resíduos e embalagens; óleo lubrificantes usados ou contaminados; pilhas e baterias além de pneus inservíveis (MMA, 2025)

Esses sistemas de logística reversa são implementados e operacionalizados de três formas, conforme o Art. 18 do Decreto 10.936 de 2022, a saber: i) Acordo setorial, ii) Termo de Compromisso, iii) regulamento editado pelo Poder Público (decreto) (MMA, 2025). Além destes citados, em outubro de 2025, foi assinado o Decreto nº 12.688/2025. Esse instrumento legal instituiu um novo sistema de logística reversa no país, para embalagens de plástico. (ABREMA, 2025).

Para disponibilizar e monitorar os dados sobre a logística reversa no país, está em implantação o sistema nacional de logística reversa-SISREV-BR, desenhado para consolidar os dados dos diferentes programas, integrado ao Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) já existente (MMA, 2026).

A operacionalização da PNRS ocorre por meio de instrumentos como os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), obrigatórios para empresas e municípios, e os acordos setoriais, que formalizam compromissos de logística reversa entre governo e setores econômicos.

Para tornar a política efetiva, é necessário ampliar os pontos de coleta, fomentar parcerias público-privadas, investir em educação ambiental e fortalecer os mecanismos de rastreabilidade dos resíduos.

Ferramentas como o Sistema nacional de Informações sobre a gestão dos resíduos sólidos (SINIR) e o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos são essenciais para o monitoramento e formulação de políticas públicas.

A hierarquia do manejo orienta a minimizar a geração e maximizar o reaproveitamento dos resíduos. A gestão varia conforme a origem, resíduos urbanos são de responsabilidade municipal e incluem coleta seletiva e reciclagem; resíduos industriais exigem planos específicos e logística reversa; resíduos perigosos seguem normas técnicas rigorosas, como a

NBR 10004/2024; e resíduos da construção civil devem ser segregados e preferencialmente reciclados para reuso, reduzindo a exploração de recursos naturais.

A efetivação dos planos municipais é fundamental, mas ainda enfrenta desafios. Segundo a Empresa Brasil de Comunicação (2024), apenas 60,5% dos municípios oferecem coleta seletiva, com maior cobertura na Região Sul, 81,9%. Outro ponto importante é a baixa efetivação dos planos integrados de resíduos sólidos nos municípios, sendo que sua ausência compromete o acesso a financiamentos federais e a efetividade da gestão. Entre os principais entraves estão a escassez de fiscalização, recursos técnicos e financeiros, além da baixa conscientização. Debrah, Vidal e Dinis (2021) destacam a importância da educação ambiental para superar essa lacuna de conhecimento.

Diante disso, os Sistemas de Consórcios Públicos Intermunicipais emergem como solução estratégica, especialmente para pequenos e médios municípios. Regulamentados pela Lei nº 11.107/2005 e incentivados pela PNRS, esses consórcios permitem a gestão compartilhada de infraestrutura, custos e operação de aterros sanitários, usinas de triagem e estações de transbordo, promovendo economia de escala, eficiência e acesso a recursos federais. Essa regionalização favorece a implementação dos planos de forma eficaz, sendo instrumento essencial para enfrentar os desafios estruturais da gestão de resíduos.

Outro ponto importante da Política Nacional de Resíduos Sólidos é a erradicação de lixões, que a princípio era para ter acontecido até 2014, mas devido a dificuldades na implementação, o prazo foi prorrogado pelo Novo Marco de Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020), que estipulou prazos escalonados com base no porte populacional dos municípios, dessa forma, de acordo com a ABREMA (2024b), até 2 de agosto de 2021, capitais e municípios de regiões metropolitanas deveriam erradicar, para os municípios com mais de 100 mil habitantes deveria ter sido erradicado até 2 de agosto de 2022, para municípios entre 50 mil e 100 mil habitantes até 2 de agosto de 2023 e para municípios com menos de 50 mil habitantes até 2 de agosto de 2024. Apesar dos prazos estabelecidos, ainda de acordo com a ABREMA (2024c), muitos municípios ainda não se adequaram, sendo que mais de 41% dos resíduos sólidos no país são destinados de forma inadequada em 2023, sendo que esse valor tem uma pequena redução para 40,3% para 2024 (ABREMA, 2025).

Apesar de avanços, como o aumento de municípios com aterros sanitários de 48,3% em 2015 para 63,5% em 2022 (ABREMA, 2023), e o fechamento de mais de 800 lixões pelo programa Lixão Zero (Daronch, 2023), o não cumprimento dos prazos ainda é recorrente, em

grande parte devido à deficiência na fiscalização e à ausência de penalidades eficazes (ABREMA, 2024d).

Segunda a ABREMA (2025) 36,5% do total de RSU gerado no Brasil ainda é disposto de forma inadequada, mostrando ainda um dado preocupante, que 5,4% do total de resíduos gerados são queimados sem controle das emissões atmosféricas, o que contribui muito para o agravamento da crise climática que estamos vivendo.

Em relação a coleta seletiva, para o ano base de 2023, 3.364 (60,5%) dos municípios com algum serviço em manejo de resíduos sólidos tinham coleta seletiva, enquanto 56,7% implementaram instrumentos legais que tratam sobre coleta seletiva, indicando que há uma aproximação entre a legislação e a prática em pouco mais da metade dos municípios brasileiros. Em relação as regiões do Brasil, houve uma grande variação, sendo que a Região Sul liderou em ambas as categorias, com 81,9% dos municípios possuindo coleta seletiva e 74,5% com legislação específica. Em contraste, a Região Norte apresentou os menores valores, com 33,5% e 42,2%, respectivamente, destacando a necessidade de expandir a cobertura do serviço, uma vez que os instrumentos legais estão mais presentes do que a implementação do serviço (Agência IBGE, 2024).

No Nordeste, também houve uma diferença entre municípios com instrumentos legais e com a oferta do serviço de coleta seletiva, sendo 38,2% e 33,5%, respectivamente, sugerindo que ainda há um esforço necessário para implementar as políticas públicas de coleta seletiva.

Dados de 2023 revelam que a coleta seletiva no Brasil ainda apresenta um cenário de contrastes. Enquanto 60,5% dos municípios (3.364) possuem o serviço, a presença de instrumentos legais específicos atinge 56,7%, evidenciando um alinhamento entre legislação e prática em pouco mais da metade do país. Regionalmente, a disparidade é acentuada: o Sul lidera com 81,9% de cobertura e 74,5% de base legal. No extremo oposto, o Norte e o Nordeste registram os menores índices, com destaque para o fato de que, em ambas as regiões, a existência de leis supera a oferta real do serviço, o que reforça a urgência em transformar diretrizes políticas em infraestrutura operacional, que funcione (Agência IBGE, 2024).

Em relação ao instrumento de incentivo as cooperativas e o trabalho com os resíduos sendo realizado de forma mais digna pelos trabalhadores, temos ainda uma situação longe do ideal. Dentre os municípios brasileiros se apresenta uma forte presença de informalidade

(73,7%), enquanto a atuação de entidades organizadas de catadores restringiu-se a apenas 27,0% dos municípios. Regionalmente, o Sudeste apresentou o maior índice de informalidade (78,0%), mas também liderou em organização, com entidades atuando em 33,5% das cidades. O Sul seguiu com a maior taxa de formalização (35,5%). Em contraste, o Norte e o Nordeste exibiram os menores índices de atuação de entidades (16,7% e 18,7%, respectivamente), apesar de manterem patamares de informalidade acima de 70%, o que evidencia o desafio da inclusão e organização das cooperativas no sistema de gestão dos RSU (Agência IBGE, 2024).

Ainda falta uma política de alinhamento entre as entidades de catadores e a organização para participação dos trabalhadores e isso pode ser auxiliado por políticas públicas municipais de maior incentivo as cooperativas, com definição de metas e valores claros, que contribuam para a formalização da atividade.

Além dos problemas relacionados ao descarte final dos resíduos no solo, de acordo com Gama (2024), o Brasil descarta ilegalmente cerca de 1,3 milhão de toneladas de plástico nos oceanos por ano. Com isso, o país ocupa a 8ª posição no ranking mundial de maiores poluidores plásticos e lidera na América Latina.

O descumprimento da PNRS pode acarretar em sanções previstas na Lei de Crimes Ambientais (9.605/1998). Por outro lado, a política também prevê incentivos fiscais, linhas de financiamento e fomento à pesquisa e inovação. Sua implementação adequada é essencial para promover a economia circular, a sustentabilidade e o cumprimento das metas nacionais e globais para o desenvolvimento sustentável e enfrentamento das mudanças climáticas, já presentes.

3.2 Lei do saneamento básico (Lei n.º 11.445/2007, alterada pela Lei n.º 14.026/2020)

Essa lei instituiu o Marco Legal do Saneamento Básico, definindo diretrizes para a universalização e a eficiência dos serviços no Brasil. Esse instrumento legal se objetiva a garantir acesso adequado ao abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos urbanos, drenagem e manejo de águas pluviais, com uma infraestrutura planejada de forma integrada, voltada à eficiência operacional e sustentabilidade ambiental, com foco na melhora da qualidade de vida da população.

No campo dos resíduos sólidos, a lei estabeleceu diretrizes importantes, como a obrigatoriedade do encerramento dos lixões até 2024 e a destinação final ambientalmente

adequada dos resíduos, por meio da implantação de aterros sanitários. Além disso, incentivou a formação de consórcios intermunicipais como alternativa para viabilizar técnica e financeiramente a gestão de resíduos sólidos, especialmente em municípios de pequeno porte.

No entanto, a efetiva implementação dessas medidas ainda enfrenta obstáculos significativos, como limitações financeiras, deficiências na capacitação técnica e baixa adesão à gestão regionalizada. Apesar das intenções da legislação, a adesão dos municípios a essas estruturas é facultativa. Os que não aderirem podem enfrentar dificuldades no acesso a recursos da públicos, comprometendo a efetiva implementação da PNRS (Duarte, 2023).

Dessa forma, embora haja avanços normativos, o cenário prático ainda requer maior integração entre união, estados e municípios, além de investimentos estruturais para garantir a efetividade na gestão de resíduos no Brasil. As mudanças promovidas pelo novo marco impulsionaram o setor, atraindo investimentos, melhorando a eficiência dos serviços prestados para a população em relação a cobertura de água e esgoto, o que se reflete na redução de doenças e em melhores indicadores de saúde pública.

Com o objetivo de auxiliar na gestão mais adequada dos resíduos sólidos a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) publicou uma importante norma de Referência, a NR nº 7/2024, através da Resolução ANA nº 187, de 19 de março de 2024. Essa normativa, estabelece as condições gerais para a prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos, seja diretamente ou por meio de concessão. Essa norma busca promover a melhoria da gestão dos resíduos sólidos e da limpeza urbana, com foco na sustentabilidade e na participação de todos os elos envolvidos na cadeia. A norma se aplica aos serviços de limpeza urbana (varrição, capina, poda, etc.) e manejo de RSU, envolvendo a coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos.

Heller (2020), alerta para a necessidade de garantir que a busca por eficiência e por investimentos privados não comprometa o acesso universal e equitativo aos serviços de saneamento, especialmente para as populações mais vulneráveis. Como destaca o referido autor essa medida abre espaço para uma ampla participação privada, sobretudo nos municípios com maior atratividade econômica. O cenário que se desenha é o da atuação do setor privado em regiões financeiramente vantajosas, enquanto os demais municípios permanecem sob responsabilidade do poder público.

3.3 NBR 10004

A ABNT NBR 10004 é responsável por estabelecer os critérios para identificação e classificação dos resíduos sólidos, com base na periculosidade que esses materiais oferecem ao meio ambiente e à saúde pública. Essa classificação é essencial para o gerenciamento adequado dos resíduos, desde a sua geração até a disposição final, sendo amplamente utilizada na elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), no planejamento de aterros sanitários e industriais, bem como no atendimento às exigências legais de licenciamento ambiental.

A referida normativa estabelece um Sistema Geral de Classificação de Resíduos (SGCR) e divide os resíduos em dois grandes grupos.

Classe 1 – Perigosos: são os resíduos que apresentam uma ou mais características de periculosidade, como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, presença de poluentes orgânicos persistentes (POPs) ou outras propriedades que representem risco à saúde humana, ao meio ambiente ou à segurança pública. Esses resíduos exigem cuidados rigorosos em todas as etapas do seu gerenciamento. Exemplos incluem solventes industriais, produtos químicos vencidos, óleos contaminados e resíduos infectantes provenientes de serviços de saúde.

Classe 2 – Não Perigosos: Aqueles resíduos que não apresentam características de periculosidade conforme os critérios da norma. A nova versão não os subdivide formalmente como feito anteriormente (Classe 2A e 2B), mas permite que sejam avaliados conforme potencial de reaproveitamento ou necessidade de controle adicional, a depender do tipo de resíduo. Exemplos incluem restos de alimentos, papéis, plásticos, madeira não tratada e resíduos da construção civil, como entulho, vidros, cerâmicas e concretos, desde que não contaminados.

A classificação deve seguir um processo em quatro etapas: identificação pela Lista Geral de Resíduos (LGR), verificação de presença de Poluentes orgânicos persistentes (POPs), análise de propriedades perigosas e avaliação de toxicidade. Essa abordagem torna a avaliação mais sistemática e detalhada.

A correta aplicação da NBR 10004 é fundamental para garantir a segurança ambiental e ocupacional, além de facilitar ações de reaproveitamento, reciclagem e destinação ambientalmente adequada. Essa norma também contribui diretamente para o cumprimento da

Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), promovendo práticas sustentáveis e a preservação dos recursos naturais.

Segundo Esper (2024), a atualização da ABNT NBR 10004 representa um avanço na classificação de resíduos sólidos, ao promover uma gestão mais ágil e alinhada às melhores práticas globais, além de reforçar o compromisso com a sustentabilidade ambiental e a proteção da saúde pública no Brasil.

Outro ponto importante é a incorporação de critérios do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS). Essa mudança traz um nível maior de rigor, permitindo uma avaliação mais detalhada dos riscos que os resíduos podem oferecer à saúde e ao meio ambiente, como toxicidade, corrosividade e inflamabilidade.

A norma também passou a diferenciar claramente resíduos de subprodutos. Agora, materiais que já foram reciclados ou reutilizados dentro do processo produtivo não são mais classificados como resíduos, o que impulsiona a economia circular.

Essas mudanças trazem impactos diretos na forma como as empresas e os órgãos públicos precisam gerenciar os resíduos. Primeiramente, será necessário revisar e atualizar documentos importantes, como o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e as Fichas de Dados de Segurança de Resíduos (FDSR), para que estejam alinhados com a nova classificação.

Além disso, as equipes técnicas precisam ser treinadas e capacitadas para entender e aplicar as novas regras, garantindo o cumprimento legal e evitando erros que podem resultar em sanções. As empresas também terão que adaptar seus processos internos de classificação e descarte, seguindo os novos critérios para garantir que seus resíduos sejam gerenciados de forma correta e segura (Marques, 2025).

Em resumo, a nova versão da NBR 10004/2024 traz uma abordagem mais clara, rigorosa e alinhada com as práticas globais, o que vai exigir uma adaptação nas práticas de gerenciamento de resíduos, mas que, ao mesmo tempo, facilita e contribui para uma gestão mais sustentável dos resíduos sólidos.

3.4 Políticas públicas e sustentabilidade

A implementação de políticas sustentáveis tem sido crucial para equilibrar o avanço da infraestrutura com a preservação ambiental. A legislação também prevê a participação da

sociedade civil e a criação de comissões interinstitucionais, para garantir a gestão democrática e a efetividade das ações locais.

As políticas públicas, devem estar lincadas com os Objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), destacando de forma direta o objetivo 11 (cidades e comunidades sustentáveis), o qual destaca a meta 11.6: Reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar e à gestão de resíduos municipais e outros resíduos. Além desse o objetivo 12 (consumo e produção responsável), destaca as metas 12.4: alcançar a gestão ambientalmente saudável de produtos químicos e todos os resíduos durante todo o seu ciclo de vida e a meta 12.5: Reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.

Além destes, podemos citar outros objetivos relacionados indiretamente com o tema de resíduos sólidos, que são o objetivo 3(Saúde e bem-estar), pois o tratamento inadequado de resíduos pode afetar a saúde pública; o objetivo 6 (Água potável e saneamento), pois os resíduos mal gerenciados afetam a qualidade da água e o objetivo 13 (Ação contra a mudança global do clima), pois o manejo incorreto de resíduos, principalmente os orgânicos, gera emissão de gases de efeito estufa (ONU, 2025).

De acordo com Upadhyay e Alqassimi (2018), a transição de um modelo de economia linear para a economia circular demanda a integração da logística reversa, da economia de desempenho e da economia compartilhada, viabilizando a reutilização, a reciclagem, a remanufatura e a reforma de recursos. Logo a economia circular exige investimentos em tecnologia, incentivos fiscais e regulamentações que estimulem a adoção de práticas sustentáveis por empresas e indústrias.

Além disso, instrumentos econômicos e regulatórios são de extrema importância. Por meio deles, taxas de resíduos, créditos de reciclagem e incentivos fiscais têm fomentado práticas ambientalmente responsáveis. A cobrança da Taxa de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (TMR) e a criação de incentivos para cooperativas de reciclagem são exemplos de medidas que buscam estimular a responsabilidade compartilhada e a inclusão social de catadores.

A implementação das Leis de Responsabilidade Estendida do Produtor (REP), nas quais fabricantes e distribuidores são responsáveis pela destinação final dos produtos que colocam no mercado, tem sido uma medida crescente (PWC, 2025).

Outro ponto relevante foi a criação de sistemas de certificação ambiental para empresas que adotam práticas sustentáveis na gestão de resíduos sólidos. O Selo Verde, por exemplo, tem incentivado a adoção de normas e a transparência nas ações ambientais. Além disso, a rastreabilidade dos resíduos gerados e sua destinação final, por meio de plataformas digitais e relatórios públicos, tem se mostrado uma ferramenta importante na implementação de políticas de sustentabilidade e também no âmbito comercial. Como citam Gopalakrishnan, Hall e Behdad (2021), modelos de gerenciamento de resíduos sólidos baseados em blockchain podem aumentar a eficiência e a transparência no gerenciamento de resíduos, com um modelo de otimização que maximiza o lucro para empresas fornecedoras e consumidores.

A criação de fundos públicos e parcerias com instituições de ensino e centros de pesquisa também tem promovido a inovação em diversos setores, incluindo a construção civil, contribuindo para a adaptação das indústrias às novas demandas ambientais e tecnológicas. Diversos programas de educação ambiental também têm sido implementados, tanto em nível nacional quanto local, com foco na conscientização sobre os impactos dos resíduos sólidos o ambiente e a importância de sua gestão adequada.

Dessa forma, a implementação de práticas modernas de gestão de resíduos sólidos é essencial para garantir um país mais limpo, sustentável e com melhor qualidade de vida para a população. No entanto, para que isso ocorra é necessário planejamento, investimento e conscientização da sociedade, promovendo uma nova cultura de descarte responsável e valorização dos resíduos como recursos reutilizáveis.

3.5 Desafios e perspectivas

Como cita Chacón (2019), as leis ambientais apresentam dificuldades para alcançar seus objetivos, efetivar sua implementação e garantir a conformidade, desafios que podem ser superados por meio da adoção de soluções eficazes e eficientes.

A ausência de políticas de incentivo à reciclagem e a insuficiência da coleta seletiva também são fatores limitantes para o avanço na gestão dos resíduos no Brasil.

Entre os principais fatores que dificultam a expansão da coleta seletiva, estão a falta de infraestrutura adequada, ausência de planejamento integrado, escassez de recursos técnicos e financeiros, baixa conscientização da população e a informalidade predominante no setor. Além disso, muitas prefeituras enfrentam dificuldades na implantação de sistemas logísticos eficientes e na criação de programas contínuos de educação ambiental.

Para que a coleta seletiva evolua de forma significativa, é necessário o fortalecimento de políticas públicas, o incentivo a parcerias com cooperativas de catadores, investimentos em tecnologia, ampliação de pontos de coleta e maior engajamento da sociedade no processo de separação e destinação correta dos resíduos.

O uso de tecnologias emergentes, como a inteligência artificial (IA) e a biotecnologia, surge como ferramentas para melhorar a gestão dos resíduos sólidos e reduzir seus impactos ambientais. Como afirmam Akram *et al.* (2021), a tecnologia de IoT e blockchain contribuíram de forma significativa para o aprimoramento do gerenciamento de resíduos sólidos, com foco na minimização dos impactos ambientais, na melhoria da comunicação, na eficiência do consumo de energia e no monitoramento em tempo real.

A IA, por exemplo, pode ser aplicada na triagem automatizada de resíduos, tornando o processo de reciclagem mais eficiente, enquanto a biotecnologia pode auxiliar no tratamento de resíduos orgânicos e na transformação de materiais não recicláveis em novos produtos. A digitalização dos processos de monitoramento ambiental, com a implementação de sensores inteligentes, também pode contribuir significativamente para a melhoria da gestão, possibilitando o rastreamento em tempo real da geração e destinação de resíduos, além de aumentar a eficiência operacional da gestão pública e privada.

Outro aspecto importante para o futuro da gestão de resíduos sólidos é a transição para a economia circular, promovendo a redução, reutilização e reciclagem de materiais em vez do descarte.

O fortalecimento das parcerias público-privadas (PPPs) será também fundamental para viabilizar investimentos em infraestrutura moderna, como a construção de usinas de reciclagem e centros de compostagem, além de criar soluções mais sustentáveis para o tratamento dos resíduos.

De acordo com Dunmade (2018), parcerias público-privadas voltadas à reciclagem de tinta em Alberta contribuíram para a redução do impacto das mudanças climáticas em aproximadamente 8.841,11 kg de CO₂-eq por mês, além de desviar cerca de 25% dos recipientes de tinta e plásticos dos aterros sanitários. Conforme esses dados, percebe-se a importância dessas parcerias para o meio ambiente.

De acordo com Karungamye (2024), a tecnologia de conversão de resíduos em energia contribui para a diminuição do volume e da massa dos resíduos, reduz os impactos ambientais

e os riscos à saúde, além de diminuir a dependência de combustíveis fósseis em países em desenvolvimento.

Como afirma Dey (2020), a reciclagem e a compostagem desempenham um papel essencial na redução do volume de resíduos enviados para disposição final, promovendo a separação de materiais recicláveis e a destinação adequada dos resíduos orgânicos. Outro fator importante é o aproveitamento do biogás dos aterros sanitários, o qual também representa uma oportunidade para a produção de energia renovável. Essas práticas incentivam a economia circular e geram empregos em cooperativas de catadores.

Portanto, embora existam desafios consideráveis, o futuro da gestão de resíduos sólidos no Brasil e no mundo parece promissor, com o avanço de novas tecnologias, novas políticas públicas e maior conscientização da população.

4 Considerações finais

A evolução das legislações e políticas públicas tem desempenhado um papel fundamental na busca pela sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos, refletindo o crescente reconhecimento da importância de práticas ambientais responsáveis. Nos últimos anos, marcos legais significativos, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Lei de Saneamento Básico e a atualização da norma NBR 10004, têm direcionado as ações governamentais e empresariais para um gerenciamento mais eficiente e menos poluente.

No entanto, apesar dos avanços, o sucesso dessas iniciativas está diretamente ligado à implementação de uma governança eficiente, capaz de garantir a fiscalização adequada, a aplicação rigorosa das leis e a colaboração efetiva dos diferentes elos que interagem nessa cadeia.

É necessário que o setor privado se engaje de maneira mais ativa, não apenas cumprindo suas obrigações legais, mas adotando práticas proativas de redução, reutilização e reciclagem em seus processos produtivos.

Além disso, a conscientização da sociedade é um elemento-chave nesse processo, pois, sem a participação da população, as políticas públicas não conseguem alcançar seu potencial máximo. A educação ambiental, o incentivo à participação ativa e a criação de uma cultura de sustentabilidade são essenciais para engajar os cidadãos no processo de gestão de resíduos.

O alinhamento entre inovação tecnológica, regulamentação robusta e participação cidadã será, sem dúvida, determinante para assegurar uma infraestrutura de gestão de resíduos sólidos que seja tanto eficaz quanto sustentável. A integração de novas tecnologias, como a inteligência artificial, a biotecnologia e o monitoramento inteligente, poderá transformar a maneira como os resíduos são geridos, permitindo processos mais rápidos, eficientes e ecológicos.

Portanto, construir um futuro com equilíbrio entre desenvolvimento urbano e preservação ambiental exige a combinação de diversos fatores, sendo eles o aprimoramento da legislação ambiental, a evolução contínua das políticas públicas e o investimento em infraestrutura sustentável. Esses elementos são fundamentais para que as cidades se tornem espaços de crescimento, inovação e harmonia com o meio ambiente.

Contudo, cabe ressaltar que a presente análise se limita ao mapeamento do arcabouço normativo e das diretrizes teóricas vigentes, não abrangendo dados empíricos sobre a efetividade da aplicação dessas leis em municípios específicos. A disparidade regional brasileira e as dificuldades de fiscalização em tempo real constituem limitações que este estudo documental não exaure. Portanto, o avanço da área requer pesquisas futuras que avaliem o impacto prático da governança e da inovação tecnológica em diferentes contextos socioeconômicos, confrontando a teoria legal com os indicadores reais de reciclagem, destinação e disposição final dos RSU.

Assim uma gestão de resíduos sólidos mais eficiente e sustentável contribui para melhorar a qualidade de vida urbana, reduzir impactos ambientais e promover uma sociedade mais justa e consciente. A verdadeira sustentabilidade, nesse contexto, será alcançada quando governo, setor privado, sociedade civil e cidadãos assumirem, juntos, o compromisso de proteger o meio ambiente para as futuras gerações.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA IBGE. **Perfil dos municípios – Relatório MUNIC**, 2024. Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41994-munic-2023-31-9-dos-municipios-brasileiros-ainda-despejam-residuos-solidos-em-lixoes#:~:text=No%20Brasil%2C%203.364%20\(60%2C,da%20metade%20dos%20munic%C3%ADpios%20brasileiros](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41994-munic-2023-31-9-dos-municipios-brasileiros-ainda-despejam-residuos-solidos-em-lixoes#:~:text=No%20Brasil%2C%203.364%20(60%2C,da%20metade%20dos%20munic%C3%ADpios%20brasileiros.). Acesso em: 05 maio. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 187, de 19 de março de 2024. Aprova a Norma de Referência nº 7/2024 para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico, que dispõe sobre as condições gerais para a prestação direta ou mediante concessão dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos. **Diário Oficial da União**, S.1, p. 83-86, 21 mar. 2024. Disponível em: gov.br/ana. Acesso em: 04 Jul. 2025.

AKRAM, S. *et al.* Role of wireless aided technologies in the solid waste management: a comprehensive review. **Sustainability**, Basel, v. 13, n. 23, e13104, 2021. DOI: 10.3390/su132313104. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su132313104>. Acesso em: 4 jul. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 77p. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). 2025. **Panorama dos resíduos sólidos no brasil**, 2025. Disponível em: <https://www.ABREMA.org.br/panorama/>. Acesso em: 27 jan. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). 2024a **Brasil recicla apenas 4%, mas importa lixo para a indústria**. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/2024/09/19/brasil-recicla-apenas-4-mas-importa-lixo-para-a-industria>. Acesso em: 16 abr. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). 2024c **Brasil**. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 16 abr. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). 2024b. **Fim dos lixões, uma promessa reciclada**. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/2024/12/11/fim-dos-lixoes-uma-promessa-reciclada/>. Acesso em: 16 abr. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). 2023. **Política Nacional de Resíduos Sólidos completa 13 anos**. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/2024/03/04/politica-nacional-de-residuos-solidos-completa-13-anos/>. Acesso em: 16 abr. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). 2024d. **Prazo para fim dos lixões acaba, mas 121 cidades do Tocantins ainda não se adequaram à lei**. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/2024/08/06/prazo-para-fim-dos-lixoes-acaba-mas-121-cidades-do-tocantins-ainda-nao-se-adequaram-a-lei/>. Acesso em: 16 abr. 2025.

BRASIL. Decreto nº. 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasil. **Diário Oficial da União** de 12.1.2022 - Edição extra. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm. Acesso em: 16 abr. 2025.

BRASIL. Decreto nº 12.688, de 21 de outubro de 2025. Regulamenta o art. 32, § 1º, e o art. 33, § 1º, da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e institui o sistema de logística reversa de embalagens de plástico. **Diário Oficial da União** - Seção 1 - Edição Extra - A - 21/10/2025, Página 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/decreto/d12688.htm. Acesso em 20 jan. de 2026.



BRASIL. Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Presidente da República. Brasília, DF. **Diário Oficial da União** de 13.2.1998 e retificado em 17.2.1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 16 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, S. 1, Brasília, DF, 7 abr. 2005. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111107.htm. Acesso em: 28 maio. 2025.

BRASIL. Lei nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Esta Lei estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. (Atualizada pela Lei nº 14.026 de 2020). Presidente da República. Brasília, DF. **Diário Oficial da União** de 8.1.2007 e retificado em 11.1.2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 16 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Dispõe os princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. Presidente da República. Brasília, DF. **Diário Oficial da União** de 3.8.2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 16 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº. 14.026, de 15 de julho de 2020. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Presidente da República. Brasília, DF. **Diário Oficial da União** de 16.7. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 16 abr. 2025.

CHACÓN, M. O caminho para a efetividade do direito ambiental. **Sequência: estudos jurídicos e políticos**, Florianópolis, v. 40, n. 83, p. 87–95, dez. 2019. DOI: 10.5007/2177-7055.2019v41n83p87. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2177-7055.2019v41n83p87>. Acesso em: 16 abr. 2025.

DARONCH, M. N. S. Estratégia carreira jurídica. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2023. Disponível em: <https://cj.estrategia.com/porta1/politica-nacional-residuos-solidos/>. Acesso em: 16 abr. 2025.

DEBRAH, J. K.; VIDAL, D. G.; DINIS, M. A. P. Raising awareness on solid waste management through formal education for sustainability: a developing countries evidence review. **Recycling**, Basel, v. 6, n. 1, e6, 2021. DOI: 10.3390/recycling6010006. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/recycling6010006>. Acesso em: 16 abr. 2025.

DEY, S. Solid waste management. In: **CONCISE HANDBOOK OF WASTE TREATMENT TECHNOLOGIES**. Green Health, 2020. DOI: 10.4135/9781412974592.n135. Disponível em: <https://doi.org/10.4135/9781412974592.n135>. Acesso em: 16 abr. 2025.

DUARTE, P. A. Potencialidades e desafios dos consórcios intermunicipais de resíduos sólidos. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, n. 29, p. 69-83. 2023. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12176/1/BRUA_29_Artigo_6_potencialidades_e_desafios_dos_consortorios_intermunicipais.pdf. Acesso em: 28 maio 2025.

DUNMADE, I. Public-private partnership in recycling: an evaluation of its climate change impact reduction benefits. **International Journal of Engineering and Technology**, v. 7, n. 4, 2018. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.14547. Disponível em:

<https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/14547>. Acesso em: 16 abr. 2025.

EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO (EBC). IBGE: 60,5% dos municípios têm coleta seletiva. **Agência Brasil**, 2024. Disponível em:

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-11/ibge-605-dos-municipios-tem-coleta-seletiva>. Acesso em: 16 abr. 2025.

ESPER, M. W. Atualização da ABNT NBR 10004. **Blog Ambiental**, 2024. Disponível em: <https://blogambiental.com.br/atualizacao-da-abnt-nbr-10004/>. Acesso em: 16 abr. 2025.

FAKHUROZI, A.; SUHARIYANTO, T.; FAISHAL, M. Analysis of environmental impact and municipal waste management strategy: a case of the Piyungan landfill, Yogyakarta, Indonesia. **Jurnal Optimasi Sistem Industri**, v. 20, n. 1, p. 61–71, 2021. DOI: 10.25077/josi.v20.n1.p61-71.2021. Disponível em: <https://doi.org/10.25077/josi.v20.n1.p61-71.2021>. Acesso em: 16 abr. 2025.

GAMA, M. Brasil é o 8º no ranking mundial de poluidores plásticos dos mares. **Poder360**, Brasília, 21 out. 2024. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/opinia0/brasil-e-o-8o-no-ranking-mundial-de-poluidores-plasticos-dos-mares/>. Acesso em: 28 maio 2025.

GOPALAKRISHNAN, P.; HALL, J.; BEHDAD, S. Cost analysis and optimization of blockchain-based solid waste management traceability system. **Waste Management**, v. 120, p. 594–607, 2021. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.10.027. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.10.027>. Acesso em: 16 abr. 2025.

HELLER, L. Novo marco legal do saneamento vai na contramão do que se vê hoje no mundo, afirma Leo Heller. **Universidade Federal de Minas Gerais**, 2020. Disponível em: <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/novo-marco-legal-do-saneamento-vai-na-contramao-do-que-se-ve-hoje-no-mundo-afirma-leo-heller>. Acesso em: 16 abr. 2025.

KARUNGAMYE, P. Energy recovery from solid waste valorisation: environmental and economic potential for developing countries. **Scientific African**, v. 26, p. 1–14, 2024. DOI: 10.1016/j.sciaf.2024.e02402. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02402>. Acesso em: 16 abr. 2025.

MARQUES, J. Atualização na classificação de resíduos sólidos: substituição da ABNT NBR 10004. **Jaciara Marques – Advocacia**, 2025. Disponível em: <https://www.jaciaramarques.adv.br/post/atualiza%C3%A7%C3%A3o-na-classifica%C3%A7%C3%A3o-de-res%C3%ADuos-s%C3%B3lidos-substitui%C3%A7%C3%A3o-da-abnt-nbr-10004>. Acesso em: 16 abr. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Sistema Nacional de informações sobre a gestão dos resíduos sólidos (SINIR). **O que é a logística reversa**. 2025. Disponível em: <https://sinir.gov.br/perfis/logistica-reversa/logistica-reversa/>. Acesso em: 05 jun. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Logística reversa**. 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/mma-abre-consulta-publica-para-criacao-do-sistema-nacional-de-logistica-reversa>. Acesso em: 27 jan. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL (ONU). **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. 2025. Disponível: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 04 Jul. 2025.

OYEGOKE, B.; NKOMO, D.; DUBE, B. Critical interconnectedness of awareness, waste management and infrastructure in environmental discourse and practice. **International Journal of Research and Innovation in Social Science (IJRISS)**, 2024. DOI: 10.47772/IJRISS.2024.803114. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.47772/IJRISS.2024.803114>. Acesso em: 5 jun. 2025.

PWC- PRICE WATER HOUSE COOPERS. **Extended Producer Responsibility Act of 2022**, 2025. Disponível em: <https://www.pwc.com/ph/en/publications/pwc-publications/extended-producer-responsibility-act-of-2022.html>. Acesso em: 16 abr. 2025.

QIN, M.; SUN, M.; LI, J. Impact of environmental regulation policy on ecological efficiency in four major urban agglomerations in eastern China. **Ecological Indicators**, v. 130, e108002, 2021. DOI: 10.1016/j.ecolind.2021.108002. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108002>. Acesso em: 16 abr. 2025.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (SEMADESC). **MS lidera ranking nacional de estados com melhor índice de logística reversa de embalagem por habitante**. 2023. Disponível em: <https://www.semadesc.ms.gov.br/ms-lidera-ranking-nacional-de-estados-com-melhor-indice-de-logistica-reversa-de-embalagem-por-habitante/>. Acesso em: 16 abr. 2025.

UPADHAYAY, S.; ALGASSIMI, O. Transition from linear to circular economy. **Westcliff International Journal of Applied Research**, v. 2, n. 2, 2018. DOI: 10.47670/wuwijar201822oasu. Disponível em: <https://doi.org/10.47670/wuwijar201822oasu>. Acesso em: 16 abr. 2025.