

GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS NO BRASIL

Roberta Leonor Barros Bezerra

O aterro sanitário consiste em uma obra de engenharia que aplica técnicas especializadas, como a impermeabilização prévia do terreno e a instalação de sistemas para coleta e tratamento de lixiviado e biogás, mediante um monitoramento ambiental e geotécnico da área. Essa infraestrutura desempenha um papel fundamental na gestão sustentável de resíduos sólidos com o objetivo de garantir a contenção e o tratamento adequado desses materiais, contribuindo para a minimização dos impactos ambientais associados à sua disposição final (Guzmán, 2020).

Conforme Guzmán (2020), o funcionamento do aterro sanitário baseia-se em um sistema estruturado para receber e compactar os resíduos sólidos urbanos em camadas contínuas, em que cada camada é recoberta com terra ou material equivalente, visando isolar os resíduos, controlar odores e impedir a proliferação de vetores de doenças infecciosas, garantindo, assim, maior segurança ambiental e sanitária.

Para que a implantação de aterros sanitários ocorra em locais seguros ao meio ambiente, e resguardem a saúde pública, essa infraestrutura deve estar alinhada aos princípios do desenvolvimento sustentável estabelecidos pela Lei Federal nº 12.305/2010. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em seu artigo 54, regulamenta os prazos e condições para a correta destinação final dos rejeitos pelos municípios brasileiros, além de prever exceções e alternativas viáveis para situações específicas (Brasil, 2010).

A legislação, promulgada em agosto de 2010, dispõe que até 31 de dezembro de 2020, todos os municípios devem implementar sistemas apropriados para disposição dos resíduos produzidos pelas comunidades locais. Esse dispositivo visa assegurar uma transição gradual e adaptada às particularidades de cada município, considerando diferenças em termos de capacidade econômica, demográfica e técnica (Brasil, 2010).

Diante dessas limitações financeiras e geográficas, a PNRS dispõe sobre a possibilidade de prorrogação dos prazos para implementação aos municípios que possuem mecanismos fiscais para gestão de resíduos sólidos, mas que, ainda assim, enfrentam dificuldades para instalação dos aterros sanitários. Assim, conforme disposto na norma, as capitais e as regiões metropolitanas têm prazo até agosto de 2021 para adequação. Para os municípios com mais de 100.000 habitantes, entre 50.000 e 100.000 habitantes, e com menos

de 50.000 habitantes, os prazos definidos são, respectivamente, agosto de 2022, 2023 e 2024, para a inclusão de aterros sanitários no sistema de limpeza urbana (Brasil, 2010).

A Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA), por meio de uma pesquisa fundamentada no Censo Demográfico de 2022, cujos dados fornecem subsídios confiáveis para ajustes em estimativas e projeções socioeconômicas, elaborou o relatório intitulado “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023”.

Este estudo tem como foco a análise do cenário dos resíduos sólidos em todo o território nacional, abordando questões relacionadas à geração, manejo e disposição final. Nesse viés, a ABREMA (2023) destacou informações relevantes sobre as regiões brasileiras que realizam o descarte adequado de resíduos sólidos em aterros sanitários, evidenciando práticas alinhadas às normas ambientais vigentes:

No Brasil, estima-se que 61% dos RSU coletados em 2022 foram encaminhados para aterros sanitários, correspondendo a 43,8 milhões de toneladas de resíduos. O Sudeste e o Sul enviaram mais de 70% dos RSU coletados para aterros sanitários, apresentando índices melhores que a média nacional. Das outras regiões, todas com desempenho abaixo da média nacional, Norte e Nordeste, enviaram somente 37% dos resíduos coletados para uma destinação final ambientalmente adequada. Áreas de disposição inadequada receberam cerca de 39% do total de resíduos coletados em 2022 no Brasil e estão presentes em todas as regiões do país (ABREMA, 2023, p. 26).

Após a promulgação da PNRS, é nítido que o Brasil avançou na implementação desses locais de descarte, promovendo melhorias na gestão ambiental dos resíduos sólidos urbanos. No entanto, observa-se que a maioria desses municípios ainda enfrenta dificuldades para realizar esse descarte de forma correta, em grande parte devido a limitações econômicas que comprometem a manutenção e operação dos aterros sanitários (Medeiros *et al*, 2022).

Nesse contexto, Medeiros *et al.* (2022) destaca a situação da região sertaneja da Paraíba, evidenciando os desafios enfrentados pelos municípios locais no cumprimento das diretrizes determinadas pela PNRS:

No Estado da Paraíba, de acordo com o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba (PGIRS-PB), a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é executada de modo incipiente (...) 91% dos municípios paraibanos dispõem seus RSU de forma inadequada em lixões (...). Diante deste cenário, os aterros sanitários constituem uma alternativa ambientalmente correta para a disposição final de resíduos sólidos. No entanto, faz-se necessário a seleção apropriada da área que se deseja implantar o referido aterro, devendo, aliado a isso, serem realizados diversos estudos, observando os critérios técnicos, ambientais e econômicos (Medeiros *et al*, 2022, p. 2).

Assim, os desafios enfrentados pelos municípios na implantação de aterros sanitários não se restringem apenas às especificações financeiras, sendo igualmente relevantes as

questões demográficas. De acordo com a Resolução CONAMA nº 01/1990, esse tipo de empreendimento é classificado como modificador do meio ambiente, exigindo, para sua instalação e operação, a elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que será analisado pelo órgão licenciador competente (Brasil, 1990).

À vista disso, a ABNT NBR 13.896/97 define os parâmetros normativos para o planejamento, instituição e operação de aterros destinados à disposição de resíduos não perigosos. Esta norma abrange aspectos técnicos e ambientais, com o objetivo de garantir que a área selecionada seja segura, economicamente viável e socialmente aceitável (Brasil, 1997).

Segundo Monteiro (2001), o Manual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (MGIRS) sugere que as áreas destinadas à instalação de aterros sanitários sejam preferencialmente de uso rural ou industrial, evitando conflitos com áreas de preservação ambiental, conforme as diretrizes da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU).

Recomenda-se que o aterro esteja localizado a, no mínimo, 200 metros de coleções hídricas ou cursos d'água e 500 metros de núcleos populacionais, pois áreas suscetíveis a inundações, com lençol freático situadas a menos de 1,5 metros da superfície ou que não estejam em conformidade com as normas de uso e ocupação do solo são consideradas inaptas para a implantação de aterros sanitários (Brasil, 1997).

Acerca da relevância das características físicas e geológicas do terreno na seleção de áreas adequadas para a instalação de aterros sanitários, os aspectos como a topografia, que influenciam diretamente na estabilidade da área, e a geologia, relacionados à composição e estrutura das camadas do subsolo, são essenciais para avaliar a capacidade do local de conter infiltrações futuras e garantir a minimização de riscos ambientais associados a este empreendimento (Brasil, 1997).

Além disso, ressalta-se a importância de que o subsolo apresente materiais de baixa permeabilidade, com coeficiente inferior a 10^{-6} cm/s, garantindo que o solo seja altamente impermeável para impedir a rápida percolação de líquidos gerados pelos resíduos, evitando, assim, uma contaminação ambiental (Brasil, 1997).

A MGIRS ainda enfatiza a importância da distância mínima entre o local de implantação de um aterro sanitário e rodovias seja de 100 metros. Essa orientação justifica-se pela necessidade de evitar a abertura de novos acessos, pois, assim, a proximidade com rodovias já existentes torna a área mais adequada, contribuindo para a redução dos custos logísticos associados ao transporte. Consequentemente, quanto menor a distância entre o

aterro e a rodovia, maior será a conquista da área para a instalação do aterro (Medeiros *et al*, 2022).

De acordo com Guzmán (2022), o processo de seleção de áreas adequadas para a destinação de resíduos pode ser aprimorado com o uso de geotecnologias. Essas ferramentas permitem a coleta, o processamento, a manipulação, o trato e a apresentação de dados georreferenciados, através de técnicas avançadas de Sensoriamento Remoto (SR)¹, Sistemas de Informações Geográficas (SIG)² e Sistema de Posicionamento Global (GPS)³, promovendo a sustentabilidade e a eficiência no manejo de resíduos sólidos.

Ressalta-se que esses estudos tecnológicos devem ser desenvolvidos em conformidade com os dispositivos legais vigentes, atendendo aos critérios e diretrizes estabelecidas pelo órgão licenciador competente, cabendo-lhe a análise e avaliação da previsão ambiental do aterro sanitário, bem como a emissão da licença necessária para implementação dessas infraestruturas de descarte de resíduos (Medeiros *et al*, 2022).

O processo de licenciamento ambiental para a instalação de um aterro sanitário é dividido em três etapas principais, regulamentado pela Resolução CONAMA nº 237/1997, visando garantir a gestão eficaz desse local projetado para receber e tratar os resíduos sólidos:

I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação (Brasil, 1997).

Dessa forma, o processo de licenciamento ambiental é essencial para reduzir riscos de contaminação ambiental ao estabelecer um monitoramento contínuo das operações, incluindo a inspeção de infraestrutura, o controle de emissões atmosféricas e a verificação da qualidade do solo e das águas subterrâneas (Brasil, 1997).

O modelo de gestão adotado pela PNRS baseia-se na descentralização das políticas públicas, incumbindo às administrações municipais a responsabilidade pela gestão dos

¹O Sensoriamento Remoto permite a obtenção de imagens de satélite que auxiliam na análise de características do terreno, como declividade, cobertura vegetal e proximidade de corpos hídricos (Câmara *et al*, 2004).

²O SIG, por sua vez, integra e analisa diferentes camadas de informações georreferenciadas, possibilitando a sobreposição de dados como geologia, hidrografia, áreas urbanas e zoneamento ambiental (Bertotti, 2016).

³O GPS, em contrapartida, é utilizado para realizar levantamentos de campo precisos, permitindo mapear com exatidão os limites das áreas propostas e validar as informações obtidas por outras ferramentas (Bertotti, 2016).

resíduos gerados em seus respectivos territórios. Contudo, embora os aterros sanitários representem uma solução, sua gestão pode ser desafiadora para os municípios, considerando que uma gestão funcional exige um planejamento urbano rigoroso, tendo como foco a diminuição de impactos econômicos, sanitários e ecológicos (Andrade, 2021).

Diante dessa circunstância, Viana (2023) desenvolveu uma pesquisa acadêmica que investiga a relação entre as esferas públicas e privadas no setor das atividades de limpeza urbana, enfatizando os impactos diretos na gestão dos resíduos sólidos e os benefícios socioeconômicos gerados:

Atualmente, as empresas privadas já são predominantes, em relação às públicas, nas atividades ligadas à limpeza urbana. De acordo com a ABRELPE (2020), em 2018, as empresas privadas eram responsáveis por 191.384 empregos (57,6%) vinculados à limpeza urbana, enquanto as empresas públicas detinham 140.758 empregos (42,4%). No Nordeste, a proporção de empregos no setor privado era ainda maior, de 66,1% (63.869 empregos), estando os demais 33,9% (32.662 empregos) vinculados a empresas públicas. Essa proporção em termos da quantidade de empregos não se reflete na quantidade de recursos movimentados no setor. No Nordeste, por exemplo, o mercado de limpeza urbana movimentou R\$6,2 bilhões em 2018, sendo que, desse total, R\$4,9 bilhões (79,0%) referem-se ao setor privado, e apenas R\$1,3 bilhão (21,0%) referem-se ao setor público (Viana, 2021, p. 10).

O estudo destaca como a disparidade entre as esferas pública e privada ilustra não apenas a maior capacidade operacional das empresas privadas, mas sua importância estratégica para a sustentabilidade econômica do setor. A integração entre os setores, portanto, pode contribuir para a eficiência operacional e financeira dessas atividades, além de proporcionar melhorias na qualidade dos serviços oferecidos (Viana, 2021).

Viana (2021) procura destacar a predominância de empresas privadas nas atividades relacionadas à limpeza urbana, tanto em termos de geração de empregos quanto de entrega financeira, em comparação às empresas públicas. Diante dessa realidade, a legislação brasileira criou mecanismos para viabilizar a formalização de parcerias público-privadas (PPPs), com o objetivo de promover a colaboração entre municípios e empresas particulares na prestação de serviços de forma mais eficiente.

Essas parcerias permitem que os municípios desfrutem das técnicas e capacidade de investimento do setor privado, enquanto mantêm a regulação dos serviços de acordo com as necessidades e particularidades locais. Assim, a possibilidade de contratação de empresas privadas possibilita a utilização de estruturas compartilhadas e unificadas, como aterros sanitários e estações de tratamento de resíduos (Viana, 2021).

Nesse contexto, a formação de consórcios intermunicipais torna-se uma alternativa vantajosa, pois amplia a atratividade para empresas privadas e garante a prestação de serviços

de saneamento de maneira eficiente, acessível e sustentável para toda a população abrangida pela região. Salienta-se ainda que a implementação das diretrizes determinadas pela PNRS exige uma cooperação integrada entre os governos, o setor privado e a sociedade, promovendo uma gestão compartilhada e consciente dos resíduos (Viana, 2021).

Torna-se evidente, portanto, a necessidade de que os municípios adotem soluções tecnológicas e operacionais que assegurem a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos, uma vez que a implementação de políticas públicas específicas, associada à participação ativa dos cidadãos e das empresas, é essencial para o fortalecimento do desenvolvimento sustentável, garantindo a preservação ambiental e a qualidade de vida para as futuras gerações (Viana, 2021).

Em síntese, o engajamento das populações locais e a implementação de políticas públicas são elementos essenciais para mitigar os impactos socioambientais negativos decorrentes dos aterros sanitários ao promover uma convivência agradável com as comunidades do entorno, que, por muitas vezes, torna-se rentável ao proporcionar oportunidades de emprego (Carvalho, 2021).

A promoção do diálogo, a transparência nas ações e o investimento em educação ambiental são estratégias indispensáveis para conscientizar a população sobre os desafios e benefícios desses locais de descarte, garantindo sua participação ativa no processo de gestão e tomada de decisões. Esse enfoque colaborativo não apenas fortalece a relação entre os aterros e as comunidades, como contribui para o desenvolvimento de soluções que equilibrem a preservação ambiental com as necessidades socioeconômicas, assegurando um futuro ambiental para as gerações seguintes (Carvalho, 2021).

REFERÊNCIAS

ABREMA. Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023. ABREMA. Diretor Presidente: Pedro Maranhão, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 18 nov. 2024.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR. 13896: Aterros de resíduos não perigosos-Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <https://engcivil20142.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/04/nbr-13896-aterros-de-resc3adduos-nc3a3o-perigosos.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2024.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR. 10.157: Aterros de Resíduos Perigosos–Critérios para Projeto, Construção e Operação. Rio de Janeiro, 1987. Disponível em: <https://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/NBR-10157-87-Aterro.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2024.

ANDRADE, Tainá Pereira Matos. **Levantamento Dos Aterros Sanitários Licenciados Na Paraíba.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), João Pessoa - PB, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1866>. Acesso em: 20 nov. 2024.

BERTOTTI, Luiz Gilberto. **Geotecnologias aplicadas à análise ambiental.** Unicentro - Paraná, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unicentro.br:8080/jspui/handle/123456789/963>. Acesso em: 19 nov. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Diário Oficial da União, Brasília: DF, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 15 nov. 2024.

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 01, de 08 de março de 1990. **Dispõe sobre níveis excessivos de ruído incluídos os sujeitos ao controle da poluição de meio ambiente.** Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em: 18 nov. 20224.

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.** Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237. Acesso em: 19 nov. 2024.

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel; DRUCK, Suzana; CARVALHO, Marilia Sá. Análise espacial e geoprocessamento. Análise espacial de dados geográficos. Brasília: **EMBRAPA**, p. 21-54, 2004. Disponível em: <https://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/analise/cap1.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.

CARVALHO, Maria Laudecy Ferreira de. Os impactos e conflitos socioambientais decorrentes do processo de instalação e operacionalização do Aterro Sanitário ASMOC e da usina GNR Fortaleza Valorização de Biogás Ltda de Caucaia/Ceará/Brasil: uma análise pelo

prisma da ecologia política. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa - PB, 2021. Disponível em:
https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/21858/1/MariaLaudecyFerreiraDeCarvalho_Tese.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

GUZMÁN, Júlia Rodrigues. **Proposição de diretrizes para a Avaliação de Impacto Ambiental de aterros sanitários no Brasil.** Projeto de Graduação. Escola Politécnica (UFRJ), Rio de Janeiro - RJ, 2020. Disponível em:
<https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/14221>. Acesso em: 15 nov. 2024.

MEDEIROS, José Ludemario da Silva; PAIVA, Wiliam de; SILVA, Tássio Jordan Rodrigues Dantas de; NASCIMENTO, Maxsuel Bezerra do; CEZÁRIO, Janaína Aparecida; CARREIRO, Daniele de Almeida; SANTOS, Laércio Leal dos. IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS A IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS ENTRE MUNICÍPIOS DO SERTÃO NO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL. **Revista AIDIS**, vol. 15, no. 3, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2022.15.3.81177>. Acesso em: 18 nov. 2024.

MONTEIRO, José Henrique Penido. GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS: Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. **IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal**, Rio de Janeiro, 2001, 204 pp.

SZIGETHY, Leonardo; ANTENOR, Samuel Antenor. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 18 nov. 2024.

VIANA, Fernando Luiz Emerenciano. Economia circular e gestão de resíduos sólidos: perspectivas para o brasil e o nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 52, n. 1, p. 9-25, 2021.