



MAPEAMENTO DE ATERROS SANITÁRIOS E LIXÕES NO NORDESTE BRASILEIRO

Bianca Rodrigues Santos

Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, UNIVASF, Juazeiro, Bahia, Brasil

e-mail: biancarssantos5@gmail.com

Guilherme Henrique de Lima Freitas

Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UNIVASF, Juazeiro, Bahia, Brasil

e-mail: guilherme.henriquefreitas@discente.univasf.edu.br

Igor Emanuel Guariroba Amorim

Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UNIVASF, Juazeiro, Bahia, Brasil

e-mail: igor.guariroba@discente.univasf.edu.br

Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

Docente do colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, UNIVASF, Juazeiro, Bahia, Brasil

miriam.cleide@univasf.edu.br

Resumo: Este estudo aborda o mapeamento acerca da disposição de resíduos sólidos no nordeste brasileiro, com foco na discussão dos impactos ambientais resultantes da disposição inadequada dos resíduos sólidos em lixões e aterros controlados. A pesquisa visa mapear a localização de aterros e lixões no Brasil, com enfoque na região Nordeste, utilizando ferramentas de geoprocessamento para identificar áreas de risco. Para isso, utilizou-se dados provenientes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNISA) e técnicas de geoprocessamento por meio do software Quantum GIS (QGIS), com critérios baseados nas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para avaliação da conformidade das instalações. Os resultados evidenciam que 61% dos lixões do país estão concentrados no Nordeste, enquanto a região Sudeste destaca-se pela maior proporção de aterros sanitários em operação. Observou-se ainda que, diversas instalações no nordeste encontram-se em áreas inadequadas, como centros urbanos e unidades de conservação. Este panorama demonstra a necessidade de melhorias na gestão de resíduos sólidos para mitigar os impactos ambientais associados à disposição inadequada, especialmente nessas áreas.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos, Impacto Ambiental, Lixão, Aterro.

1. Introdução

De acordo com o último censo demográfico realizado em 2022, o Brasil possui cerca de 203 milhões de habitantes (IBGE, 2022). O crescimento populacional acarreta um aumento na geração de resíduos, fazendo-se fundamental a gestão dos resíduos sólidos urbanos. Este desafio é particularmente fundamental na região Nordeste, onde a infraestrutura do setor é frequentemente insuficiente, resultando em significativos impactos ambientais e de saúde pública (BRASIL, 2022).



Os lixões, ou vazadouros a céu aberto, recebem resíduos sem qualquer controle ambiental ou sanitário, contaminando o solo e as águas superficiais e subterrâneas, além de representarem riscos significativos à saúde pública. A ausência de técnicas de disposição adequadas para prevenir a lixiviação de substâncias poluentes e a emissão de gases tóxicos é uma característica comum nesses locais (Costa et al., 2016; Gomes et al., 2019). Estudos recentes confirmam que a disposição inadequada de resíduos gera graves impactos ambientais, incluindo a degradação de áreas e a emissão de gases poluentes (MMA, 2020).

Por outro lado, os aterros controlados oferecem algum nível de controle ambiental, mas ainda carecem de impermeabilização de base e sistemas de tratamento de lixiviados necessários para evitar a contaminação (Kikuchi, 2021). Em contraste, os aterros sanitários utilizam barreiras impermeáveis e sistemas de controle de gases e efluentes para minimizar impactos ambientais e riscos à saúde pública (PROSAB, 2002; Moreira e Braga, 2009).

O Novo Marco Legal do Saneamento (Lei Nº 14.026/2020) estabelece diretrizes essenciais para a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, garantindo uma destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2020). Este estudo tem como objetivo analisar a distribuição geográfica de aterros sanitários e lixões no Brasil, com ênfase na região Nordeste, por meio de técnicas de geoprocessamento e análise de mapas, de acordo com as legislações e normas vigentes.

2. Metodologia

2.1 Mapeamento da Distribuição Nacional das Instalações

Foram coletados dados quantitativos de aterros sanitários, aterros controlados, lixões, aterros de resíduos inertes e no Brasil a partir dos dados disponibilizados pelo Mapa de Gestão de Resíduos Sólidos na camada sobre Destinação da base do Sistema Nacional de informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR, 2019). Em seguida, esses dados foram compilados e organizados em planilhas por meio do programa computacional LibreOffice Calc versão 24.2.3.2. no qual os gráficos foram elaborados.

2.2. Localização das Instalações de Disposição Final de Resíduos Sólidos

Para localizar as instalações destinadas a disposição final de resíduos sólidos foi utilizado o Google Maps como ferramenta inicial de identificação, pesquisando-se as instalações de destinação de resíduos nas capitais do Nordeste e nas cidades de Petrolina e Juazeiro, utilizando posteriormente, o software de geoprocessamento QGIS, versão 3.16.9, com a instalação do complemento HCMGIS, que oferece imagens de satélite de alta resolução.

Na etapa de pré-processamento, foram realizados os downloads das camadas em formato shapefile e o levantamento das localizações dos aterros sanitários, utilizando como referência os dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SNISA). Em seguida, as localizações dos aterros foram incorporadas ao software QGIS, com uma verificação final realizada por meio de pesquisa confirmatória no Google Maps.



A metodologia adotada esquematiza-se conforme Figura 1.

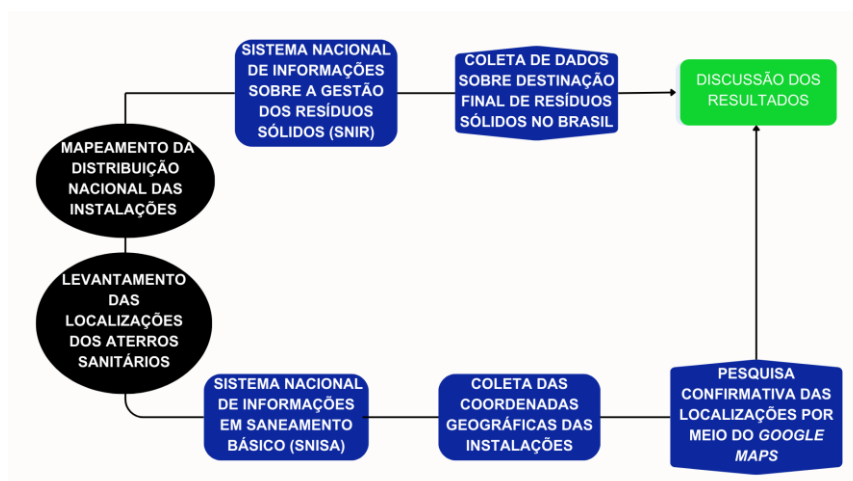


Figura 1. Fluxograma da 1ª etapa da metodologia: mapeamento da distribuição nacional das instalações e levantamento das localizações dos aterros sanitários.

Fonte: Autores, 2024.

3.3. Elaboração de mapas

Para a elaboração dos mapas, foram baixadas as seguintes camadas vetoriais: limites dos municípios (IBGE), zonas UTM, cursos d'água do Brasil (ANA - 2017), áreas urbanas (ANA - 2009) e unidades de conservação (Governo Federal - 2024).

Por meio do posicionamento dos aterros sanitários determinados, foram aplicados critérios específicos para a localização adequada das instalações, conforme a NBR 13.896/1997 (BRASIL, 1997). Os critérios analisados foram: distanciamento mínimo de 200 metros de qualquer corpo hídrico ou curso de água; afastamento superior a 500 metros de núcleos populacionais; e restrições de implantação dentro de Áreas de Preservação Ambiental (APA).

Esses critérios estão em conformidade com as normas da ABNT, incluindo a NBR 10.157/1987, que trata de aterros de resíduos perigosos – critérios para projeto, construção e operação, e a NBR 15.849/2010, que estabelece diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários. Ambas atendem aos mesmos critérios utilizados na NBR 13.896/1997.

3. Resultados e Discussões

Mapeamento da Distribuição Nacional das Instalações

A Figura 2 representa dados de unidades de disposição final de resíduos em função das cinco regiões brasileiras (Sul, Sudeste, Norte, Nordeste e Centro-oeste). Nota-se que o Nordeste possui um quantitativo considerável de lixões, representando um percentual de 61% (622



lixões) em relação às demais regiões. Por outro lado, o Centro-oeste e o Norte possuem números também significativos de 20% (201 lixões) e 16% (161 lixões) nessa ordem.

Sob outra perspectiva, acerca dos aterros sanitários, percebe-se que o Sudeste detém 46% (252 aterros sanitários), destacando-se pela maior quantidade de aterros sanitários, seguida da região Sul com 36% (195 aterros sanitários).

O Sudeste também dispõe do maior percentual de aterros controlados, com 34% (104 aterros controlados), seguido do Nordeste com 26% (80 aterros controlados). Esses dados demonstram um bom indício em relação à disposição final de resíduos sólidos no Brasil, visto que o aterro controlado é uma transição para o aterro sanitário, sendo solução intermediária entre lixão e aterro sanitário (Loureiro et al., 2019).

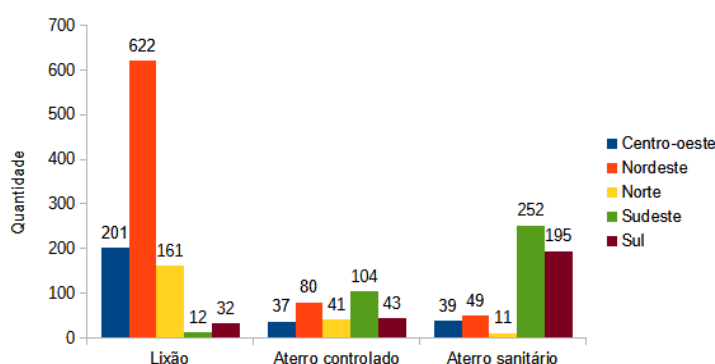


Figura 2. Quantidade de tipos de unidades de disposição final de resíduos nas regiões Sul, Sudeste, Norte, Nordeste e Centro-oeste do Brasil.

Fonte: Autores, 2024. Dados extraídos do SNIR (2019).

Notoriamente, afirma-se que o estado da Bahia possui o maior número de lixões de toda a região Nordeste, representando 28% (176 lixões), seguidos do estado da Paraíba e Ceará com 16% (101 lixões) e 13% (82 lixões) respectivamente. Consoante o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) 2021, o estado da Bahia é um dos que possui menor Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), o qual se posiciona em 22º entre os demais estados brasileiros.

Além disso, possuem a maior quantidade de aterros sanitários nos estados da Bahia, Pernambuco e da Paraíba, sendo que esses três estados detêm 71% dos aterros sanitários localizados em todo o Nordeste. Por fim, os estados da Bahia, Piauí, Pernambuco, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte dispõem de 91% (73 aterros controlados) do Nordeste brasileiro, destacando-se a Bahia e o Piauí com 21 e 17 aterros controlados respectivamente (Figura 3).

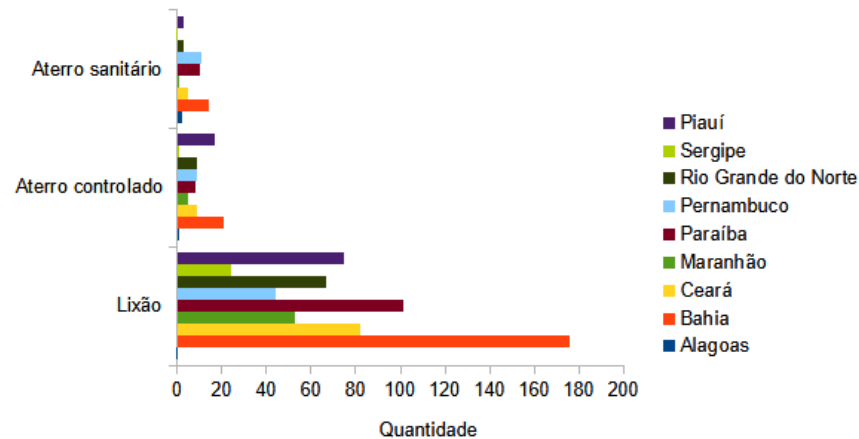


Figura 3. Quantidade de tipos de unidades de disposição final de resíduos de acordo com os estados da região Nordeste do Brasil.

Fonte: Autores, 2024. Dados extraídos do SNIR (2019).

Localização das Instalação de Disposição Final de Resíduos Sólidos

Os dados disponíveis permitiram identificar resultados significativos, incluindo a localização de aterros sanitários dentro de Áreas de Proteção Ambiental (APA) e em áreas urbanas. Além disso, não foram encontradas as coordenadas dos aterros sanitários nas capitais do Nordeste, bem como em Petrolina-PE e Juazeiro-BA, através da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2022. Para contornar essa limitação, foi utilizado o Google Maps para demarcar a localização dos aterros, possibilitando assim a análise das áreas de influência.

Com essa abordagem, foi possível obter informações detalhadas sobre os aterros sanitários nas seguintes localidades: Aracaju-SE, Recife-PE e Natal-RN. Os resultados destacam que o aterro sanitário de Aracaju, situado no município de Rosário do Catete, foi interditado em março de 2023 pela Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA).

Na cidade de Aracaju-SE não há disponibilidade de área para se implantar um aterro sanitário, bem como há um alto grau de restrição em municípios limítrofes, partindo da faixa litorânea do consórcio até uma distância de aproximadamente 15 km em linha reta (PIRS, 2016, p. 157).

Sobre a disposição de resíduos sólidos em Recife-PE:

Recife dispõe seus resíduos no Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) de Candeias, o qual está localizado em Jaboatão dos Guararapes. Além de resíduos urbanos, recebe resíduos de construções e demolições. A unidade opera durante 24 horas, com recebimento de 3.500 a 4.000 t/dia de resíduos (PRS, 2018, p. 24).

Verificou-se por meio do software QGIS, que o aterro sanitário de Natal-RN está situado no município de Ceará Mirim. Esta informação é confirmada pelo Plano Estadual de Gestão



Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte (PEGIRS), que identifica o aterro neste município. O PEGIRS é um dos planos de resíduos sólidos que permitem aos municípios acessar recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, conforme estabelecido na Lei N°12.305/2010 (PEGIRS, 2012).

Evidencia-se que o aterro sanitário de São Luís-MA está localizado dentro de uma área proibida, de acordo com o Artigo 4º da Resolução 404/2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que proíbe a instalação de aterros sanitários em unidades de conservação (CONAMA, 2008). Segundo dados vetoriais de 2024 do Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC), o aterro está situado na Área de Proteção Ambiental (APA) de Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças, uma unidade de conservação de âmbito federal (Figura 4). A disposição irregular e mal planejada de resíduos sólidos em aterro sanitário localizado em Unidades de Conservação pode causar impactos negativos, afetando a biodiversidade e recursos naturais (Leite e Bongiovanni, 2014).

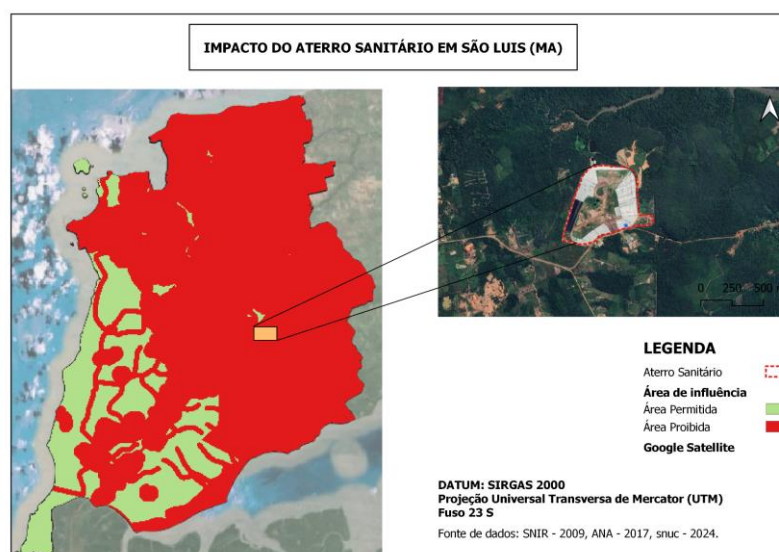


Figura 4. Localização do aterro sanitário de São Luís-MA.

Fonte: Autores, 2024.

O aterro sanitário de Salvador-BA está localizado dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) JOANES-IPITANGA conforme a Figura 5. Esta APA é de responsabilidade estadual segundo os dados vetoriais do Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC). A informação é confirmada pelo Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Salvador (2012), onde menciona que este aterro está situado em uma APA com uma área aproximada de 250 hectares e possui uma capacidade de cerca de 18.000.000 m³.

O aterro recebe aproximadamente 92% dos resíduos sólidos domiciliares provenientes de Salvador, 7% de Lauro de Freitas e 1% de Simões Filho. Ademais, todo o chorume gerado nesta unidade é coletado e transportado para tratamento e disposição final na Empresa de Proteção Ambiental (CETREL) localizada em Camaçari-BA.



Workshop Internacional

SUSTENTARE & WIPIS 2024

Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

www.sustentarewipis.com.br

18 a 22

de novembro

Transmissão online • Evento gratuito

Realização




Apoio Institucional



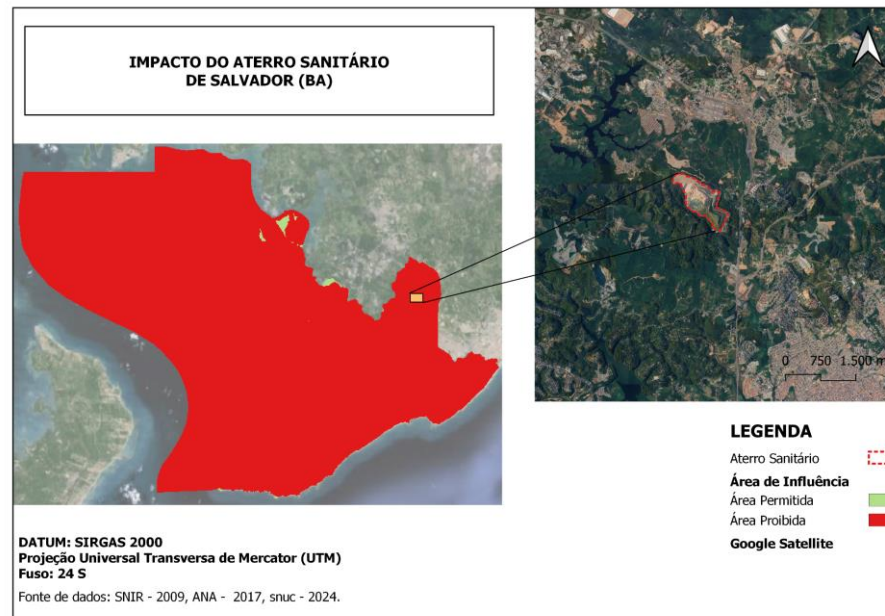



Figura 5. Localização do aterro sanitário de Salvador-BA.

Fonte: Autores, 2024.

Observando-se a Figura 6 percebe-se que a cidade de Maceió dispõe os resíduos sólidos urbanos em uma área não permitida. De acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIR, 2009), o aterro está localizado dentro do centro urbano da cidade. Isso contraria as diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 404/2008 e pela Instrução Normativa nº 008/2021, que dispõe sobre critérios locacionais para o licenciamento ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos não perigosos, exigindo uma distância mínima de 500 metros de núcleos populacionais.

Por outro lado, o mau cheiro gerado pelos depósitos de resíduos sólidos é um transtorno significativo para os moradores próximos, podendo diminuir o valor dos imóveis na região e afetar negativamente o comércio local (Contrera et al., 2018). Ainda, é importante ressaltar que a Constituição Federal de 1988, no Artigo 225, estabelece que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1998).

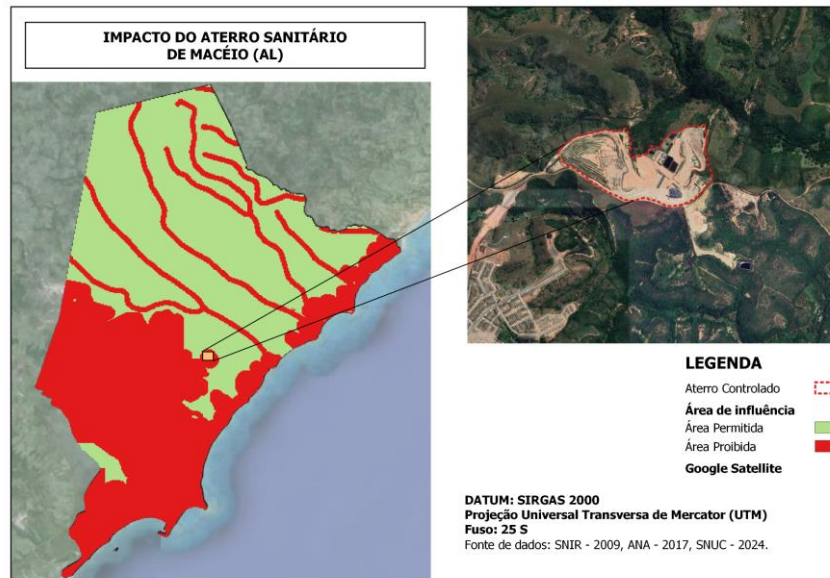


Figura 6. Localização do aterro sanitário de Maceió-AL.

Fonte: Autores, 2024.

Percebe-se que o aterro sanitário de João Pessoa está em conformidade com todos os critérios locacionais, não apresentando nenhuma irregularidade (Figura 7). No entanto, conforme o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba (PERSPB, 2014), 91% dos municípios do estado dispõem seus resíduos de forma inadequada, utilizando vazadouros a céu aberto sem técnicas específicas ou medidas de proteção ao meio ambiente e à saúde pública. Isso resulta, inevitavelmente, na contaminação do solo, dos recursos hídricos e do ar, além de impactar negativamente a saúde pública. Como cita Oliveira (2016), tais impactos causados pelos lixões, apresentam diversos problemas que afetam diretamente o meio físico (poluição do solo); o meio biótico (redução da biota do solo) e o meio antrópico (poluição visual).

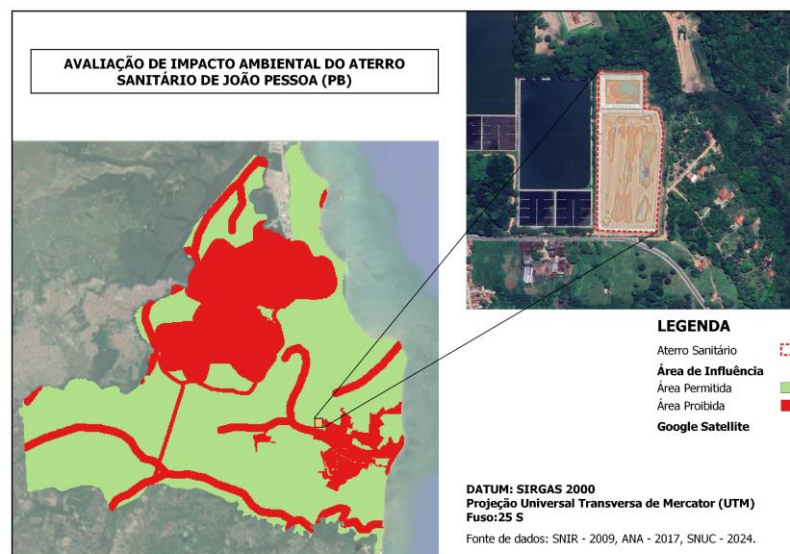


Figura 7. Localização do aterro sanitário de João Pessoa-PB.

Fonte: Autores, 2024.



Pesquisas sobre a localização do aterro sanitário em Fortaleza-CE revelaram a ausência de tal instalação até meados de 1998. Nesse período, os resíduos gerados em Fortaleza eram descartados no lixão do Jangurussu. A partir de pressões do Ministério Público e com o apoio do Projeto Sanear, financiado pelo Banco Mundial, a disposição dos resíduos passou a ser realizada de maneira adequada no Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC) (PERSCE, 2015).

Conforme ilustrado na Figura 8, o aterro sanitário de Petrolina-PE não apresentou nenhuma irregularidade, segundo o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA de Petrolina, visto que esse se encontra em uma área rural no Distrito de Curral Queimado, localizada no KM-20 da BR-407, na margem direita da rodovia, após o projeto de irrigação Nilo Coelho. Assim, a área adquirida pela Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTR) possui 74,47 hectares e está situada a cerca de 22 km do centro urbano de Petrolina.

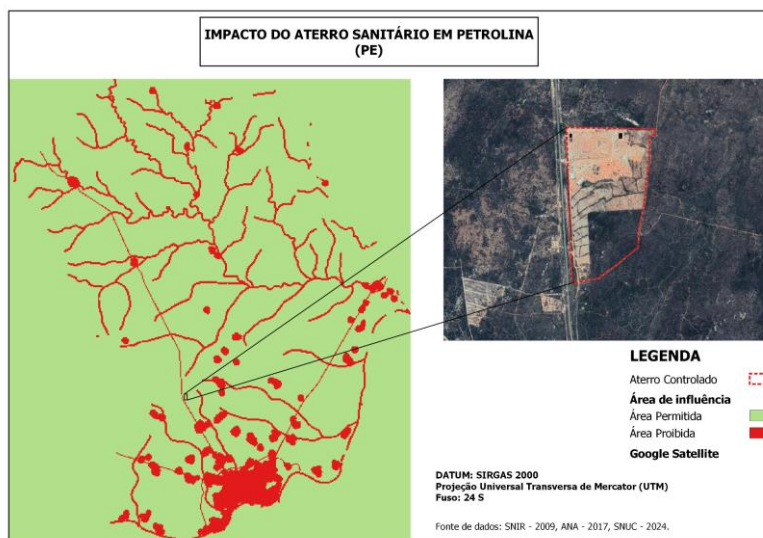


Figura 8. Localização do aterro sanitário de Petrolina-PE.
Fonte: Autores, 2024.

O aterro sanitário de Juazeiro-BA encontra-se em conformidade legal segundo os critérios locacionais estabelecidos pela NBR 13896/1997, que dispõe sobre critérios para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos (Figura 9).



Workshop Internacional

SUSTENTARE & WIPIS 2024

Sustentabilidade, Indicadores
e Gestão de Recursos Hídricos

www.sustentarewipis.com.br

18 a 22

de novembro

Transmissão online • Evento gratuito

Realização




Apoio Institucional



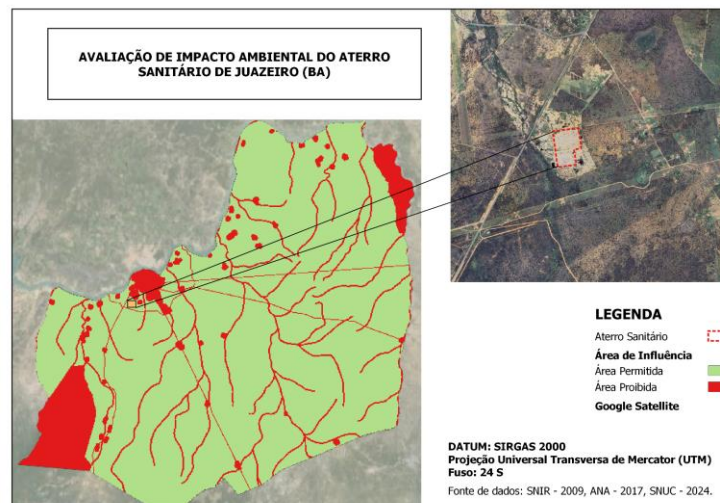



Figura 9. Localização do aterro sanitário de Juazeiro-BA.
Fonte: Autores, 2024.

4. Conclusões

O estudo demonstra uma alta prevalência de lixões e aterros sanitários localizados no Nordeste, frequentemente situados em áreas urbanas e de conservação, em desacordo com normas ambientais como a Resolução CONAMA 404/2008. Esses resultados ressaltam a necessidade de alternativas sustentáveis, como o uso de biossólidos, compostagem e coleta seletiva, além de políticas públicas eficazes que promovam uma gestão de resíduos responsável. Recomenda-se a realização de novos estudos que explorem técnicas de recuperação de áreas degradadas pelos danos causados pela disposição inadequada.

5. Agradecimentos

À Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) pelo apoio institucional.

7. Referências bibliográficas

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Dados abertos. Brasília-DF: ANA, Disponível em: <https://dadosabertos.ana.gov.br/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 8.849/1985: Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos: Rio de Janeiro: ABNT, 1985. 9 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 13.896/1997: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação: Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 9 p.



ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 10.157/1987: Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação - Procedimento: Rio de Janeiro: ABNT, 1987. 13 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15.849/2010: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento: Rio de Janeiro: ABNT, 2010. 30 p.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. Trad. Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera. 2 ed. Porto Alegre, RS, 2002.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. 496 p. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em: 8 jun. 2024.

BRASIL. Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-268339469>. Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 147, p. 1-7, 15 ago. 2010.

CAVALCANTI, M. M.; BORGES, W. R.; STOLLBERG, R.; ROCHA, M. P.; CUNHA, L. S.; SEIMETZ, E. X.; NOGUEIRA, P. V.; OLIVEIRA E SOUSA, F. R. F. R. Levantamento geofísico (eletroresistividade) nos limites do aterro controlado do Jokey Clube, Vila Estrutural, Brasília-DF. **Geociências**, v. 33, n. 2, p. 298-313, 2014.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 404, de 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, n. 220, p. 93, 12 nov. 2008.

CONTRERA, J. M. de A. D.; ALMEIDA, F. S.; SANTOS, A. C.; ANDRADE, T. A. G. Análise da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro e o Papel dos Aterros Sanitários na Diminuição dos Impactos Ambientais. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 41, n. 3, p. 178-185, 2018.

COSTA, T. G. A.; IWATA, B. de F.; CASTRO, C. P.; CLEMENTINO, G. E. dos S.; COELHO, J. V.; CUNHA, L. M. Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 3, n. 4, p. 79-86, 2016.



DALCHIAVON, F. C. ; DAL BEM, E. A.; SOUZA, M. F. P.; RIBEIRO, R.; ALVES, M. C.; COLODRO, G. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distrófico degradado em resposta à aplicação de biossólidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 205-210, 2022.

DANIEL, D. E.; WU, Yung-Kwang. Compacted clay liners and covers for arid sites. **Journal of Geotechnical Engineering**, v. 119, n. 2, p. 223-237, 1993.

DE, S.; DENATH, B. Prevalence of Health Hazards Associated with Solid Waste Disposal- A Case Study of Kolkata, India. **Procedia Environmental Sciences**, v. 35, p. 201-208, 2016.

FLÁVIO C. DALCHIAVON; EDJAIR A. DAL BEM; MARCELO F. P. SOUZA; RUBENS RIBEIRO; MARLENE C. ALVES; GILBERTO COLODRO. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distrófico degradado em resposta à aplicação de biossólidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 205-210, 2022.

GODECKE, M. V.; NAIME, R. H.; FIGUEIREDO, J. A. S. O consumismo e a geração de resíduos sólidos no Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1700-1712, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 14 jun. 2024.

Instrução Normativa nº 008/2021, de 28 de outubro de 2021. Dispõe sobre critérios locacionais para o licenciamento ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos não perigosos. Recife: Agência Estadual do Meio Ambiente, CPRH, 2021. Disponível em: https://www.cnmp.mp.br/portal/images/CMA/residuos/23_InstrucaoNormativaCPRH008_2021.pdf. Acesso em: 5 jun. 2024.

GOMES, P. N.; SILVA, M. M.; PEREIRA, L. de C.; LOPES, L. S.; CARVALHO, C. de S.; SOUZA, R. O.; MACIEL, E. B. Levantamento dos impactos socioambientais na área do lixão a céu aberto no Município de Corrente, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 13, p. 469-480, 2019.

KIKUCHI, M. F. **Aterro controlado após a sua vida ambiental útil: A sagacidade de inovar no espaço urbano na cidade de Ourinhos.** 2021. p. 87. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e urbanismo), Universidade Presbiteriana Mackenzie, Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2021.

KITAMURA, M. C.; LOURENZI, C. R.; BUENO, A. C.; PINTO, A. L.; SOARES, C. R. F. S.; GIACHINI, A. S. Biossólido no estabelecimento de espécies herbáceas e nos atributos químicos e microbiológicos em solo impactado pela mineração de carvão. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 4, p. 607–617, jul. 2020.



LEITE, R. N.; BONGIOVANNI, S. Aspectos ambientais da disposição de resíduos sólidos em aterro sanitário na zona de amortecimento das Unidades de Conservação do município de Assis – SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 147–159, 2014.

LOUREIRO, G. E.; SILVA, R. F.; SANTOS, S. D. de O.; MOREIRA, S. de F.; LOBO, R. S. Avaliação de impactos ambientais em aterro controlado de um município do sudeste paraense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 30., 2019, Natal. Anais [...]. Disponível em: https://abes-dn.org.br/anais eletronicos/45_Download/Trabalhos Completos PDF/III-213.pdf. Acesso em: 8 jun. 2024.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Relatório de impactos ambientais dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. Brasília: MMA, 2020. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes>. Acesso em: 18 jun. 2024.

MARCHI, C. M. D. F. Novas perspectivas na gestão do saneamento: apresentação de um modelo de destinação final de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 7, n. 1, p. 91-105, 2015.

MARTINS, L. O. S.; SILVA, L. T.; CARNEIRO, R. A. F. Análise da viabilidade econômica e financeira da implantação de usina de geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos no município de Santo Antônio de Jesus–BA. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 2, n. 2, p. 142-166, 2017.

MOREIRA, C. A.; BRAGA, A. C. O. Anomalias de cargabilidade em aterro de resíduos sólidos domiciliares. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 27, p. 55-62. 2009.

MOREIRA, S. de F.; SANTOS, S. D. de O.; SARDINHA, A. S.; JÚNIOR, A. P. O lodo de ETE como alternativa para a recuperação do solo em áreas degradadas / ETE sludge as an alternative to soil recovery in degraded areas. *Brazilian Applied Science Review*, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 1564–1585, 2019.

NASCIMENTO, M. C. B.; FREIRE, E. P.; DANTAS, F. de A. S.; GIANANTE, M. B. Estado da arte dos aterros de resíduos sólidos urbanos que aproveitam o biogás para geração de energia elétrica e biometano no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 1, p. 143-155, 2019.

OLIVEIRA, B. O. S. Impactos ambientais decorrentes do lixão da cidade de Humaitá, Amazonas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 4, p. 80-84, 2016.

OLIVEIRA, S. **Determinação de alguns Parâmetros Indicadores de Poluição por Efluente Líquido de um Aterro Sanitário**. Tese (Doutorado em Agronomia) – 87 f. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2001.



Plano de Resíduos Sólidos - PRS. Região de Desenvolvimento Metropolitana de Pernambuco - RDM/PE. Recife, 2018. 55 p. Disponível em: http://www.cidades.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_l_id=12899&folderId=134505&name=DLFE-340201.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.

Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte - PEGIRS/RN. Estudos de regionalização da gestão integrada de resíduos sólidos do estado do Rio Grande do Norte e elaboração do plano regional de gestão integrada de resíduos sólidos estadual: relatório síntese. Natal, 2012. 158 p. Disponível em: https://www.natal.rn.gov.br/storage/app/media/urbana/pmgirs-natal_produto-final-15junho2012.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.

Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Ceará (PERSCE). Contrato nº 38/2014/CONPAM: caderno temático. Ceará, 2015. 92 p. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2018/12/Caderno-Banco-de-Dados.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2024.

Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba (PERSPB). Paraíba, 2014. 210 p. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-de-infraestrutura-e-dos-recursos-hidricos/arquivos/pers-pb-plano-estadual-residuos-solidos-pb-2014.pdf/view>. Acesso em: 7 jun. 2024.

Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos da Grande Aracaju (PIRSGA). Aracaju, 2016. 670 p. Disponível em: https://www.se.gov.br/anexos/uploads/download/filename_novo/6695/04e83b475a5bd1de7d951b5843b52c4a.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.

Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Teresina-PI. Produto final: Teresina, 2018. Disponível em: <https://dom.pmt.pi.gov.br/admin/upload/ANEXO%20AO%20DOM2271-27042017.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2024.

Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: Salvador, 2012. 329 p. Disponível em: https://ecozone.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/07/pmsb_resc3adduoss3b3lidos_final.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Ranking do IDHM para os estados brasileiros (2021). Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/ranking>. Acesso em: 7 jun. 2024.

PROJETO PROSAB. Alternativas de Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos para Pequenas Comunidades. Coletânea de Trabalhos Técnicos. Rio de Janeiro, 2002.

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental. Implantação de central de tratamento de resíduos sólidos em área rural do município de Petrolina/PE: Petrolina, 2011. 96 p. Disponível em:



https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/rima_petrolina_final.pdf. Acesso em: 12 jun. 2024.

SANTOS, T. B.; AMARAL, M. A.; PERALTA, N. G.; ALMEIDA, R. S. A inserção da Odontologia em Unidades de Terapia Intensiva. **Journal of Health Sciences**, v. 19, n. 2, p. 83-88, 2017.

SILVA, L. M. R. **Utilização de bio sólidos para a regeneração natural e para a melhoria da qualidade do solo de áreas mineradas**. 2014. 44 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

SANTOS, Fárlei Cosme Gomes; DE ARAÚJO KALID, Ricardo. Prospecção tecnológica: um estudo das tecnologias aplicada ao beneficiamento e derivados do cacau. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p., 2020

SINIR - Sistema Nacional sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2019. Disponível em: <https://www.sinir.gov.br/mapas/>. Acesso em: 4 jun. 2024.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2023.pdf. Acesso em: 31 mar. 2024.

United Nations Environment Programme (UNEP). **Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an age of waste – Turning rubbish into a resource**, Nairobi. 2024. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/global-waste-management-outlook-2024>. Acesso em: 5 jun. 2024.

YAMASHITA, V. P.; NASCIMENTO, M. de M.; PERONI, G.; CÉSAR, R. G.; LOBO, T. F.; BRITO, G. R.; SIQUEIRA, M. V. B. M. O uso do lodo de esgoto compostado como adubo no desenvolvimento inicial de *Anadenanthera peregrina* em plantios de restauração florestal. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, Anápolis, v. 13, n. 1, p. 187-199, 02 abr. 2024.