

UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NO MAPEAMENTO DE PONTOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO PERÍMETRO URBANO DA ILHA DE ITAMARACÁ /PE

Application of geotechnologies in the mapping of solid waste points within the urban perimeter of Itamaracá Island, Pernambuco

Pedro Henrique Dantas

Universidade de Pernambuco – UPE, Brasil

phd@poli.br

Jonas da Silva Bezerra

Universidade de Pernambuco - UPE, Brasil

jonas.bezerra@poli.br

Emanoel Silva de Amorim

Universidade de Pernambuco - UPE, Brasil

esa7@poli.br

Inês Eduarda Souza Oliveira Silva

Universidade de Pernambuco - UPE, Brasil

iesos@poli.br

Amaury Pessoa Neto

Universidade de Pernambuco - UPE, Brasil

agpn@poli.br

Kalinny Patricia Vaz Lafayette

Universidade de Pernambuco - UPE, Brasil

klafayette@poli.br

Recebido: 27/04/2024

Aceito: 01/06/2025

Resumo

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são um problema frequente em muitas cidades litorâneas. Este aspecto se agrava quando o município não possui uma gestão de coleta do RSU eficiente, permitindo, assim, a permanência deste material em logradouros, terrenos baldios e próximos a locais com grande circulação de pessoas. Esta pesquisa tem como objetivo aplicar o Sistema de Informação Geográfica (SIG) para identificar os riscos ambientais promovidos pelo descarte irregular do RSU em bairros no entorno da PE-01, na Ilha de Itamaracá-PE. Para isso, foram realizados levantamentos em campo para mapear os pontos de descartes irregulares de RSU nos bairros: Jardim São Paulo, Forno da Cal, Rio Âmbar e Forte Orange. Foram registradas as coordenadas geográficas e inseridas no software QGIS 3.28.1. Os dados foram correlacionados com parâmetros de equipamentos públicos e comerciais, declividade, recursos hídricos, pedologia, áreas protegidas e hidrogeologia. Através da soma dos parâmetros utilizados, obteve-se a classificação dos riscos ambientais em uma área total correspondente a 500 ha, sendo um total de 0% os de classe I ou 0 ha², 49,32% os de classe II ou 242,17 ha², 48,88% correspondem à classe III ou 239,98 ha² e 1,80% à classe IV. O mapeamento dos equipamentos públicos e comerciais trouxe informações necessárias para o entendimento da gestão do RSU no município, devido ao grande fluxo de pessoas nas áreas bem como à importância social.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos, Geoprocessamento, Impactos ambientais.

Abstract

Municipal solid waste (MSW) is a frequent problem in many coastal towns. This aspect is exacerbated when the municipality lacks an efficient MSW collection system, allowing this material to accumulate in public places, vacant lots, and near areas where people congregate. This research aims to use the Geographic Information System (GIS) to identify the environmental risks arising from the irregular disposal of MSW in the neighbourhoods surrounding PE-01, on the island of Itamaracá-PE, PE. To this end, field research was conducted to map the points of irregular MSW disposal in the following neighbourhoods: Jardim São Paulo, Forno da Cal, Rio Âmbar, and Forte Orange. The geographical coordinates were recorded and entered into QGIS 3.28.1 software. The data was correlated with parameters for public and commercial facilities, slope, water resources, pedology, protected areas and hydrogeology. The sum of the parameters used resulted in the classification of environmental risks in a total area corresponding to 500 ha, with 0% class I or 0 ha², 49.32% class II or 242.17 ha², 48.88% class III or 239.98 ha² and 1.80% class IV. The mapping of public and commercial facilities provided necessary information for understanding MSW management in the municipality, due to the large flow of people in these areas and their social importance.

Keywords: Urban solid waste, Geoprocessing, Environmental impacts.

1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) vem crescendo rapidamente, devido à expansão dos espaços urbanos, que provoca uma série de mudanças no ambiente, intensificando a transformação do ambiente e dos materiais, a partir das intervenções antrópicas e, desta forma, torna-se alvo de preocupação para as gestões federais, estaduais e municipais. Em todo o mundo, aproximadamente 2 bilhões de toneladas de RSU são geradas anualmente, com pelo menos 33% delas não administradas de forma ambientalmente correta (Nascimento *et al.*, 2020; Pereira; Nunes; Araújo, 2021; Santos; Silva; Vital, 2022; Devendran *et al.*, 2023).

Nos domicílios brasileiros, em 2022, foi registrada uma queda de 1% na geração de resíduos, com 81,8 milhões ton/ano, o que corresponde a 224 mil toneladas diárias e média de 1,043 kg/hab/dia. Esta redução pode estar diretamente ligada à retomada de grande parte das atividades após o período da pandemia de Covid-19, no período de 2020-2021, a qual ocasionou a descentralização da geração de resíduos, além de novas mudanças sociais, fazendo com que os serviços de limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos sofressem interferências (ABRELPE, 2022).

O entendimento do termo resíduo sólido encontra-se em constante mudança em função dos novos hábitos e materiais que estão sendo inseridos no mercado, assim, torna-se difícil o uso de um conceito e classificação, pois todos os resíduos têm especificidade de segregação, tratabilidade e disposição final. No entanto, existem classificações que podem ser utilizadas para um primeiro momento de segregação. Uma

delas é de acordo com a origem dos resíduos, conforme a Política Nacional dos Resíduos Sólidos descreve. Logo, os RSU podem apresentar as seguintes classificações, conforme a sua origem: resíduos sólidos domiciliares, resíduos secos, resíduos úmidos, resíduos de limpeza pública, resíduos verdes, resíduos volumosos, resíduos de construção civil, resíduos de serviços de saúde, resíduos industriais, resíduos agrossilvipastoris, resíduos de serviços terrestres e resíduos de mineração (Silva, 2024).

Os números mostram que, quando o assunto é resíduo, o Brasil precisa melhorar, pois, cada brasileiro produz, em média, 383 kg por ano, entretanto, grande parte dos resíduos sólidos gerados não possui distinção adequada e é descartada incorretamente no meio ambiente, comprometendo a qualidade do solo, da água e do ar, por serem fontes de compostos orgânicos, voláteis, pesticidas, solventes e metais pesados, entre outros. O manejo adequado é uma importante estratégia de preservação do meio ambiente, assim como de promoção e prestação de saúde (Quemel *et al.*, 2021).

Na Ilha de Itamaracá, a geração de resíduos é um dos principais problemas, devido à falta de infraestrutura adequada, representada principalmente pela ineficiência quanto ao saneamento básico (Farias; Castilho, 2006) e à ausência de fiscalização eficaz. A falta de cuidado na destinação correta do resíduo, como em praias, manguezais, terrenos baldios e vias públicas, compromete não apenas o turismo do município, mas também provoca sérios danos ambientais e sanitários, colocando em risco a população e causando efeitos nocivos à biodiversidade local (Santos *et al.*, 2004; Dias Filho *et al.*, 2011).

A negligência da limpeza urbana e o descarte irregular do RSU também causam transtornos no desenvolvimento econômico e impactam o turismo local. Durante a alta temporada, o aumento do fluxo de turistas resulta em um volume ainda maior de resíduos, agravando um problema já existente e sobrecarregando os serviços provisórios de coleta e destinação final. Além disso, a presença de resíduos nos espaços de lazer acentua a tendência de evasão da atividade turística, que vem crescendo a cada ano (Bezerra Júnior *et al.*, 2024).

Nesse contexto, o uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) possibilita a análise espacial da identificação dos RSU, facilitando a visualização entre fatores ambientais, sociais e urbanísticos (Becker *et al.*, 2024). Através do SIG, é possível desenvolver mapas temáticos que identifiquem as áreas mais vulneráveis existentes na Ilha de Itamaracá, auxiliando os gestores na tomada de decisões mais assertivas,

formulação de políticas públicas eficazes e planejamento da logística da coleta de RSU (Santos Neto *et al.*, 2024).

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Município Ilha de Itamaracá está localizado na mesorregião Metropolitana e na Microrregião do estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Goiana, a sul com Igarassu, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com Itapissuma (Queiroz, 2017). A ilha possui uma área territorial de 66.146 km², representando 0,07% do território do estado. A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo.

Instituído em 31 de dezembro de 1958, pela Lei Estadual n. 3.338, o município de Itamaracá é povoado por 24.540 habitantes, possui uma densidade demográfica de 371 hab/km² e um PIB per capita de R\$9.751, contando com 5.919 domicílios particulares (IBGE, 2022)

A posição geográfica da Ilha garante um clima tropical típico, com temperaturas altas e umidade constante (Queiroz, 2017; Bezerra, 2022), conforme a classificação de Köpper, o clima da ilha é do tipo As' e Am's, a temperatura média é de 27° C e a amplitude é de 5° C, sendo atenuada nos meses mais quentes, setembro a novembro, pelos alísios de Sudeste, estação seca no verão e chuvas frequentes no outono e no inverno (Valença, 2017).

Geologicamente, a Ilha de Itamaracá encontra-se inserida na província Borborema, sendo constituída pelos litotipos da formação do Complexo Salgadinho, Formação Gramane, Formação Maria Farinha do Grupo Barreiras e dos depósitos flúvio-marinhos.

Em relação aos recursos hídricos, o município se classifica no domínio de Grupo de Bacias Metropolitanas Norte UP02, tendo como principais rios os Paripe e Jaguaripe. A ilha possui poucos riachos perenes, destacando-se o Riacho Poço do Cobre, e seu principal corpo de acumulação é a Lagoa Pai Tomé. O padrão de drenagem é o dendrítico e os cursos de água possuem extensões reduzidas e regime de fluxo perene (CPRM, 1994).

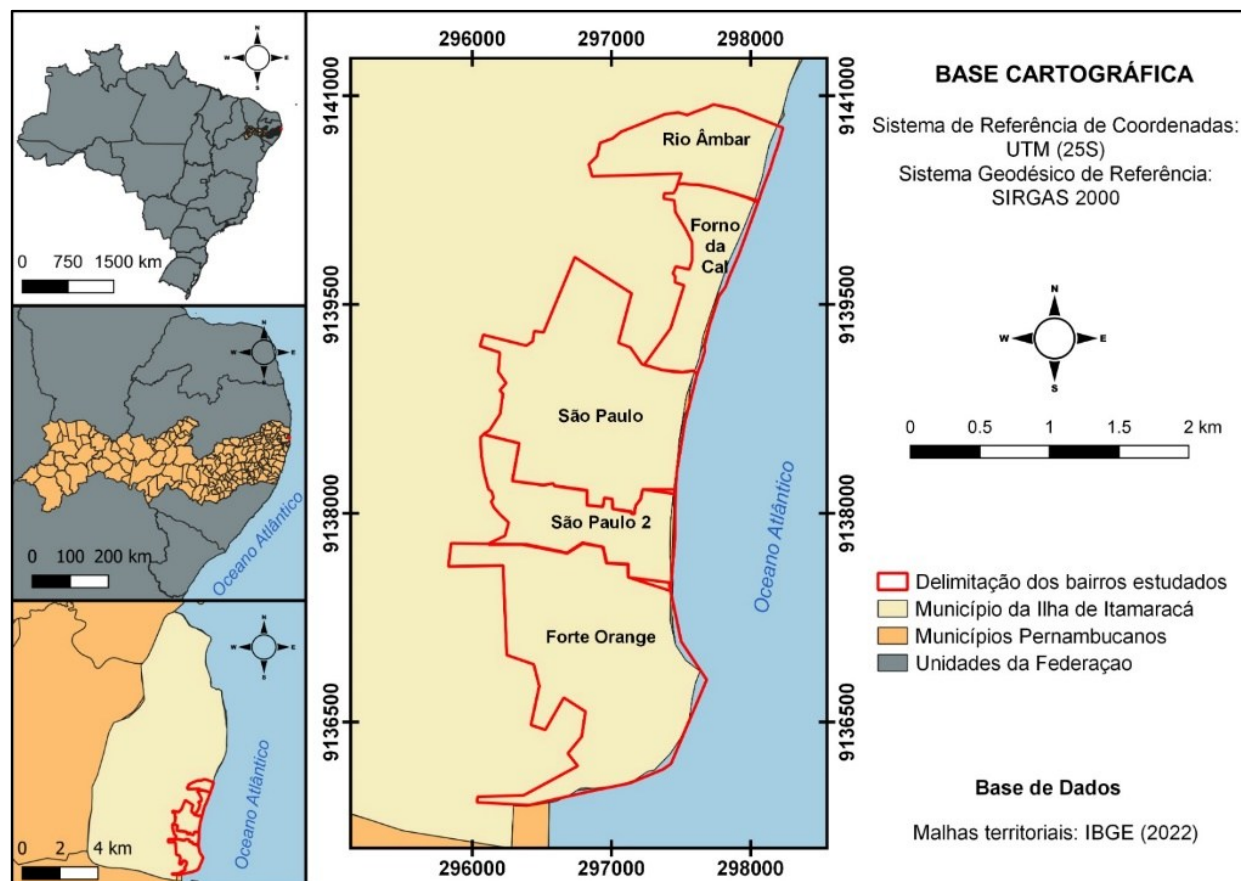


Figura 1 – Área de estudo ilha de Itamaracá.

Fonte: Autores, 2024.

Quanto à vegetação, a Ilha de Itamaracá é composta por mata atlântica, mata de restinga e mangue (Valença, 2017). A Mata Atlântica é caracterizada por resquícios localizados nas porções sudoeste da ilha, sobre depósitos da Formação Barreiras, onde a baixa fertilidade do solo é compensada pelos altos níveis pluviométricos. E as áreas de mangues são resultantes das influências de águas doce, salgada e salobra, efeito do movimento das marés e da intensidade das chuvas.

3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

Para identificar as áreas que possuem os maiores riscos ambientais, foram feitos levantamentos em campo para mapear os pontos de descarte irregulares de RSU. As sondagens foram realizadas nos bairros: São Paulo, Forno da Cal, Rio Âmbar e Forte Orange. Já a obtenção de pontos foi feita com o auxílio da Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura Municipal da Ilha de Itamaracá, a qual disponibilizou as informações por meio de georreferenciamento e registros fotográficos dos descartes.

A partir da obtenção dos pontos, foram registradas as coordenadas geográficas com um aparelho GPS (Global Positioning System) e, posteriormente, foram inseridas no *software* QGIS 3.28.1, com o auxílio da ferramenta Numerical Digitize do próprio *software*.

A fim de analisar quais as regiões mais suscetíveis aos impactos ambientais, foi realizada uma seleção de fatores que condicionam riscos ambientais em função da deposição irregular do RSU. Essa análise levou em consideração os estudos realizados por Ornelas (2011), Biju (2015) e Paz et al. (2018), que utilizaram o sistema SIG para identificar áreas com disposição de RSU e suas implicações ao meio ambiente. Esses estudos foram levantados no Portal de Periódicos de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A partir deles, foram empregados, neste trabalho, os parâmetros que apresentaram reincidência, a saber: declividade, recursos hídricos, pedologia, áreas protegidas e hidrogeologia. Salienta-se que os parâmetros foram adaptados para a definição de pontuações de impacto de acordo com a distância dos pontos de deposição irregulares.

Para a determinação da declividade, considerou-se que as áreas menos inclinadas favorecem o acesso de veículos de coleta dos resíduos, a recuperação da área e a redução do escoamento de chorume. Sendo assim, adotou-se que: quanto maior a declividade, maior serão os impactos negativos (Ornelas, 2011).

Em relação aos recursos hídricos, considerou-se que a deposição inadequada de resíduos aumenta a vulnerabilidade nessas áreas, causada pela infiltração do escoamento de chorume. Quando não levada em consideração, espera-se uma severa contaminação dos corpos hídricos adjacentes, tanto dos superficiais quanto dos subsuperficiais (Rosa; Dalmolin; Copetti, 2012).

Na classificação dos riscos de impactos nos recursos hídricos, utilizou-se como base as Faixas de Margem de Proteção (FMP) do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), em seu Art. 4º, o qual define as Áreas de Preservação Permanente (APP). A área apresenta cursos de águas e pequenos rios ao seu entorno; esses corpos hídricos podem chegar de 5m a 10m, dados observados por meio de ferramentas de geoprocessamento, informação essa necessária para a definição de FMP mínima dos cursos de água.

Quanto à pedologia, consideram-se os parâmetros fragilidade e suscetibilidade, pois o despejo irregular de RSU pode causar alteração no pH, o incremento de nutrientes e, conseqüentemente, a erosão do solo (Pastor; Hernández, 2012; Ojuri; Ayodele; Oluwatuyi, 2018).

No parâmetro de equipamentos públicos e comerciais, consideraram-se os ambientes que envolvem os estabelecimentos comerciais dos mais diversos tipos (áreas de recreação, bares e restaurantes), postos de saúde e centros educacionais, ou seja, locais com concentração de pessoas. Foi utilizada a ferramenta buffer no QGIS para a análise dos resultados, indicando que, quanto menor for a distância entre o local de deposição dos resíduos e os estabelecimentos, maior será o impacto gerado.

Esse item foi levado em consideração por conta da vulnerabilidade dessas áreas em relação ao tráfego de pessoas que passam em seu entorno. Foram coletados 54 pontos de vulnerabilidades nos bairros estudados, através de levantamentos presenciais e com o uso da ferramenta Google Maps. Já o parâmetro hidrogeologia considerou a vulnerabilidade à contaminação, conforme classificação definida pelas CPRM (1994) e SECTMA (2006).

Os arquivos vetoriais e matriciais utilizados na pesquisa foram adquiridos das seguintes fontes: os dados referentes aos recursos hídricos foram obtidos através de levantamentos de campo, com auxílio do Google Earth Pro e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; o arquivo de pedologia, por meio do Banco de informações ambientais (IBGE, 2022); o de declividade, pelo PE3D (2013); o de hidrogeologia, junto à Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM, 1994), e de zonas de vulnerabilidade, por meio da ferramenta Google Maps e levantamentos em campo.

Todas as informações foram organizadas em um banco de dados no *software* QGIS, adotando-se o sistema cartográfico SIRGAS 2000/UTM Zona 25s. O Quadro 1 apresenta a proposta da atribuição de pesos utilizada nesta pesquisa para análise dos riscos de impactos ambientais, conforme a legislação ambiental pertinente e pesos utilizados por outros autores (Biju, 2015; Bohnenberger *et al.*, 2018). A pontuação atende ao critério de que, quanto mais próximos os resíduos estiverem, maior a pontuação, e, portanto, maior o risco de impacto ambiental. A delimitação da distância foi realizada com o auxílio da ferramenta buffer do *software* QGIS.

Quadro 1: Classificação dos parâmetros de acordo com o critério de distância dos pontos.

Parâmetros	Score
Equipamentos públicos e comerciais	Distância 0 a 50m – 5,0 51 a 200m – 3,0 < 500m – 1.0
Declividade	Inclinação 0-3% (plano) – 1.0 3-8% (suave ondulado) – 2.0 8-20% (ondulado) – 3.0 20-45% (forte ondulado) – 4.0 >45% (montanhoso) – 5.0
Recursos Hídricos	Distância 0 a 500m – 5.0 51 a 200m – 3.0 >200m – 1.0
Pedologia	Fragilidade Baixa – 1.0 Média – 3.0 Alta – 5.0
Hidrogeologia	Vulnerabilidade Baixa – 1.0 Moderada – 3.0 Alta – 5.0

Fonte: Adaptado de Paz et al., 2018.

Com os valores definidos, foi adotada a metodologia de análise multicritério, a partir da equação de soma de *score* (pontuação) de cada parâmetro analisado, pela aplicação da ferramenta de álgebra de mapas, no *software* QGIS (Calculadora Raster), conforme a Equação 1:

$$S_{par} = S_{rh} + S_d + S_{pe} + S_{ep} + S_{hg}$$

Onde:

S_{par} = *Score* total dos parâmetros;

S_{rh} = *Score* distância dos recursos hídricos;

S_d = *Score* declividade;

S_{pe} = *Score* pedologia.

S_{ep} = *Score* equipamentos públicos.

S_{hg} = *Score* hidrogeologia.

O *score* final varia entre 10 e 100 pontos, e define a classe de riscos de impactos ambientais de cada ponto de deposição irregular. Nesta pesquisa, propõe-se a divisão em quatro classes, conforme apresenta o Quadro 2:

Quadro 2: Classes de risco de impacto e suas respectivas pontuações.

Classificação	Escala	Score Final
Classe I	Impacto Baixo	1 a 25
Classe II	Impacto Médio	26 a 50
Classe III	Impacto Alto	51 a 75
Classe IV	Impacto Muito Alto	76 a 100

Fonte: Adaptado de Paz *et al.*, 2018.

4. RESULTADOS

Foram coletados dados de 387 pontos de descarte irregular de RSU, distribuídos em torno dos bairros, Rio Âmbar, Forno da Cal, São Paulo, São Paulo 2 e Forte Orange, conforme a Figura 2. Nota-se que a incidência de pontos mais próximos entre si é maior para as regiões que margeiam a faixa de praia, justificada pela ausência de continuidade na coleta do RSU. Outro aspecto relevante observado foi a densidade de pontos, que apresentou relação direta com a circulação de uma população flutuante, ou seja, os turistas que se instalam em períodos curtos sem qualquer preocupação com o manuseio adequado dos resíduos.

Nos estudos realizados por Paz *et al.* (2018), Gama *et al.* (2019), Costa *et al.* (2020), Sousa *et al.* (2021), Vasconcelos Filho *et al.* (2023), Passos *et al.* (2024), acerca da Região Metropolitana do Recife (RMR), verificou-se que os pontos de deposição irregular do RSU, geralmente, concentram-se em áreas próximas a canais e, também, em faixas litorâneas.

Conforme Grechinski e Goveia (2021) e Saa-Castillo *et al.* (2024), o turismo convencional também possui responsabilidade por grande parcela dos resíduos sólidos irregularmente descartados. No entanto, se forem propostas iniciativas relacionadas ao combate aos RSU em destinos turísticos, elas podem influenciar na mudança de hábitos de consumo da sociedade de modo geral. A Figura 3 apresenta como estão distribuídos os pontos de descarte entre os bairros analisados.

O gráfico confirma a influência do turismo na geração e descarte do RSU, visto que os bairros que apresentaram os maiores percentuais de pontos são os de circulação turística, seja para o uso das praias ou para veraneio. Hernández-Drouet (2024) afirma que o aumento de resíduos sólidos, plásticos e águas residuais provenientes da atividade turística contribui para a degradação da qualidade do solo e da água. Para Baia *et al.* (2024), a ocorrência de crimes ambientais poderia ser minimizada se a sustentabilidade

do turismo fosse vista como uma prioridade pelo poder público e todos os envolvidos na cadeia produtiva.

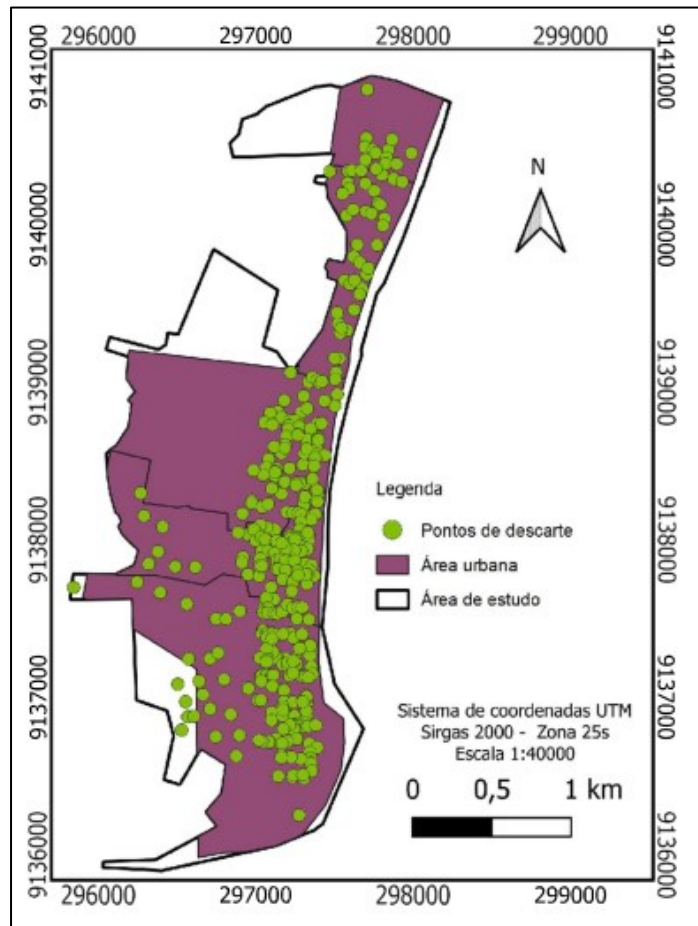


Figura 2 – Pontos de descarte irregular.
Fonte: Autores, 2024.

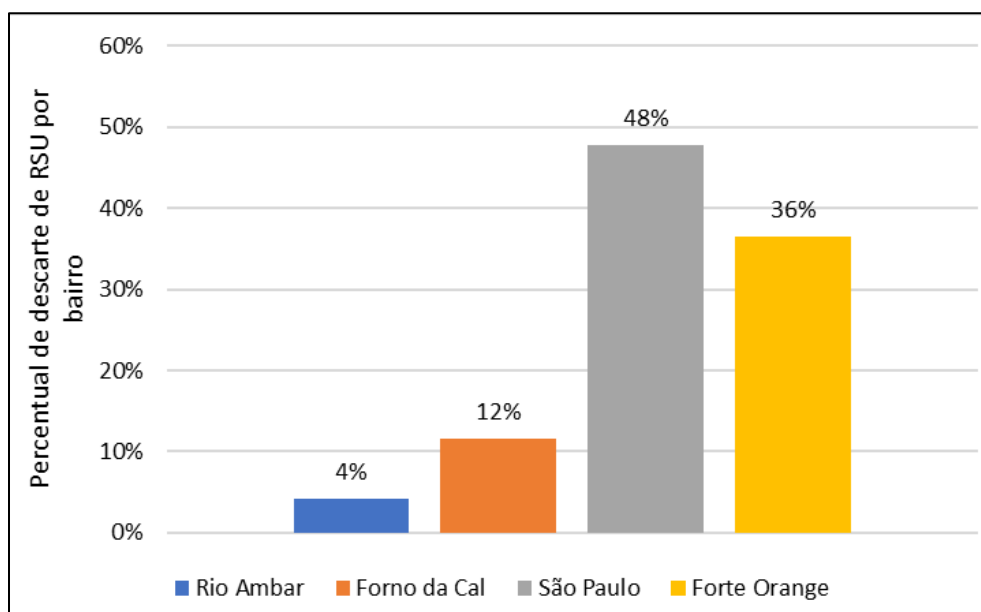


Figura 3 - Percentual de descarte irregular por bairro.

Fonte: Autores, 2024.

A Figura 4 aponta, explicitamente, o contraste entre os pontos de RSU e os equipamentos públicos e comerciais. É possível notar que os pontos de descarte de RSU estão próximos aos equipamentos públicos e comerciais que detêm uma alta concentração e circulação de pessoas, o que pode acarretar problemas de saúde para a população, principalmente nas estações chuvosas (Nery *et al.*, 2024).

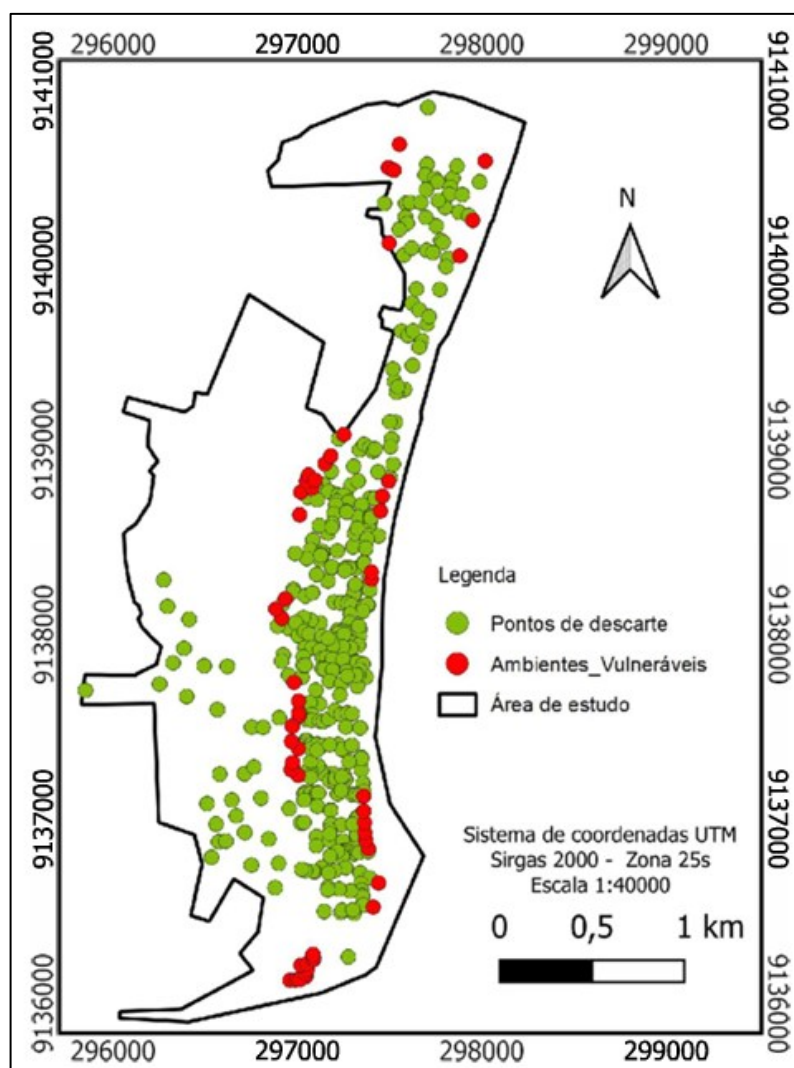


Figura 4 - Equipamentos públicos e comerciais

Fonte: Autores, 2024

Nesse cenário, há um aumento na probabilidade de doenças que podem ser originadas nestes ambientes, como leptospirose, cólera, diarreia, febre tifoide, hepatite tipo A, giardíase, amebíase, verminoses, entre outras (Recife, 2023). Os locais de descarte também podem promover a multiplicação de vetores, podendo intensificar e agravar as transmissões dessas doenças. A Figura 5 apresenta um ponto bastante crítico

na região do Forno da Cal, próximo à praia. O local foi alvo de deposição irregular, dificultando, inclusive, a locomoção de pedestres e outros meios de transporte na região.



Figura 5 - Ponto de deposição na região do forno da cal.

Fonte: Autores, 2024.

Os acessos às praias, as quais deveriam ser cenários de beleza natural, transformaram-se em verdadeiros depósitos de RSU, prejudicando a experiência de quem viaja para relaxar e aproveitar a natureza. Medeiros Júnior et al. (2024) explicam que os resíduos dispostos na costa chegam até as praias e manguezais, cujo último atua como um reduto da vida marinha e requer especial atenção pelas campanhas de educação ambiental.

A Figura 6 apresenta os parâmetros que foram analisados na álgebra de mapas para identificar os impactos ambientais e a sua escala de dano. Identificou-se que as áreas com baixas declividades (0,00% a 3,00%) se concentram próximas à costa marinha (Figura 6A), favorecendo o acúmulo do resíduo (ORNELAS, 2011). No entanto, em áreas planas, há um favorecimento para as operações de movimentação de resíduos e solos, reforçando a necessidade de uma gestão mais eficaz.

A Figura 6B indica a existência de corpos hídricos superficiais na área avaliada. Tomazi e Diniz (2024) afirmam que os resíduos, quando entram em contato com cursos d'água sem tratamento, alteram as propriedades físicas, químicas e microbiológicas da água, podendo provocar infecções e doenças mais graves. Enfatiza-se que a ação antrópica pela urbanização da área (Figura 6C) potencializa a geração do RSU na área de estudo.

A hidrogeologia (Figura 6D) apresentou depósitos fluviais marinhos e Formação Barreiras. Conforme Linhares (2012), essas formações geológicas são propícias à contaminação por resíduos, tendo em vista que essas unidades não consolidadas apresentam alta permeabilidade e porosidade, gerando a possibilidade de infiltração da água contaminada para os aquíferos, comprometendo a qualidade da água subterrânea. Isso é especialmente preocupante, principalmente porque o abastecimento de água do município ocorre da captação da água subterrânea.

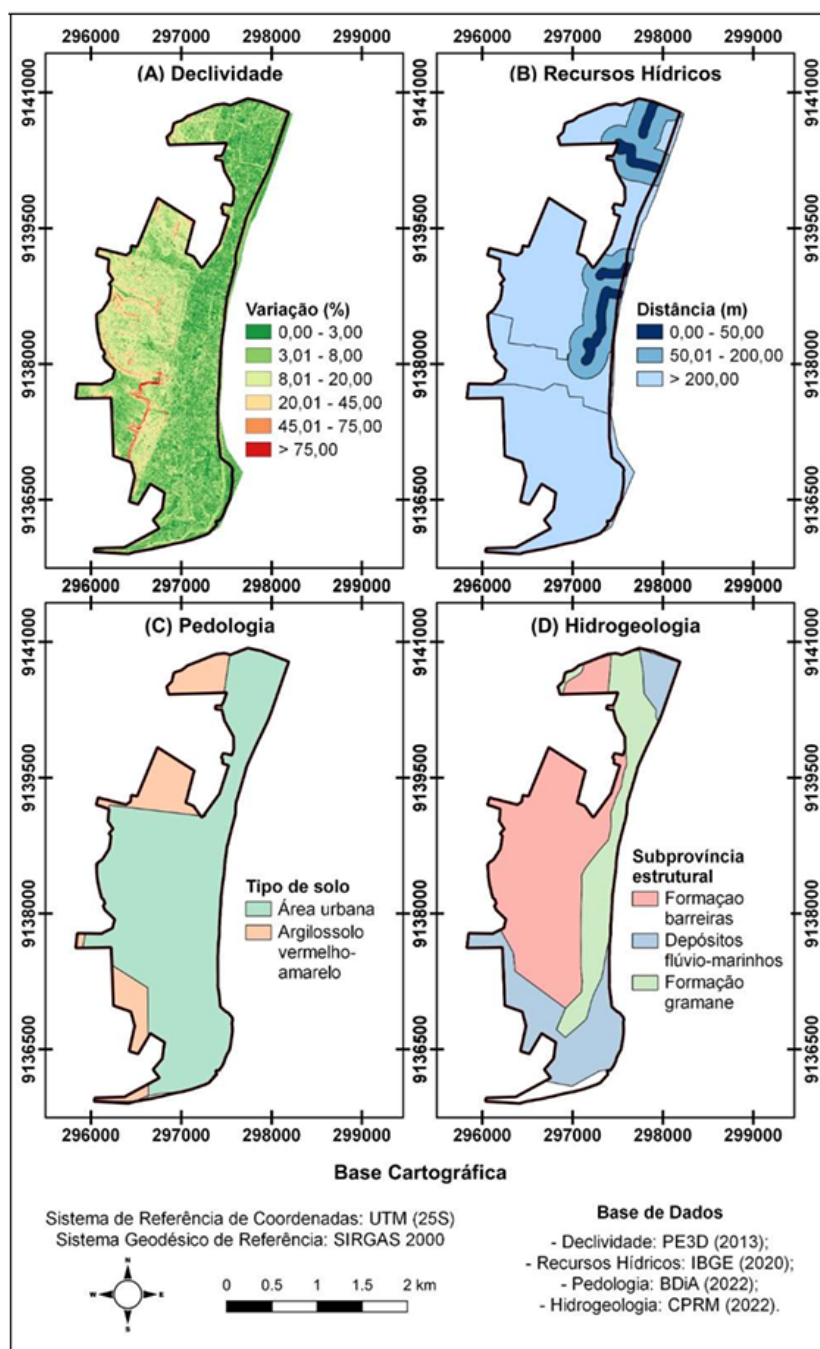


Figura 6 – Parâmetros ambientais.

Fonte: Autores, 2024.

Através da soma dos parâmetros utilizados, obteve-se a classificação dos riscos ambientais na área estudada, conforme a Figura 5. Foi realizada a análise em uma área total correspondente a 500 ha. Os resultados obtidos e suas respectivas representatividades apontaram um total de 0% para a classe I ou 0 ha²; 49,32% para a classe II ou 242,17 ha²; 48,88% correspondem à classe III ou 239,98 ha²; e 1,80% à classe IV. O resultado da análise dos parâmetros ambientais pode ser visto na Figura 7.

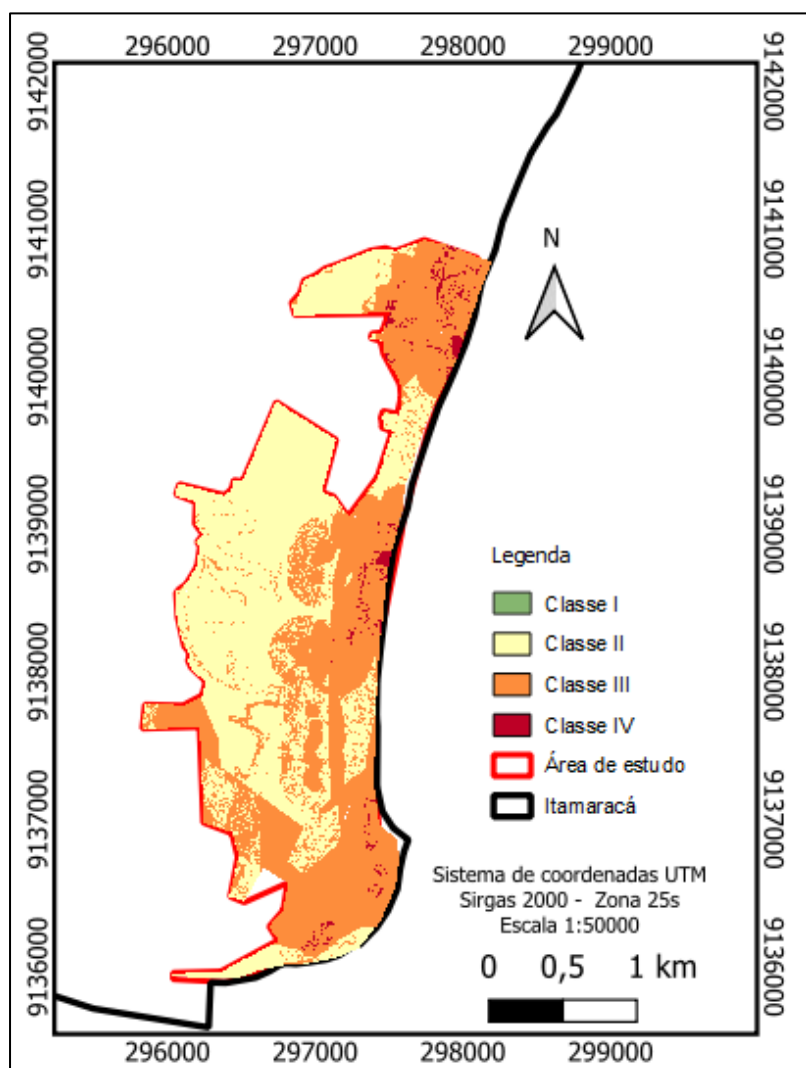


Figura 7 – Resultados dos riscos de impactos ambientais.

Fonte: Autores, 2024.

A presença de impactos ambientais em toda a área de estudo indica uma necessidade de ações imediatas no gerenciamento do RSU. Isso inclui a introdução de campanhas educativas e de sensibilização para a população e visitantes quanto à importância do descarte adequado, bem como planejamento, criação e execução de infraestruturas de coleta e reciclagem de resíduos. Braga et al. (2024) ressaltam que a

poluição de zonas costeiras é agravada pela gestão inadequada dos resíduos sólidos urbanos. A produção e descarte inadequados diários de RSU, seja por visitantes, comerciantes ou populares, alteram, de forma drástica e, muitas vezes, irreversível, as características naturais da região.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos pontos de deposição irregular do RSU foi encontrada em áreas com forte concentração turística. Também foram observadas densidades de pontos em áreas próximas às praias, promovendo um risco à qualidade da água do mar, além do impacto ambiental.

O mapeamento dos equipamentos públicos e comerciais trouxe informações necessárias para o entendimento da gestão do RSU no município, devido ao grande fluxo de pessoas nas áreas e à importância social das mesmas. Os dados demonstraram vários pontos de descarte do RSU próximos aos equipamentos, o que pode ocasionar intensos impactos sanitários, seja por alterações ambientais locais, pela transmissão direta de doenças ou por variáveis ambientais que favorecem a distribuição e proliferação de vetores.

As técnicas de geoprocessamento adotadas apresentaram grande relevância para a implantação de políticas de gerenciamento do RSU no município, uma vez que a análise espacial favorece o cruzamento de informações indispensáveis para a delimitação dos pontos de maior vulnerabilidade ambiental, contribuindo para uma intervenção assertiva e eficaz nestas áreas, e em regiões que apresentem situações similares às analisadas neste estudo.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020/2021**. Brasília: ABRELPE, 2022. 54p.

BAIA, T. R.; NASCIMENTO, S. M.; SANTOS, C. S. Análise do planejamento do turismo sustentável na praia do Atalaia, Município de Salinópolis (PA). **Revista Brasileira do Ecoturismo**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 258 - 279, 2024.

BECKER, P.; HENNING, E.; KALBUSCH, A.; CUSTODIO, D. A.; ALMEIDA, A. B. D.; COSTA, A. Y. K. Espacialização e análise de indicadores operacionais de água no Estado de Santa Catarina. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2024.

BEZERRA JÚNIOR, R. B.; DONEGAN, L.; FIGUEIREDO, L. Padrões do veraneio: investigações socioespaciais em território insular da Região Metropolitana do Recife-PE. **Revista de Morfologia Urbana**, v. 12, n. 1, 2024.

BEZERRA, J. S. **Análise do processo erosivo de uma encosta no bairro de Bom Jesus – Ilha de Itamaracá/PE**. 2022. 104 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

BIJU, B. P. **Utilização do Sistema de informações Geográficas (SIG) na indicação de possíveis áreas aptas à disposição de resíduos de construção e demolição e de demolição**. 2015. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

BOHNENBERGER, J. C.; PIMENTA, J. F. P.; ABREU, M. V. S.; COMINI, U. B.; CALIJURI, M. L.; MORAES, A. P.; PEREIRA, I. S. Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério. **Ambiente construído**, v. 18, n. 1, p. 299-311, 2018.

BRAGA, C.; MARTINS, L.; LOBATO, N.; GOMES, S. Avaliação de Riscos Ambientais e Vulnerabilidade na Praia do Atalaia, Salinópolis, Pará. **Território e Cidadania**, v. 1, n. 3, p. 1-9, 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, e dá outras providências.

COSTA, A. R. S.; SILVA, R. C. P.; JUCÁ, J. F. T.; EL-DEIR, S. G. Aplicação da pegada ecológica na gestão de resíduos sólidos urbanos através de análise de componentes principais: estudo da cidade de Recife, Brasil. **Revista AIDIS**, v. 13, n. 2, p. 320–333. 2020.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Vulnerabilidade das Águas subterrâneas da Região Metropolitana do Recife**. Recife, 1994.

DEVENDRAN, A. A.; MAINALI, B.; KHATIWADA, D.; GOLZAR, F. Otimização de fluxos de resíduos municipais para atingir a circularidade urbana na cidade de Curitiba, Brasil. **Sustainability**, v. 15, n. 4, p. 3252, 2023.

DIAS FILHO, M.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; ARAÚJO, M. C. B.; SILVA, A. C. M. Avaliação da Percepção Pública na Contaminação por Lixo Marinho de acordo com o Perfil do Usuário: Estudo de Caso em uma Praia Urbana no Nordeste do Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 11, n. 1, p. 49-55, 2011.

FARIAS, G. B.; CASTILHO, C. J. M. Observação de aves e ecoturismo em Itamaracá (PE): um instrumento para promover o desenvolvimento sustentável. **Sociedade & Natureza**, v. 18, n. 35, p. 35-53, 2006.

GAMA, A. M. C. F.; COSTA, V. C. B.; FIRMO, A. L. B.; JUCÁ, J. F. T. Estudo das emissões de GEE da disposição de resíduos sólidos na região metropolitana do Recife. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10 n. 6, p. 163-177, 2019.

GRECHINSKI, P.T.; GOVEIA, E. F. Turismo em ambientes costeiros e o combate ao Lixo no mar. **Revista Turismo e Sociedade**, v. 14, n. 1, p. 1-18, 2021.

HERNÁNDEZ-DROUET S. V. Afluencia turística en la playa San Lorenzo, cantón Salinas: Retos y oportunidades para el desarrollo sostenible. **REICOMUNICAR**, v. 7, n. 14, p. 439-446, 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022**. Ilha de Itamaracá: IBGE, 2024.

LEITÃO, S. S.; BARBOSA, J. M.; PFUGRATH, F. G. Caracterização dos impactos ambientais na Ilha de Itamaracá, Pernambuco. **Rev. Bras. Enga. Pesca**, v. 2, n. 2, p. 101-111, 2007.

LINHARES, F. M. **Vulnerabilidade Intrínseca e Risco de Contaminação do Aquífero Livre da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame – PB**. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2012.

MEDEIROS JUNIOR, E. F.; SILVEIRA, C. V.; BRITO, O. S.; SOUZA, J. H. C.; CARVALHO, J. S.; SILVA, M. J. L. Educação ambiental e resíduos sólidos: uma revisão das publicações da revista brasileira de educação ambiental (2013-2023). **Sustentabilidade: Desafios e Impactos**, v. 1, p. 59-78, 2024.

NASCIMENTO, C. F. G.; MONTEIRO, E. C. B.; SOUZA, M. G. S.; TEIXEIRA, I. A. R.; VALE, L. J. S.; VALÕES, D. C. P.; CAVALCANTI, L. R.; FIGUEIRA, A. M. A.; PEDROSA, P. G. V. Viabilidade da substituição parcial do resíduo de construção civil pelo agregado miúdo nas propriedades físicas e mecânicas do concreto. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 62073-62081, 2020.

NERY, N. A.; FRIAÇA, J. O.; FREITAS, C. T. A.; BOTELHO, M. C. A.; MORAIS, M. F. S.; BRAGA, J. G. C.; AVARENGA, S. L. Lixões e os impactos causados à saúde das famílias que residem em seu entorno: uma revisão literária. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 2, p. 1-9, 2024.

OJURI, O. O.; AYODELE, F. O.; OLUWATUYI, O. E. Avaliação de risco e potencial de reabilitação de um lixão da cidade do milênio na África Subsaariana. **Gestão de Resíduos**, v. 79, p. 621-628, 2018.

ORNELAS, A. R. **Aplicação de métodos de análise especial na gestão dos resíduos sólidos urbanos**. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Análises e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

PASSOS, C. L. N.; LAFAYETTE, K. P. V.; SILVA, T. A.; SILVA, L. C. L. Riscos ambientais decorrentes da ocupação irregular: estudo de caso no bairro do Passarinho, Recife-PE. **Territorium**. v. 31, p. 21-36, 2024.

PASTOR, J.; HERNÁNDEZ, A.J. Heavy metals, salts and organic residues in old solid urban waste landfills and surface waters in their discharge areas: Determinants for restoring their impact. **Journal Environmental Management**, v. 95, p. 542-549, 2012.

PAZ, D.; LAFAYETTE, K.; SOBRAL, M. do C.; HOLANDA, M. J.; XIMENES, T. Riscos de impactos ambientais proveniente da deposição irregular de Resíduos da Construção Civil em bacias hidrográficas da Região Metropolitana do Recife. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 3, p. 325–336, 2018.

PE3D - PROJETO PERNAMBUCO TRIDIMENSIONAL. MAPEAMENTO DO TERRITÓRIO PERNAMBUCANO. 2013. Disponível em: <http://www.pe3d.pe.gov.br/mapa.php>. Acesso em: 17 set. 2023.

PEREIRA, P. B.; NUNES, H. K. B.; ARAÚJO, F. A. S. Análise multitemporal de uso, ocupação e cobertura da terra na zona Leste da cidade de Caxias/Maranhão/Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n 3, p. 1415–1428, 2021.

QUEIROZ, H. A. A.; GONÇALVES, R. M. Distribuição espacial dos valores de NDVI na faixa litorânea da Ilha de Itamaracá, PE, Brasil. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL EN PERCEPCIÓN REMOTE Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, 18., LUJÁN. **Actas...** Luján: 2017.

QUEMEL, G. K. C.; RIBEIRO, I. C.; ESTEVES, I. A.; COSTA, T. S. Revisão integrativa da literatura sobre os resíduos de serviço de saúde, com enfoque em medicamentos, e as consequências do descarte incorreto. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 45461-45480, 2021.

RECIFE. **Chuvas de verão**: Prefeitura do Recife alerta sobre riscos de leptospirose. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/09/03/2023/chuvas-de-verao-prefeitura-do-recife-alerta-sobre-os-riscos-de-leptospirose>. Acesso em: 11 fev. 2024.

ROSA, A. S.; DALMOLIN, R. S. D.; COPETTI, A. C. C. A poluição causada por aterros de resíduos sólidos urbanos sobre os recursos hídricos. **Ciência e Natura**, v. 34, n. 1, p. 107–118, 2012. DOI: 10.5902/2179460X9357.

SAA-CASTILLO, Y.; VALLEJOS-ROMERO, A.; RIVERA-MERCADO, C.; ZAHN-MUÑOZ, C.; MONDACA-MANSILLA, E. Gestión de residuos, riesgo e impactos na Islas. Una revisión de la literatura.Fronteiras: **Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 13, n. 4, p. 318-338, 2024.

SANTOS NETO, N. F.; LEITE, M. E.; GUERRA, A. L.; ANDRADE, A. E. S.; CAETANO, J. M. G.; MENDES, J. B. Planejamento das rotas de coleta de resíduos sólidos domiciliares especiais por meio de um sistema de informações geográficas para transporte. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 4, p. e4422, 2024.

SANTOS, C. L. dos; SILVA, O. G. da; VITAL, S. R. O. Mapeamento de Áreas de Risco Associadas ao Carste em Área Urbana no Município de João Pessoa-PB. **Sociedade & Natureza**, v. 34, n. 1, p. 1-18, 2022.

SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A. C.; FILMANN, G.; WALLNER-KERSANACH, M.; COSTA, V, R. Geração de resíduos sólidos pelos usuários da Praia do Cassino, RS, Brasil. **Gerenciamento Costeiro Integrado**, Itajaí, v. 3, p. 12-14, 2004.

SECTMA – SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE. **Diagnóstico do meio físico e biótico e mapa do uso e ocupação do solo do núcleo metropolitano do litoral pernambucano**. Relatório de consultoria. Recife, 2006.

SILVA, S. F.; CERQUIRA, N. A.; ALMEIDA, M. S.; SANTOS, J. C. G.; SOUZA, I. M. F.; SILVA, E. V. C.; BARRETO, L. A. F.; NATALINI, J. T. C. Avanços Na Gestão e Sustentabilidade dos Resíduos da Construção Civil: uma revisão bibliométrica e bibliográfica. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 13, n. 2, p. 1-22, 2024.

SOUSA, N. M.; NASCIMENTO, E. C.; FIGUEIREDO, A. A. O.; ALMEIDA, M. F. Mapeamento de resíduos em projeto: atitude e comportamento dos projetistas para adoção de projetos sustentáveis. **Revista Produção Online**, v. 21, n. 3, p. 709-725, 2021.

TOMAZI, P. S.; DINIZ, V. W. B. Avaliação físico-química das águas da praia do Caripi – Barcarena/PA. **Braz. J. Aquatic. Sci. Technol.** v. 28, n. 1, p. 1-5, 2024.

VALENÇA, L. M. M. **Geologia e recursos minerais da Folha Itamaracá**. SB.25-YC-VI. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2017.

VASCONCELOS FILHO, A. G. F.; DUTRA, A. P.; MENEZES, I. P. B.; MOURA, M. R. F.; CABRAL, P. F. G. S. Impactos do descarte irregular dos resíduos sólidos no canal do Arruda Recife-PE. **Revista Científica ANAP Brasil**, São Paulo, v. 16, n. 39, p. 94-104, 2023.

Recebido: 27/04/2024

Aceito: 01/06/2025