

AEROLEVANTAMENTO POR DRONE APLICADO A ESTUDO DE ESGOTOS A CÉU ABERTO EM ÁREA DE ENCOSTA: O CASO DO ALTO DO PIQUIRI EM RECIFE-PE

João Victor Teixeira de Melo¹
Fernando da Silva Alexandre²
Renilson Pinto da Silva Ramos³
Adriani Cavalcante Azevedo⁴
Gabriella Falcão de Oliveira⁵
Felipe Alcantara de Albuquerque⁶

INTRODUÇÃO

No Brasil a Lei nº 14.026, sancionada em 15 de julho de 2020, atualizou o Marco Legal do Saneamento Básico, que havia sido originalmente instituído pela Lei nº 11.445 em 2007, conhecida como a “Lei do Saneamento”. Esse Novo Marco permite a criação de blocos de referência para a prestação regionalizada dos serviços, além de estabelecer a obrigatoriedade de conexão dos usuários à rede pública de saneamento quando disponibilizada (PAGININI, 2021).

A Região Metropolitana do Recife (RMR) é marcada por um alto adensamento populacional, e o saneamento representa um dos maiores desafios da área. O lançamento de esgotos domésticos sem o devido tratamento tem gerado impactos significativos na saúde da população (TEIXEIRA, 2021). A falta de infraestrutura adequada para o tratamento e disposição final dos esgotos resulta em impactos no meio ambiente, na saúde pública e na qualidade de vida dos seus habitantes. No contexto urbano, a cultura de deposição de resíduos se manifesta em toda a cidade, independentemente da classe social ou localização, com as pessoas aceitando passivamente a presença do lixo em seu entorno (ALVES, 2022). Hoje surge como possibilidade a utilização e tecnologias de drone para identificação de esgotos a céu aberto.

Esta área, caracterizada por uma densa ocupação urbana e pela falta de infraestrutura adequada de saneamento, serve como um exemplo representativo. A

¹Cursando o Curso Técnico em Meio Ambiente do Instituto Federal de Pernambuco – PE, jvmelo25@gmail.com

²Doutorando em Geografia na Universidade de Pernambuco – PE, Fernando_alexandre@caroatopoagri.com.br

³Doutorando em Geografia na Universidade Federal do Ceará – CE, renilsonramos@alu.ufc.br

⁴Graduada em Geografia pela Universidade de Pernambuco-PE, adrianaazevedo21@gmail.com

⁵Mestre em Saúde e Desenvolvimento Socioambiental-PE, gabriellaf495@gmail.com

⁶Doutor em Tecnologia Ambiental e Engenharia de Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pernambuco-PE, felipe.albuquerque@garanhuns.ifpe.edu.br

escolha da Alto do Piquiri para este estudo se deve à sua relevância como uma área vulnerável, onde a presença de esgotos a céu aberto pode impactar a saúde pública e a qualidade de vida dos moradores.

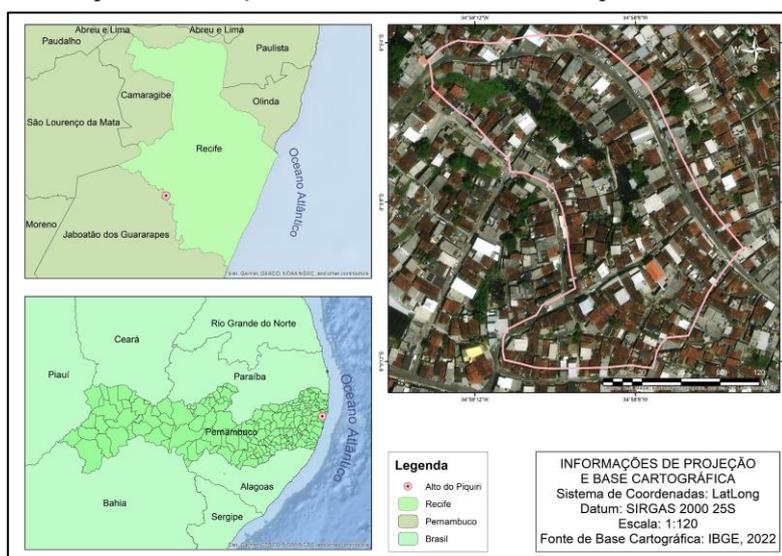
O desequilíbrio climático tem prejudicado a qualidade de vida das populações vulneráveis que residem em encostas e áreas periféricas das cidades, especialmente em cidades turísticas. Nessas regiões, a sazonalidade e a concentração de renda acentuam as desigualdades, tanto econômicas quanto sociais, e fazem com que a segurança e os serviços urbanos sejam priorizados para a população temporária, em detrimento dos moradores locais (WIESINIESKI, 2024).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficácia do uso de dados de altíssima resolução auferidas por meio de uma aeronave remotamente pilotada na identificação de esgotos a céu aberto.

ÁREA DE ESTUDO

A área de encosta do alto do Piquiri tem no seu último censo, cujo código do setor utilizado para esse estudo é “261160605220169” tem 236 Domicílios particulares permanentes ou pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes. 788 Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes uma média de 3,34 número de moradores em domicílios particulares permanentes, com valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes 442,54 R\$ (IBGE, 2010), a localização pode ser vista na figura 1:

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo 'Alto do Piquiri' e setor censitário.



Elaborado por: Os autores, 2024.

A rotina acelerada e as pressões das demandas diárias fazem com que problemas significativos, como o acúmulo de resíduos, passem despercebidos. Esse cenário reflete uma sociedade que convive de forma indiferente com o acúmulo de lixo, uma situação que pode ser descrita como uma “cornucópia do lixo” (ALVES, 2022).

Observa-se uma certa discrepância entre o crescimento urbano e o desenvolvimento econômico, caracterizada pela falta de infraestrutura adequada, como bens de consumo coletivo e habitações, o que resulta na expansão de áreas urbanas sem condições mínimas de qualidade de vida. Esse processo também acarreta uma significativa degradação do meio ambiente natural (BORELLI, 2007).

As deficiências no saneamento básico geram prejuízos significativos à saúde, aumentam o absenteísmo no trabalho, impactando a renda da sociedade, e também elevam os custos do sistema público de saúde. Além disso, essas carências têm efeitos diretos sobre a saúde e a qualidade de vida da população. Em áreas urbanas densamente povoadas, como Recife, a gestão inadequada dos esgotos é exacerbada pela urbanização desordenada e pela falta de infraestrutura adequada de saneamento (DALL’AGNOL, 2020).

No final dos anos 70, houve um crescente interesse no estudo das doenças infecciosas, visando encontrar soluções e estratégias para seu controle. Com isso, as enfermidades foram classificadas de acordo com sua via de transmissão, ciclo, e agrupadas conforme o agente causador, como vírus, bactérias, protozoários ou helmintos. Essa classificação permitiu uma melhor compreensão da propagação das doenças relacionadas ao saneamento, tornando-se uma ferramenta para o planejamento de intervenções e mitigação de impactos na saúde pública. Além de demonstrar as vias de transmissão, essa classificação também apresenta as principais estratégias de controle ambiental para tais enfermidades (DALL’AGNOL, 2020). Conforme ilustrado nos quadros 1, e 2.

Quadro 1 - Classificação ambiental das infecções relacionadas com a água Categoria Infecção

	Infecção
1- Feco-oral (ingestão de água ou contato com a água)	Diarreias e disenterias
	Disenteria amebiana
	Balantidíase
	Enterite campylobacteriana
	Cólera
	Criptosporidiose
	Diarreia por Escherichia coli
	Giardíase
	Diarreia por rotavírus
	Salmonelose

	Shigelose (disenteria bacilar) Yersinose Febres entéricas Febre tifoide Febre paratifoide Poliomielite Hepatite A Leptospirose
2- Relacionadas com a higiene Infecções da pele e dos olhos Outras	Doenças infecciosas da pele Doenças infecciosas dos olhos Tifo transmitido por pulgas Febre recorrente transmitida por pulgas
3- Baseada na água Por penetração na pele Por ingestão	Esquistossomose Difilobotríase e outras infecções por helmintos
4- Transmissão por inseto vetor Picadura próxima à água Procriam na água	Doença do sono Filariose Malária Arboviroses Febre amarela Dengue Leishmaniose

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol, (2020).

O Quadro 1 apresenta as doenças relacionadas à água, organizadas em quatro categorias, as quais são definidas com base nos mecanismos de transmissão dessas enfermidades.

- transmissão hídrica: ocorre quando o patogênico se encontra na água que é ingerida;
- transmissão relacionada com a higiene: identificada como aquela que pode ser interrompida pela implantação de higiene pessoal e doméstica;
- transmissão baseada na água: caracterizada quando o patogênico desenvolve parte de seu ciclo vital em um animal aquático;
- transmissão através de um inseto vetor: na qual insetos, que procriam na água ou cuja picadura ocorre próximo a ela, são os transmissores.

Quadro 2 – Classificação das enfermidades infectoparasitárias relacionadas com os resíduos

	Doenças	Controle
1- Doenças relacionadas com os insetos vetores	- Infecções excretadas transmitidas por moscas ou baratas - Filariose - Tularemia	- Melhoria do acondicionamento e da coleta do lixo - Controle de insetos
2- Doenças relacionadas com os vetores roedores	- Peste - Leptospirose - Demais doenças relacionadas à moradia, à água e às excretas, cuja transmissão ocorre por roedores.	- Melhoria do acondicionamento e da coleta do lixo - Controle de roedores

Fonte: Adaptado de Dall'Agnol, (2020)

Fatores ambientais que contribuem para a infestação de roedores em comunidades carentes com alto risco de transmissão de leptospirose, aspectos como a falta de saneamento básico, acúmulo de lixo e condições precárias de moradia. Esses fatores são determinantes para o aumento da população de roedores, os quais atuam como vetores da doença, intensificando o risco de surtos em áreas vulneráveis.

METODOLOGIA

A análise de esgotos a céu aberto na Alto do Piquiri e seus possíveis focos de riscos à saúde relacionadas podem se utilizar de metodologias expeditas e de baixo custo. A utilização de tecnologias de drone se encaixa bem neste contexto, fornecendo dados precisos para análise. Podem ser integrados em sistemas de informação geográfica (SIG) para melhores resultados.

Foi-se utilizado como base para análise desses pontos visíveis de esgoto a céu aberto área de encosta chamada Alto do Piquiri com imagens captadas por drone e analisado o ortomosaico em escala 1:500.

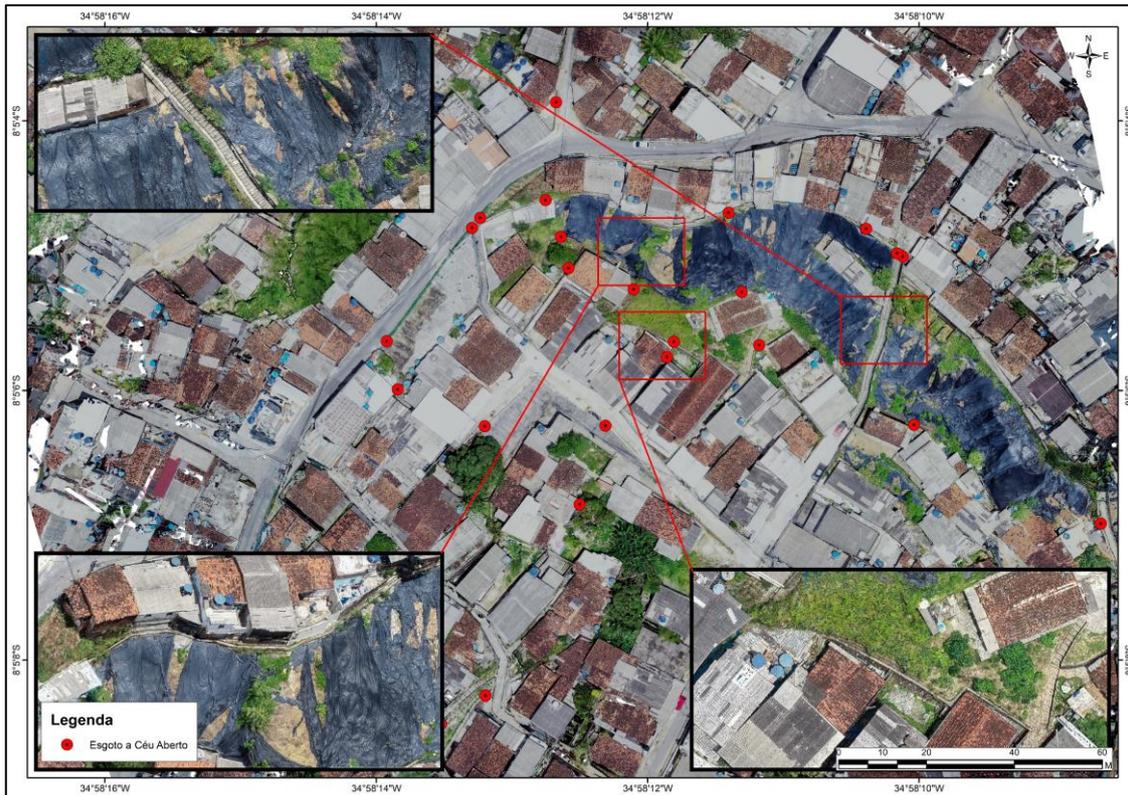
Plano de voo realizado no *software* DroneDeploy com o drone PHANTOM 4 PRO. Para processar as imagens foi utilizado os *softwares* *Agisoft Metashape Professional (64 bits)*, *QGIS 3.34.3* e *ArcGIS 10.4*. Para a identificação dos esgotos a céu aberto foi utilizado métodos de fotointerpretação. Para análise das condições ambientais foi utilizado os trabalhos de Dall’Agnol (2020) e Oliveira (2022).

RESULTADOS

Comparativo de Distância entre Esgotos e Casas, Foco Doenças Relacionadas

Pesquisas mostram que a proximidade das residências aos esgotos a céu aberto em áreas urbanas, como Recife, aumenta significativamente a incidência de doenças infecciosas e parasitárias.

Figura 2. Esgotos a céu aberto.



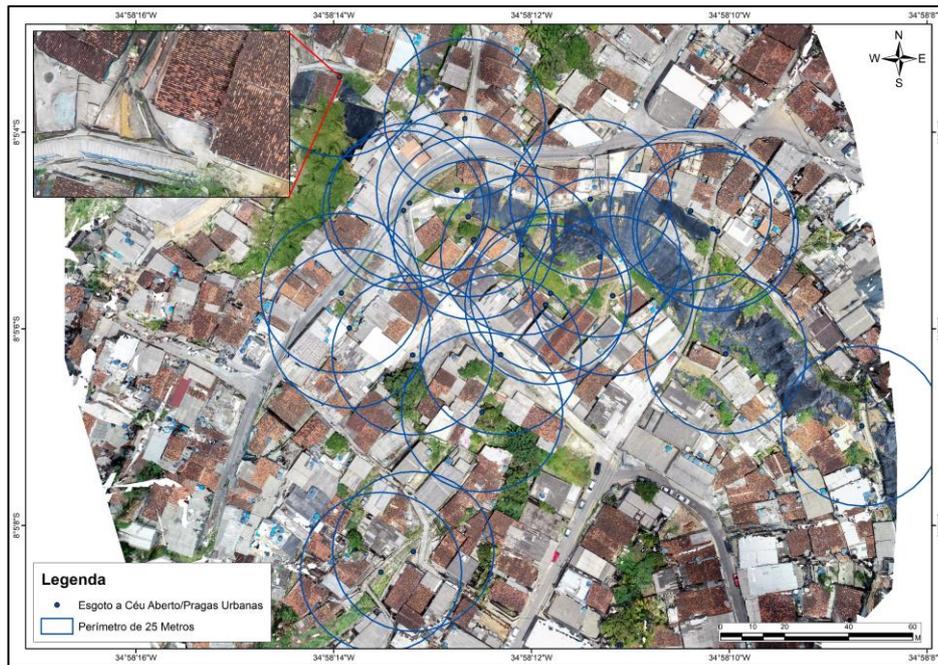
Elaborado por: Os autores, 2024.

Impacto da Proximidade dos Esgotos

O estudo revelou que a infestação por roedores nos domicílios estava inversamente relacionada à distância da moradia a pontos de esgoto a céu aberto. O risco de infestação aumentava significativamente em habitações situadas a até 25 metros de um esgoto a céu aberto, indicando uma correlação direta entre a proximidade dessas áreas e a presença de roedores e pragas advindas de esgotos a céu aberto. (DALL'AGNOL, 2020).

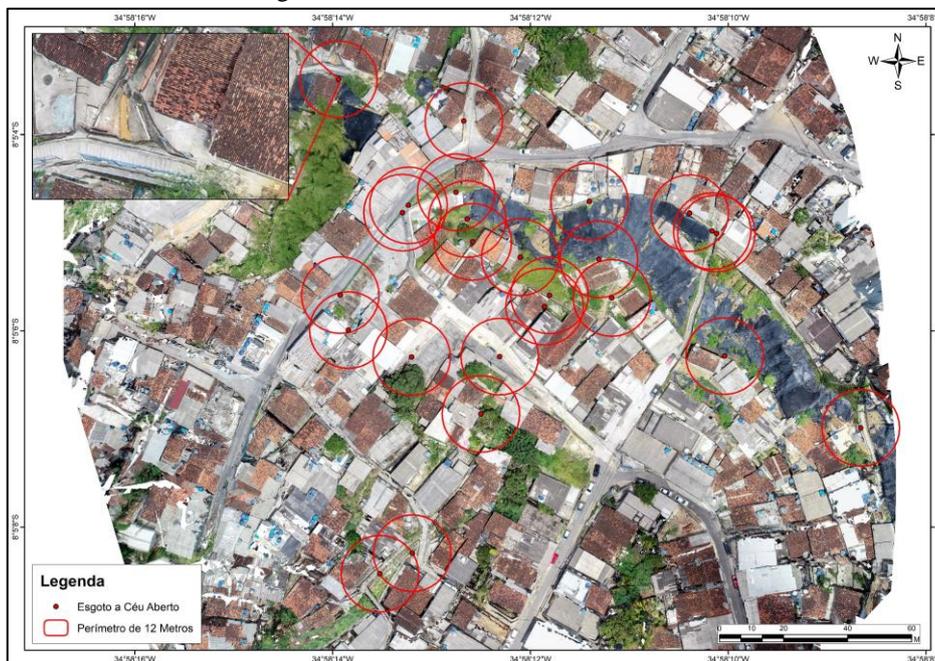
O lançamento de esgotos domésticos no subsolo é uma prática antiga, registros arqueológicos indicam que, há cerca de 6.000 anos, os habitantes de Suméria, na região sul do antigo Império Caldeu, já utilizavam covas com profundidade variando entre 12 e 15 metros para descartar seus esgotos (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2020). Os resultados obtidos evidenciam uma correlação entre a proximidade das habitações aos esgotos a céu aberto e a possibilidade de doenças infecciosas, parasitárias, e presença de fauna sinantrópica, como roedores. A análise destacou que residências situadas a menos de 25 metros de esgotos apresentam um risco significativamente maior de infestação e contato com efluentes contaminados, corroborando a necessidade de intervenções de saneamento básico.

Figura 3. Risco de infestação fauna sinantrópica,



Elaborado por: Os autores, 2024.

Figura 4. Contato direto com efluentes.



Elaborado por: Os autores, 2024.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo conduzido na área de encosta Alto do Piquiri, por meio de técnicas de drone e fotointerpretação de esgotos a céu aberto, revela riscos a saúde e pontos de melhoria. A utilização de drones para captura de imagens aéreas e subsequente análise através de sistemas de informação geográfica (SIG) demonstrou-se uma ferramenta eficaz para identificar e monitorar áreas como as observadas neste estudo.

Além dos impactos diretos na saúde, a situação observada no Alto do Piquiri reflete um cenário mais amplo de vulnerabilidade socioambiental, comum em regiões de ocupação urbana densa e desordenada. A falta de infraestrutura adequada não só degrada o meio ambiente, mas também compromete a qualidade de vida e saúde.

Portanto, o presente estudo propõe a utilização de drones para identificação de esgotos a céu aberto e estudos relacionados.

Palavras-chave: ARP; SIG; identificação de esgoto a partir de drone; Vulnerabilidade social.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. B.; la um comparativo entre o setor centro e bairros periféricos do setor norte da cidade de Patos-PB; os riscos e vulnerabilidades relacionados. **Revista Campo da História**, 2022.

BORELLI, E. Urbanização e qualidade ambiental: o processo de produção do espaço da costa brasileira. **Revista Internacional Interdisciplinar Interthesis**, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 1-27, 2007

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

WIESINIESKI, L. C. B. D. S. **Planejamento territorial participativo para o ecossistema urbano-turístico**: uma construção coletiva com a comunidade de São Jorge na Chapada dos Veadeiros/GO. 2024.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (Brasil). Capítulo 3: Rede de esgotos sanitários. In: **Manual de saneamento**. Brasília: FUNASA, 2020. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/funasa/capitulo_3.pdf. Acesso em: 12 ago. 2024.

PAGANINI, W. da S.; BOCCHIGLIERI, M. M. O novo marco legal do saneamento: universalização e saúde pública. **Revista USP**, n. 128, p. 45-60, 2021.

TEIXEIRA, S. F.; MELO, G. V. de; LUZ, G. C. B. da; CAMPOS, S. S. Coleta e tratamento de esgoto dos municípios de grande porte da Região Metropolitana do Recife: ameaça à saúde pública. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 2, p. 4391-4400, 2021.