

15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

UTILIZAÇÃO DO GOOGLE EARTH PRO PARA ANÁLISE DA VOÇOROCA DO JARDIM PETRÓPOLIS - GARANHUNS (PE)

Dorgival Ferreira Lima Filho ¹

Kleber Carvalho Lima ²

RESUMO

A erosão do solo em áreas urbanas é um problema socioambiental relevante, especialmente quando relacionada à urbanização desordenada. As feições erosivas podem comprometer a estabilidade do solo, impactar infraestruturas e prejudicar a qualidade de vida das populações locais. Sobre esse aspecto, a utilização de tecnologias para a obtenção de dados por sensoriamento remoto tem se mostrado eficaz para o monitoramento e análise da evolução morfológica de voçorocas, permitindo uma abordagem mais precisa e dinâmica na compreensão dos processos erosivos. Este estudo analisou a evolução morfológica de uma voçoroca no bairro Jardim Petrópolis, em Garanhuns (PE), utilizando imagens históricas do Google Earth Pro (GE) e ferramentas de edição vetorial no QGIS, além de dados de campo coletados entre 2023 e 2025. O objetivo foi compreender as transformações da feição erosiva entre 2020 e 2025, identificando padrões de instabilidade, suas causas e implicações. A abordagem metodológica combinou análise multitemporal de imagens orbitais e observações in loco, destacando a eficácia das imagens do GE para análise das transformações temporal urbana. Os resultados apontam que a voçoroca se formou em 2020, após a implantação de um loteamento, seguido de grande gama de alterações morfológica no decorrer dos anos seguintes, relacionado à intensificação dos processos erosivos e formação de novas formas deposicionais. Os dados de campo evidenciaram que a ausência de saneamento básico, com o despejo de efluentes em áreas íngremes, é um fator agravante na formação de voçorocas. Conclui-se que o uso integrado de imagens históricas do GE e observações de campo permite identificar dinâmicas erosivas e suas causas, contribuindo para estratégias de prevenção e mitigação de riscos em áreas urbanas vulneráveis.

INTRODUÇÃO

A erosão do solo é um processo natural, responsável por transformar continuamente a paisagem e reconfigurar os sistemas naturais ao longo do tempo. Contudo, nas últimas décadas, esse fenômeno se intensifica de forma significativa em razão das crescentes ações humanas.

No contexto dessas transformações intensas torna-se necessário o emprego de técnicas que permitam compreender a dinâmica das feições erosivas. Neste sentido, o sensoriamento remoto (SR) surge como ferramenta promissora, ao oferecer produtos multitemporais e de alta resolução espacial, capazes de mostrar padrões de evolução morfológica a partir de imagens orbitais gratuitas e de fácil acesso.

¹ Graduando do Curso de Geografia pela Universidade de Pernambuco - dorgival.limafilho@upe.br;

² Professor Doutor, Universidade de Pernambuco-PE. kleber.carvalho@upe.br.



O presente trabalho insere-se nesse cenário ao propor a aplicação do Google Earth Pro (GE) como plataforma principal para a análise evolutiva da voçoroca localizada no bairro Jardim Petrópolis, em Garanhuns (PE).

A escolha do GE justifica-se não apenas pela disponibilidade de arquivos históricos de imagens, mas também pelos seus recursos de visualização tridimensional e geração de perfis topográficos, elementos que enriquecem a caracterização morfológica e seus resultados podem auxiliar em decisões de manejo territorial.

A área de estudo está localizada no município de Garanhuns, situado no agreste meridional do estado de Pernambuco, a aproximadamente 230 km de Recife, com extensão territorial de cerca de 458,9 km², o município possui uma população estimada em 142.506 habitantes, IBGE (2022).

Como objetivos, esta pesquisa buscou: (i) mapear em intervalos regulares de 2020 a 2025, as transformações espaciais da voçoroca; (ii) identificar fases de instabilidade e estabilidade morfológica e suas correlações com fatores ambientais e antrópicos; e (iii) avaliar o potencial do Google Earth Pro, em sintonia com o QGIS, para estudos multitemporais de erosão urbana.

O método adotado baseou-se de forma híbrida, combinando análise vetorial de imagens orbitais do GE no QGIS com observações realizadas em campo em 2023, 2024 e 2025, os quais fornecem dados suplementares sobre declividade e condições de uso e ocupação do terreno.

Os resultados demonstraram a formação e o agravamento da aceleração dos processos erosivos, que resultou na formação da voçoroca e suas implicações no modelamento do relevo, destacando formas deposicionais de sedimentos e surgimentos de outras formas erosivas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa adotou como referência metodológica os trabalhos de Lima e Lupinacci (2019), Petek et al. (2023) e Rodrigues et al. (2024), os quais enfatizam o uso de geotecnologias aplicadas à identificação e análise de feições erosivas.

O desenvolvimento desta pesquisa contou com o uso do software Google Earth Pro, versão 7.3.6.10201 (64-bit), como principal ferramenta de análise multitemporal da



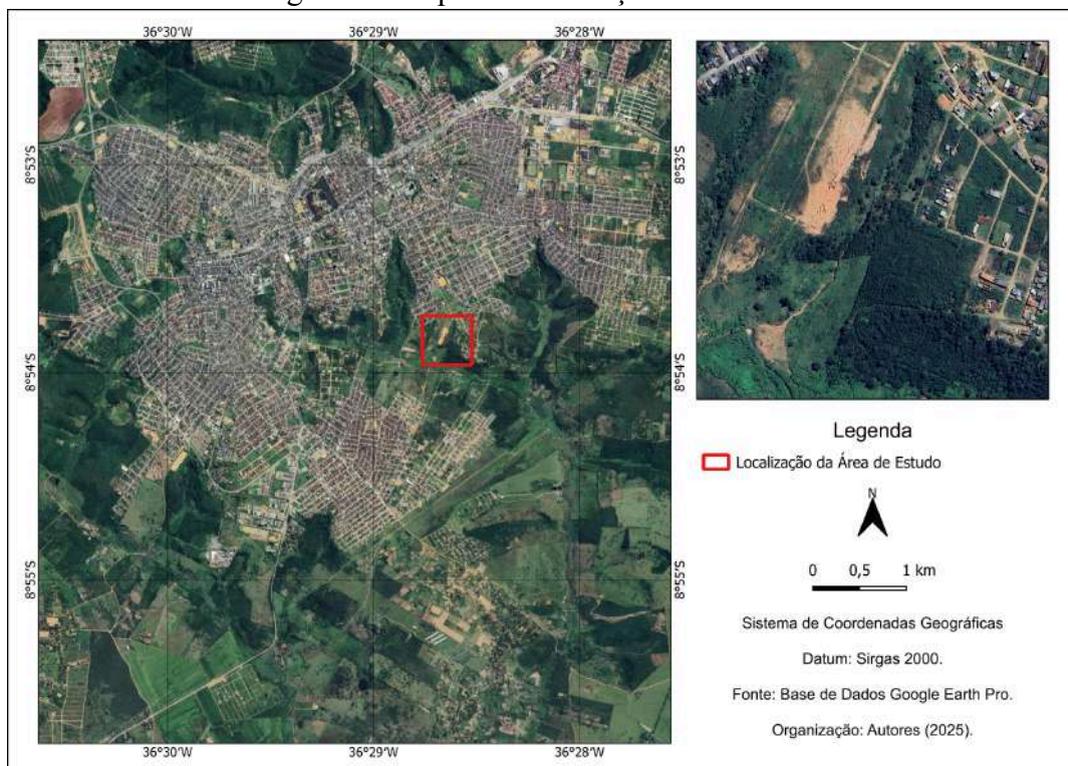
paisagem. Além disso, empregou-se o QGIS versão 3.34, para a produção e interpretação de representações cartográficas.

Foram elaborados de mapas temáticos com o intuito de apoiar a análise da área investigada. Dentre eles, destaca-se o mapa de localização; mapa de declividade e um gráfico de precipitação mensal do município adquirido pelo INMET, por meio da plataforma do Sisdagro.

A construção dos produtos cartográficos baseou-se em Modelos Digitais de Elevação (MDE), obtidos por meio da plataforma do (INPE), e de malhas territoriais referente ao ano de 2022, fornecidas pelo (IBGE).

A análise da voçoroca selecionada foi realizada por meio de imagens disponibilizadas no Google Earth Pro, entre os anos de 2020 e 2025. Escolhidas com base na disponibilidade e qualidade das mesmas, possibilitando uma avaliação temporal da evolução das feições erosivas ao longo desses anos. A voçoroca foi selecionada, com base na distribuição espacial da área urbana do município e devido a facilidade de acesso no seu entorno (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização das áreas de estudo.



Fonte: Autores, 2025.



Localizada no bairro Jardim Petrópolis, no setor Sul da cidade, caracterizada por forte pressão urbana, presença de terrenos não pavimentados e processos erosivos visivelmente avançados.

Para complementar a caracterização ambiental da área de estudo, foram feitos trabalhos de campo nos anos de 2023, 2024 e 2025 para análise da voçoroca o qual objetivou observar a evolução das formas causadas pelos processos erosivos.

Além de incorporadas informações climáticas, como o gráfico de precipitação do município, extraídas do Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (Sisdagro).

E por fim foi elaborado um conjunto de imagens orbitais sequenciais da área de estudo dos anos de 2020 a 2025 e feito seu georreferenciamento para análise temporal da evolução morfológica da voçoroca.

REFERENCIAL TEÓRICO

A crescente intensificação dos impactos ambientais nas áreas urbanas, especialmente no que se refere à degradação dos solos, tem exigido o desenvolvimento de abordagens científicas mais abrangentes, que integrem diferentes campos do conhecimento. Diante disso adota-se uma visão sistêmica segundo Bertrand (2004), o qual destaca que essa complexidade demanda interpretações que vão além das análises pontuais, exigindo um olhar sistêmico sobre os fatores naturais e antrópicos que atuam no espaço urbano.

Dentro desse contexto, os processos erosivos se destacam como um dos principais agentes de transformação do relevo, representando um desafio tanto para o planejamento urbano quanto para a conservação ambiental.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2017, p. 74), a erosão pode ser compreendida como o “processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo vento”. Quando causada pela ação da água, divide-se a erosão hídrica em laminar (escoamento difuso em lençol) e linear (escoamento concentrado que provoca incisões), conforme Santoro (2015).

É na forma de erosão linear que estão inseridas as voçorocas (Santoro, 2015), que segundo Guerra, Bezerra e Jorge (2023), são uma forma de erosão acelerada que



pode ser definida como um dos tipos de incisão, causado pelo escoamento superficial linear, ou concentrado.

A expansão urbana não planejada e a supressão da cobertura vegetal, segundo Conceição (2023), intensificam sobremaneira esses processos, sobretudo em relevo acidentado. Florenzano (2008), ressalta a necessidade de se considerar os fatores geomorfológicos e climáticos locais para avaliar a suscetibilidade dos terrenos à erosão.

Ademais, a erosão manifesta-se em diferentes modalidades — laminar, linear, sulcos, ravinas e voçorocas — cuja ocorrência depende da intensidade pluviométrica, da ação eólica, da declividade e do tipo de solo. Ramos (2020) demonstra que o exame espacial e temporal dessas feições erosivas é fundamental para mensurar o grau de vulnerabilidade de áreas urbanas e rurais, indicando que terrenos expostos, sem planejamento adequado e com inclinações acentuadas apresentam maior criticidade. Dessa forma, a erosão evidencia-se como resultado de uma complexa interação entre fatores físicos e sociais.

Desse modo a aplicação de tecnologias como o (SR) para a obtenção de dados revela-se extremamente eficiente no acompanhamento e na avaliação da evolução morfológica dessas das voçorocas. Lima e Lupinacci (2019) enfatizam que tais ferramentas asseguram um entendimento acurado e dinâmico dos processos erosivos, graças à gratuidade de parte dos dados disponíveis online.

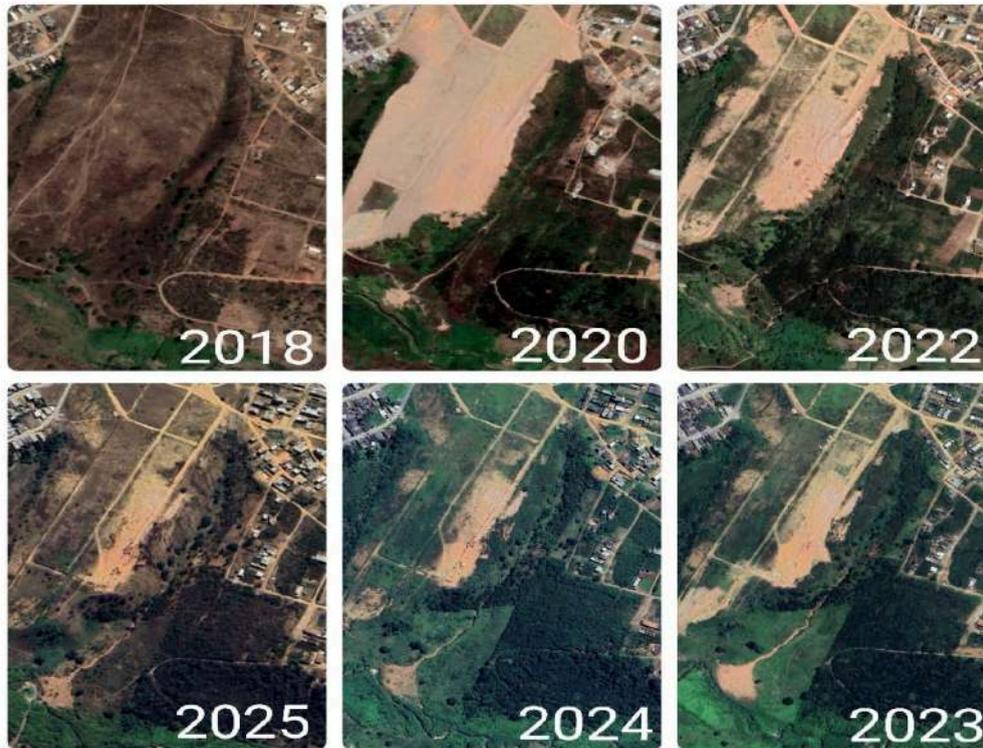
Além disso Petek (2023), ressalta-se que a elevada qualidade das informações atualmente acessíveis como o Google Earth Pro®, oferece imagens provenientes de diversos satélites, torna-se eficaz, viabilizando o levantamento e mapeamento dessas feições erosivas principalmente das voçorocas em diferentes escalas temporais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para compreender a complexidade e a dinâmica dos processos erosivos, torna-se necessário adotar métodos que possibilitem visualizar tais mudanças de maneira sistemática e contínua. O sensoriamento remoto, nesse contexto, surge como uma ferramenta estratégica, oferecendo recursos técnicos e operacionais que permitem análises precisas e abrangentes, graças à diversidade de dados e tecnologias aplicáveis a diferentes áreas do conhecimento voltadas à solução de problemas ambientais.

Nesse sentido a inclusão da sequência de imagens orbitais (Figura 2) reforça de modo visual o papel do sensoriamento remoto na captura sistemática das transformações morfológicas ao longo dos anos.

Figura 2 - Sequência de imagens do Google Earth Pro.



Fonte: Autores, 2025.

De forma sequencial, em 2018 (Figura 2) a voçoroca estava em possível ponto de equilíbrio dinâmico, identificando-se que a evolução morfológica inicia-se no período de 2020, após a retirada da cobertura vegetal do solo, para a implantação de um loteamento, se modificando até 2025, sua complexidade estrutural. Nota-se nitidamente as alterações no contorno e no entorno da feição erosiva, desde o estágio inicial instável, quando ainda se configurava como uma ligeira incisão no terreno, até a consolidação de canais secundários e deposição de sedimentos em sua base (cone de dejeção).

Em 2022, influenciado por chuvas intensas, houve expansão do canal principal e formação de sulcos secundários junto às encostas, característica típica da erosão linear descrita por Santoro (2015).

Em 2023 e 2024, observa-se aprofundamento e alargamento progressivos do canal, e a existência do cone de dejeção sinalizando processos deposicionais e início de um possível ciclo de consolidação local. Em 2025, a feição revela a coexistência de



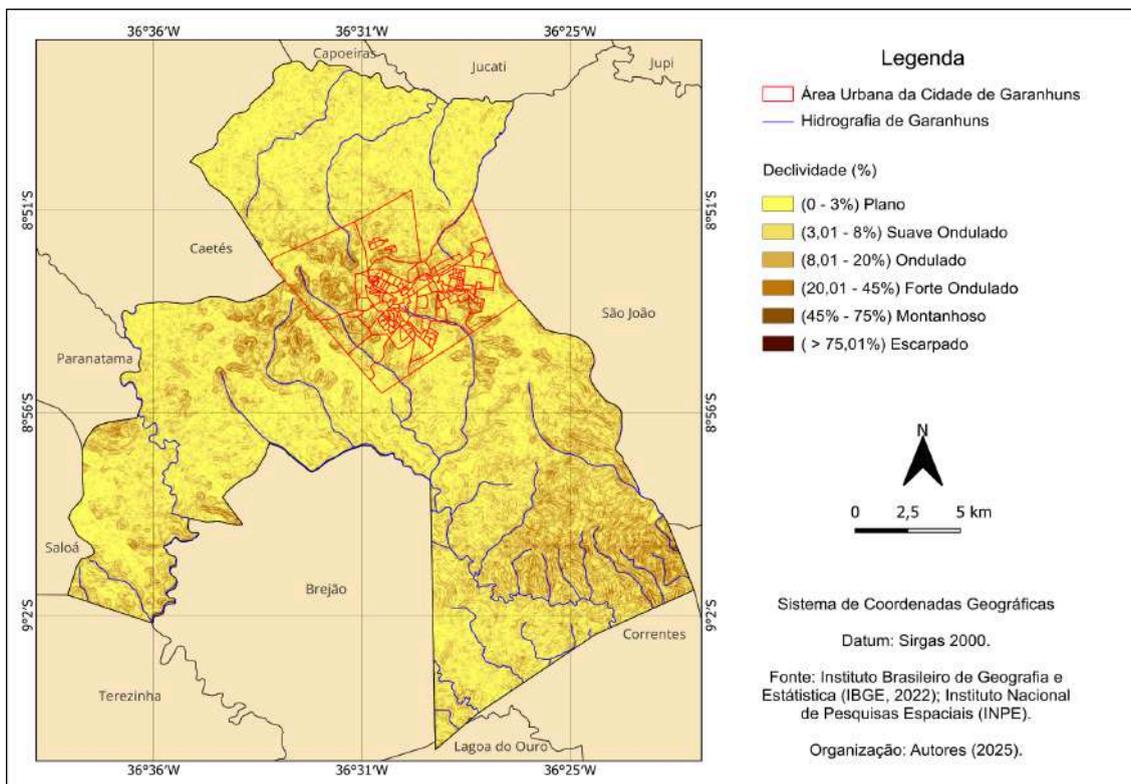
15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

processos ativos de escavação nos trechos superiores da encosta e deposição no terço inferior, devido a forma deposicional do cone de dejeção.

Dentre os elementos mais determinantes, Tonello et al. (2005) enfatizam a influência da declividade, pois terrenos com maiores inclinações favorecem o aumento do escoamento superficial e, conseqüentemente, ampliam a vulnerabilidade à erosão, sobretudo em zonas urbanas ou em expansão desordenada.

Diante disso para compreender a variação do relevo foi elaborado um mapa de declividade para o município (Figura 3). Esse mapeamento classificou o terreno em sete intervalos distintos de inclinação, com base nos critérios estabelecidos pelo manual técnico da Embrapa.

Figura 3 - Mapa de declividade do município de Garanhuns-Pe.



Fonte: Autores 2025.

A análise do relevo no município de Garanhuns revelou que grande parte do território apresenta inclinações que variam de planas a suavemente onduladas, com predominância dessas formas no setor norte do município.

Contudo, observa-se a ocorrência expressiva de áreas com declividades mais acentuadas sobretudo nas extremidades do perímetro urbano e em porções localizadas

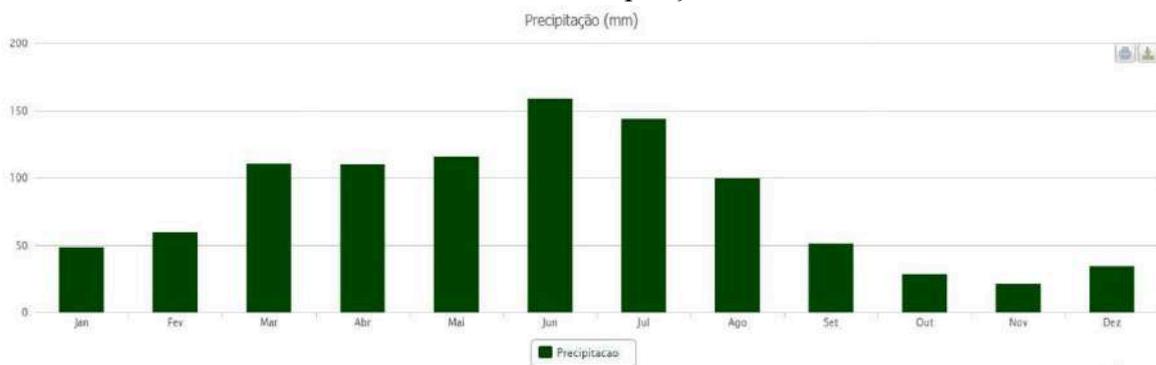


ao noroeste e sudeste, regiões onde se concentram as principais feições erosivas analisadas neste estudo.

Na investigação dos elementos naturais que condicionam a dinâmica geomorfológica, os aspectos climáticos, especialmente a precipitação, assumem papel central devido à sua estreita ligação com a intensificação dos processos erosivos.

Para compreender essa influência, foram analisados dados de precipitação obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), por meio da plataforma do Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (Sisdagro). A partir desses registros, foi possível traçar o padrão de distribuição mensal das chuvas, oferecendo subsídios para interpretar os períodos de maior vulnerabilidade à erosão no município.

Gráfico 1 - Precipitação.



Fonte: Sisdagro (2025).

Os dados indicam que o período mais chuvoso se concentra no primeiro semestre, com ênfase no mês de junho, que apresenta o maior índice pluviométrico, ultrapassando 160 mm. Ainda nos meses de julho e março, os volumes de chuva se mantêm elevados, com registros superiores a 140 mm e 110 mm, respectivamente.

Durante os períodos de maior precipitação, o aumento do escoamento é intensificado em terrenos inclinados, o que eleva o risco de degradação do solo. As áreas apontadas no mapa de declividade como de inclinações mais acentuadas apresentam maior propensão à ocorrência de processos erosivos, sobretudo nas bordas do perímetro urbano, onde a ocupação irregular e a ausência de manejo adequado do solo agravam a situação.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sistematização dos resultados permitiu identificar com clareza as fases de desenvolvimento da feição erosiva, associadas a fatores naturais (declividade e regime pluviométrico) e antrópicos (ocupação irregular e supressão vegetal).

Diante disso nota-se que a dinâmica erosiva entre os anos de 2020 e 2025 apontou uma progressão significativa da voçoroca, com variações espaciais e morfológicas que seguem padrões coerentes com os modelos apresentados, especialmente os de Guerra, Bezerra e Jorge (2023) e Ramos (2021). As fases de incubação, aceleração e consolidação foram detectadas com base em registros multitemporais e contribuíram para uma compreensão mais aprofundada do comportamento erosivo em áreas urbanas de relevo acidentado.

Do ponto de vista metodológico, o uso articulado do Google Earth Pro e do QGIS demonstrou ser uma alternativa eficaz e de baixo custo para análise dos processos geomorfológicos em contextos urbanos. Com sua precisão técnica, essas ferramentas se mostram acessíveis a todos, o que amplia as possibilidades de aplicação prática em projetos.

Palavras-chave: Sensores orbitais, Morfologia do relevo, Erosão linear.

REFERÊNCIAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 10ª edição. São Paulo: ícone, 2017. 389 p.

BERTRAND, G. *et. al.* Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. R. RA'E GA, Editora **UFPR**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

CONCEIÇÃO, D. N. Identificação e mapeamento de áreas suscetíveis a movimentos de massa e inundações/alagamentos na área urbana de Maceió, Alagoas. 114 f.

Dissertação (Mestrado em Geografia) **Universidade Federal de Alagoas**, Maceió. 2023. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/13978> Acesso em: 25 jan. 2025.

FLORENZANO, T. G. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2008.



GUERRA, A. J. T.; BEZERRA, J. F. R.; JORGE, M. C. O. Recuperação de voçorocas e de áreas degradadas, no Brasil e no mundo - estudo de caso da voçoroca do Sacavém - São Luís – MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 24, n. 00, 2023.

Disponível em: <https://rbg.emnuvens.com.br/rbg/article/view/2306>. Acesso em: 16 jan. 2025.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados de precipitação da estação meteorológica de Garanhuns (PE)**. Plataforma: Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária – Sisdagro. Disponível em:

<https://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/index>. Acesso em: 15 fev. 2025.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Modelo Digital de Elevação (MDE)**. São José dos Campos: INPE. Disponível em:

<https://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 05 fev. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Garanhuns – PE: panorama. 2022. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/garanhuns>. Acesso em: 15 jan. 2025.

LIMA, K. C.; LUPINACCI, C. M. Cartografia de alterações antrópicas em redes de drenagem semiáridas: possibilidades de avaliação por meio de imagens Google EarthTM. **Ar@cne**, nº 237, p. 1-18, 2019.

PETEK, O. J. D. A.; JACINTO, M. A. S.; BATISTA, T. S.; MARTINS, J. B.; VAZ, A. P. M. S.; BARROS, R. S.; Uso do "Google Earth Pro" no mapeamento de voçorocas na área urbana de Buriticupu (MA), Brasil. **Revista Contribuciones a las ciencias sociales**, São José dos Pinhais, v.16, n.11, p. 27700-27716, 2023. Disponível em:

<https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/2703>. Acesso em: 3 de fev. de 2025.

RAMOS, R. P. S. Análise da dinâmica de risco à erosão no município de Garanhuns-PE. 175 f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – **Universidade Federal da Paraíba**, João Pessoa. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/20976>
Acesso em: 15 out. 2024.

RODRIGUES, M. et al. Análise morfológica de voçoroca urbana por meio de imagens Google Earth Pro na cidade de Garanhuns - Pernambuco. In: **Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. UFPB, João Pessoa. 2024. Disponível em:

<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/117933>. Acesso em: 14 abr. 2025.

SANTORO, J. Erosão continental. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (org.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, cap. 4, p. 53–70. 2015.

TONELLO, K. C. Análise hidrosedimental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas – Guanhães/MG. 2005. 69 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) – **Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, MG, 2005.