



## MAPEAMENTO DE PROCESSOS DE VOÇOROCAMENTO NO MUNICÍPIO DE MACEIÓ - AL

Pedro Henrique Gomes da Silva <sup>1</sup>  
Yasmin Maria de Aguiar Omena <sup>2</sup>  
Bruno Ferreira <sup>3</sup>

### RESUMO

Voçorocas são processos naturais que podem ser intensificados pela ação antrópica, sua origem pode resultar da associação de fatores como declividade do relevo, ocorrência de chuvas intensas e presença de solo exposto ou estar associada a fatores como despejo irregular de efluentes, descarte inadequado de lixo e escavações em encostas. O presente estudo buscou analisar a ocorrência e distribuição de voçorocas no Município de Maceió, identificando suas causas, consequências urbanas e ambientais, além de possíveis estratégias de prevenção e mitigação. Os procedimentos metodológicos consistiram no levantamento de material bibliográfico, aquisição de imagens de sensores orbitais (2002–2024). Também foram analisados dados climatológicos, a partir da elaboração do climograma de Maceió, com dados de precipitação e temperatura entre 1991 e 2020, adquiridos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. O referencial teórico adotado baseou-se na compreensão da dinâmica das voçorocas e na análise dos fatores naturais e antrópicos que contribuem para sua formação e intensificação, sob a premissa de que se tratam de cicatrizes erosivas decorrentes de processos morfodinâmicos naturais, desencadeados e/ou intensificados pelas formas de uso e ocupação das terras. Os resultados indicam que a ocupação desordenada, ausência de políticas de manejo e falta de fiscalização contribuem para a intensificação dos processos erosivos superficiais, ameaçando residências e vias públicas. O mapeamento revelou maior ocorrência de voçorocas em áreas rurais e próximas à zona costeira, como no Litoral Norte, acompanhando a expansão urbana, em áreas propensas. O estudo reforça a importância do planejamento territorial, destacando a urgência de estratégias como a estabilização de encostas, recuperação da vegetação nativa e gestão da drenagem, integradas a políticas públicas e de educação ambiental, com vistas a minimizar os impactos das voçorocas e promover o uso sustentável das terras.

### INTRODUÇÃO

As voçorocas são o estado mais avançado de cicatrizes erosivas, ocasionando perda do solo e de estocagem de sedimentos em geral, bem como, ameaça o estabelecimento e a permanência de elementos no seu entorno, sejam naturais, como corpos d'água e vegetação, ou antrópicos, como edificações públicas e privadas. Essas alterações da paisagem refletem na geodiversidade e na biodiversidade, modificando cenários e dinâmicas, o que pode assumir um risco da perda de espaços singulares. É por assumir este caráter, que os processos de voçorocamento precisam ser prevenidos, e aqueles em desenvolvimento, identificados, estudados e mitigados.

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, [pedro.gomes@igdema.ufal.br](mailto:pedro.gomes@igdema.ufal.br);

<sup>2</sup> Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, [yasmin.omena@igdema.ufal.br](mailto:yasmin.omena@igdema.ufal.br);

<sup>3</sup> Professor orientador: Dr. em Geociências, Universidade Federal de Alagoas - UFAL, [brunge2005@gmail.com](mailto:brunge2005@gmail.com);



Os motivos mais comuns para o desenvolvimento de voçorocas são a presença de solo exposto, sem cobertura vegetal ou de outra natureza, a drenagem irregular de águas pluviais e efluentes, e a declividade do relevo, visto que esta última favorece à erosão linear, causadora de sulcos, ravinas e voçorocas. Escavações também podem favorecer ao surgimento de voçorocas, uma vez que as cicatrizes deixadas podem ser erodidas por águas pluviais ou residuais.

Em áreas urbanas, as voçorocas podem assumir caráter ainda mais complexo, devido aos impactos diretos para habitações no seu entorno, e indiretos para os demais cidadãos. Dentre os problemas mais recorrentes, estão a perda de habitações e danos às estradas, dois fatores que alteram consideravelmente as dinâmicas do local, o primeiro, gerando desabrigados, já o segundo afeta o tráfego de transportes, ambos acarretando em consequências socioeconômicas, culturais e até psicológicas.

Tendo em vista os aspectos observados, faz-se necessário estudar as cicatrizes erosivas em Maceió para compreender a dinâmica dos processos erosivos em ambientes urbanos, especialmente em regiões sujeitas a intensa urbanização e manejo inadequado do solo. Essas características contribuem significativamente para a gestão ambiental, com impactos na qualidade de vida da população e na infraestrutura urbana.

Ao fornecer uma análise integrada dos fatores naturais e antrópicos que podem resultar na formação de voçorocas e suas implicações para a geodiversidade e biodiversidade em ambientes rurais e urbanos, este estudo contribui para a valorização da Geomorfologia e seu potencial gerador de conhecimentos aplicáveis ao planejamento territorial, contribuindo para uma ocupação mais sustentável do espaço.

O presente estudo buscou analisar as ocorrências e distribuição das voçorocas em Maceió, identificando suas causas, consequências ambientais e urbanas, além de propor estratégias de mitigação e prevenção. Para isso, foram localizadas e mapeadas as principais voçorocas do Município, utilizando ferramentas de geoprocessamento. Também foram identificados fatores geomorfológicos, climáticos e antrópicos que corroboram para a formação e evolução das voçorocas no Município.

## **METODOLOGIA**

A Geologia do Município, em sua porção mais urbanizada, corresponde majoritariamente à Formação Barreiras, composta por rochas sedimentares mioplestocênicas, com presença de arenitos com matriz argilosa e intercalações de siltitos e argilas (Assis;



Oliveira; Nascimento, 2021). A Geomorfologia é representada pelos tabuleiros costeiros e planícies fluviais, marinhas, fluviomarinhas e fluviolagunares (Assis; Oliveira; Nascimento, 2021), enquanto o clima é do tipo tropical quente e úmido com chuvas de outono e inverno (As') (Köppen, 1928; Cabral Júnior; Silva, 2020).

O roteiro metodológico consistiu no levantamento bibliográfico, aquisição de imagens de sensores orbitais e análise através do *software* de uso livre *Google Earth Pro*, entre os anos de 2002 e 2024. Inicialmente, foi realizada uma revisão de literatura, com foco nos processos erosivos em áreas urbanas, especialmente na formação e morfologia das voçorocas, bem como, nos fatores condicionantes naturais e antrópicos que contribuem para sua evolução. A classificação morfológica das voçorocas observadas baseou-se na proposta tipológica de Vieira (2008), que categoriza as feições em formas lineares, ramificadas, bifurcadas, retangulares e irregulares, conforme a geometria da cabeceira, o número de canais e o padrão de drenagem. A análise seguiu abordagem qualitativa, a partir da interpretação visual de imagens orbitais, sem medições morfométricas diretas.

A seleção das imagens considerou critérios como resolução adequada, ausência de cobertura de nuvens, visibilidade do solo e presença de feições erosivas, o que resultou na ausência de um padrão entre os anos e meses analisados. Posteriormente, as imagens selecionadas foram processadas e georreferenciadas no *software* de uso livre *Qgis* versão 3.28.13, tendo a presença de solo exposto como critério de mapeamento.

Os resultados do mapeamento foram expressos em mapas e outros elementos visuais referentes às áreas analisadas. Também foram analisados dados climatológicos, através da elaboração de um climograma do Município, com dados de precipitação e temperatura de um período de 30 anos (1991 - 2020), com dados do site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, processados no *software Microsoft Excel*. A elaboração do climograma buscou compreender possíveis relações entre padrões pluviométricos e a ocorrência de processos de voçorocamento.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

No Brasil, as primeiras publicações específicas sobre voçorocas surgiram nos anos 1950, enquanto pesquisas mais sistemáticas começaram a se desenvolver a partir de 1970, desde então, há um crescimento nos estudos sobre o tema, abrangendo estudos morfológicos e morfométricos, análises hidrológicas, além de pesquisas que empregam técnicas tradicionais e



inovadoras para monitorar sua evolução, sem ignorar os impactos da ação antrópica na paisagem (Marchioro; Ribeiro, 2023).

As voçorocas são feições erosivas formadas por processos naturais resultantes da dinâmica entre energia e matéria no sistema hidrogeomorfológico, que pode ter sua ocorrência intensificada pela ação humana, tornando-se um problema global nas últimas décadas. Dessa forma, a ocorrência e a evolução dessas cicatrizes erosivas se relacionam com as formas de uso e ocupação da terra, destacando a retirada de vegetação nativa (Stefanuto; Lupinacci, 2024; Guerra; Bezerra; Jorge, 2023).

Sobre o tema, Amorim *et al.* (2023) afirma que a “voçoroca é um dos estágios mais avançados da erosão linear, que ocorre na superfície terrestre, e ganha maior complexidade quando em área urbana, pois a sociedade acaba por contribuir com o seu desenvolvimento, de forma a dificultar sua contenção”. Associado a isso estão os possíveis danos patrimoniais e extrapatrimoniais, o que justifica a necessidade de estudar as cicatrizes erosivas (Gutierrez et al., 2023).

Os Sistemas de Informação Geográfica - SIG e o Geoprocessamento são ferramentas essenciais no monitoramento de ambientes propícios a erosões, juntos permitem a integração e análise de dados geoespaciais e fornecem imagens detalhadas e dados espectrais da superfície terrestre (Antonelli; Louro, 2025). O uso dessas ferramentas facilita a análise das áreas afetadas, permitindo um estudo mais prático e eficiente da evolução de seus processos, além disso, auxiliam na identificação de fatores que influenciam seu desenvolvimento.

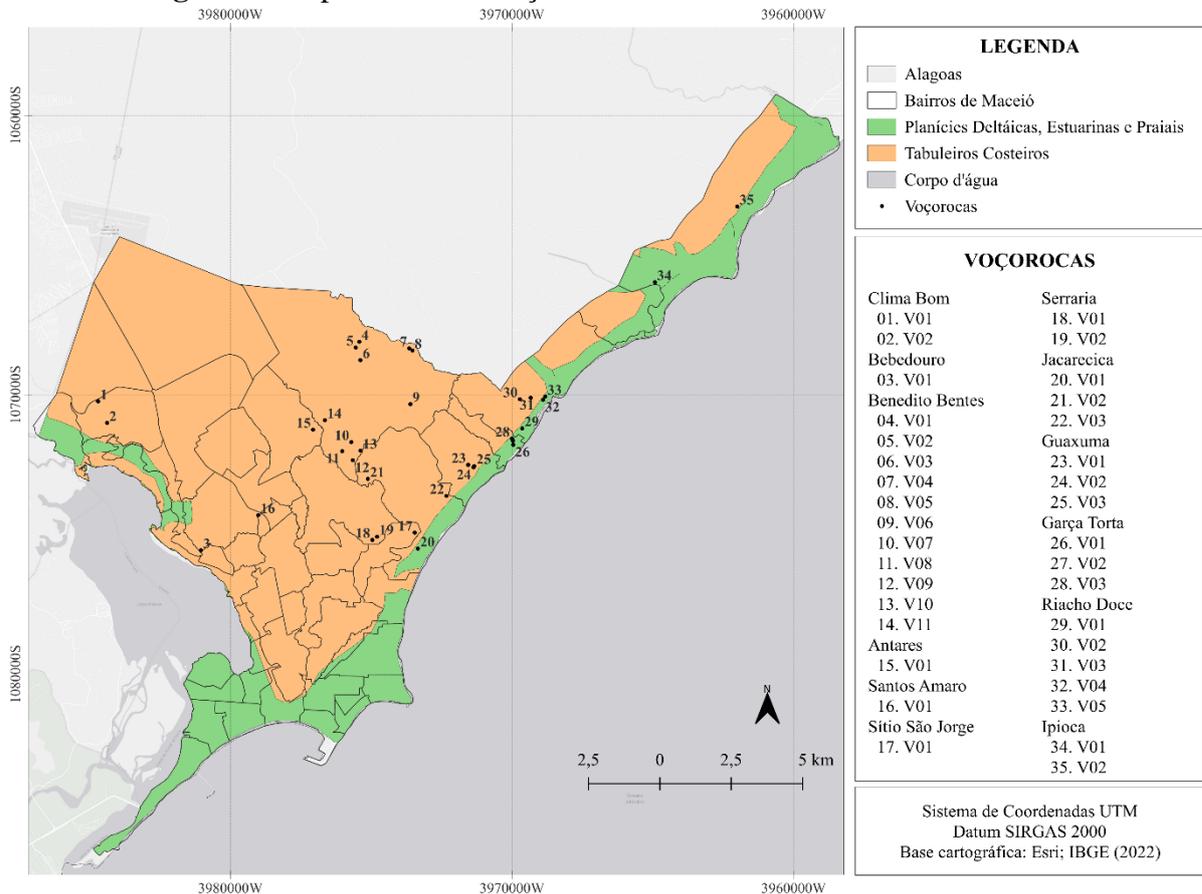
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No mapeamento das cicatrizes erosivas foram identificadas 35 ocorrências (figura 01), o que permitiu verificar importantes variações morfológicas nos processos observados nos diferentes bairros da Cidade. A tipologia morfológica de Vieira (2008), que classifica voçorocas em formas lineares, ramificadas, bifurcadas, retangulares e irregulares, conforme sua geometria espacial observada em imagens orbitais, permitiu inferir a dinâmica de evolução das feições com base em padrões de drenagem, número de canais e formato da cabeceira, mesmo sem dados morfométricos de campo.

O bairro Clima Bom apresenta duas voçorocas de morfologia irregular, das quais uma se encontra em um acelerado processo de crescimento (figura 2C), o que gera uma grande preocupação para a população local, em razão de sua proximidade com áreas residenciais e com a rodovia BR-316, eixo viário que interliga Maceió aos municípios da região

metropolitana, como Satuba, Pilar e Atalaia. Assim como em outras situações, a área segue sem implementações de medidas de contenção, o que têm colaborado para a expansão da voçoroca ao longo dos anos.

**Figura 1.** Mapeamento de voçorocas em áreas urbanas em Maceió – AL.



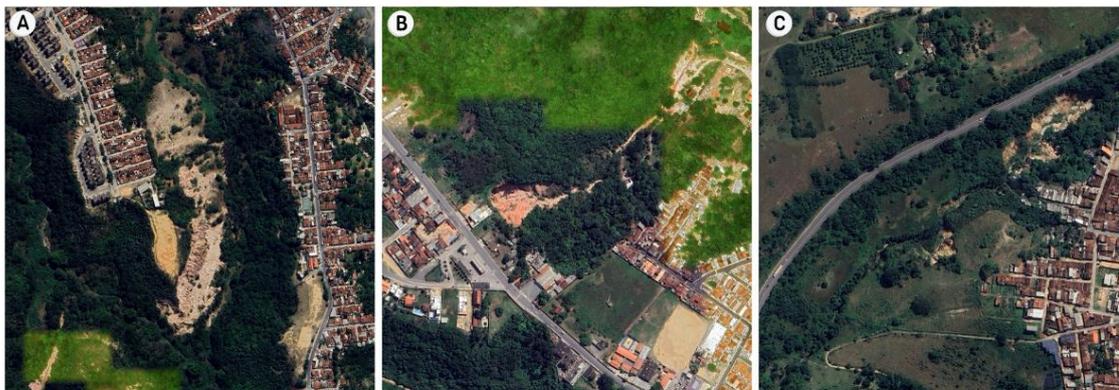
Fonte: os autores (2025).

No bairro Bebedouro, foi identificada uma voçoroca do tipo irregular (figura 2B), possivelmente associada à presença de fluxos superficiais concentrados, que atuam sobre um solo exposto. Além disso, a ausência de ações efetivas de gestão ambiental ao longo dos anos contribuiu diretamente para o agravamento do processo erosivo em questão, o transformando num cenário complexo e em expansão acelerada.

No Benedito Bentes, um dos bairros mais habitados de Maceió, foi identificada uma quantidade significativa de voçorocas, totalizando oito ocorrências, distribuídas desde áreas mais urbanizadas a regiões menos ocupadas. No bairro, foram identificadas voçorocas com diferentes características, do tipo irregulares, lineares, bifurcadas e ramificadas. A falta de uma gestão ambiental compromete tanto a estrutura do solo quanto a integridade do patrimônio local.

No Antares foram identificadas duas voçorocas com características distintas, a primeira apresenta um canal estreito e retilíneo, podendo ser classificada como voçoroca linear, a segunda é mais extensa, apresenta feições desiguais e um padrão de drenagem assimétrico, configurando uma voçoroca irregular (figura 2A). Esse bairro compreende uma frente de expansão mais interior na Cidade, recebendo diversos empreendimentos imobiliários, condomínios verticais e horizontais.

**Figura 2.** A – voçorocas irregulares no Antares; B – voçorocas irregulares em Bebedouro; C – voçorocas irregulares no Clima Bom.



Fonte: os autores (2025).

No bairro Santo Amaro, foi registrada uma voçoroca linear inserida em área urbana consolidada, com nítida escarpa e canal retilíneo inserido em área urbana consolidada. Já no Sítio São Jorge, a feição identificada apresenta cabeceira alargada e vários canais interligados, o que permite classificá-la como ramificada, com características comuns a processos erosivos mais amplos. Na Serraria, uma voçoroca com duas bifurcações principais e canais secundários foi mapeada, configurando uma forma ramificada complexa, ou bifurcada, conforme os critérios propostos por Vieira (2008).

No bairro de Jacarecica, a complexidade morfológica foi notável, identificando voçorocas com cabeceiras duplas convergentes, com canais interligados e padrão de drenagem assimétrico, que podem ser classificadas como ramificadas coalescidas (figura 3B). Também foram mapeadas feições com canais paralelos e independentes, enquadradas no tipo linear, além de uma voçoroca com cabeceira alargada e múltiplos canais conectados, indicando morfologia ramificada com padrão bem estabelecido.

Em Guaxuma, foram identificadas duas grandes feições erosivas: uma com cabeceira alargada e múltiplos canais conectados, classificada como ramificada; e outra com canal único e definido, corresponde ao tipo linear. A coexistência desses dois tipos morfológicos em um

mesmo setor caracteriza um sistema erosivo composto. Esse bairro vem passando por diversas transformações, recebendo grande volume de empreendimentos residenciais e obras de infraestrutura de transporte.

Em Garça Torta, observou-se um conjunto de voçorocas com canais estreitos, paralelos e sem conexão entre si, dispostos horizontalmente (figura 3A). Cada feição apresenta um único canal retilíneo, sem bifurcações, caracterizando o tipo linear. A disposição regular pode estar associada à atuação de drenagem difusa em encostas com ausência de cobertura vegetal.

Em Riacho Doce, pôde-se identificar duas voçorocas com cabeceiras amplas e canais e divergentes, o que justifica sua classificação como ramificadas (figura 3C). Também foram observadas feições lineares, com canal único e estreito, e outras que compõem sistemas com múltiplos canais paralelos conectados por drenagem difusa, caracterizando uma morfologia composta.

Ipioca apresentou duas situações distintas, mm uma das áreas, visualizou-se um conjunto de voçorocas lineares alinhadas horizontalmente, com canais independentes e pouco sinuosos, o que sugere ação de drenagem superficial em encosta. Em outro ponto, foi identificada uma feição com cabeceira larga e vários canais descendentes, correspondendo ao tipo ramificado, localizada próxima a uma via de circulação.

**Figura 3.** A – voçorocas lineares em Garça Torta; B – voçorocas ramificadas coalescidas em Jacarecica; C – voçorocas ramificadas em Riacho Doce.

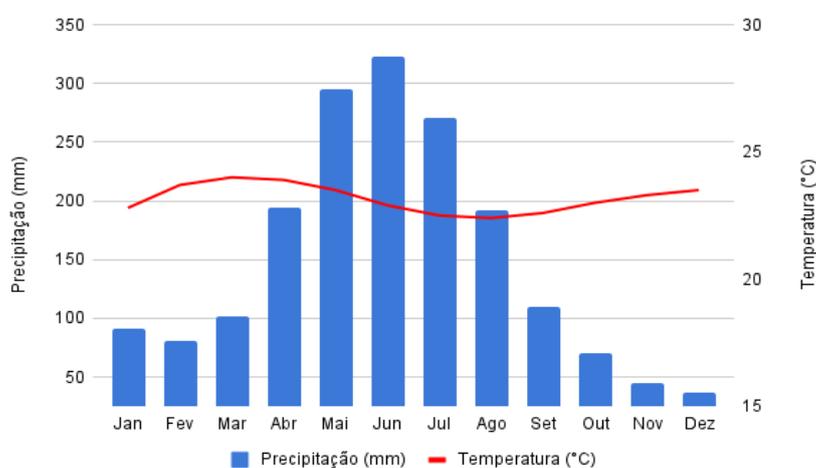


Fonte: os autores (2025).

A diversidade morfológica das voçorocas observadas reflete a interação entre fatores geológicos, geomorfológicos, climáticos e antrópicos. A análise visual com base na proposta de Vieira (2008) mostrou-se eficaz para fins diagnósticos, mesmo sem dados morfométricos. A tipologia adotada permite identificar padrões espaciais e morfológicos úteis para subsidiar ações de planejamento, contenção e mitigação de impactos em áreas urbanas e de transição.

A dinâmica climática de Maceió, associada ao tipo de ocupação, pode influenciar diretamente o desencadeamento dos processos de voçorocamento. Conforme o climograma abaixo (gráfico 1), elaborado com dados médios do INMET para o período de 1991 a 2020, observa-se um regime pluviométrico típico do clima tropical úmido (As'), com chuvas concentradas entre abril e agosto — especialmente nos meses de maio, junho e julho, todos com totais superiores a 250 mm. A temperatura média anual oscila entre 24 °C e 26 °C, permanecendo relativamente estável. Esta sazonalidade contribui para o aumento do escoamento superficial nas áreas com solos expostos, intensificando os processos erosivos.

**Gráfico 1.** Climograma de Maceió – AL (1991 – 2020).



Fonte: os autores (2025).

Essa combinação de alta precipitação sazonal, sobretudo em áreas com solo exposto e ausência de cobertura vegetal, favorece a erosão superficial e a formação de voçorocas. A maior parte das feições mapeadas localiza-se nos Tabuleiros Costeiros, que possuem relevo acidentado, solos frágeis da Formação Barreiras e baixa capacidade de retenção hídrica, o que os torna ainda mais vulneráveis durante as quadras chuvosas, especialmente de entre os meses de abril e julho.

Diante do atual contexto de mudanças climáticas, que vem intensificando a frequência e a severidade de eventos extremos, a situação merece atenção redobrada. Maceió já enfrenta anualmente episódios de alagamentos, escorregamentos e instabilidade de encostas, agravados pela ausência de uma rede de drenagem eficiente, pela ocupação irregular de áreas de risco e pela crescente impermeabilização do solo urbano. O aumento de superfícies impermeáveis reduz a infiltração da água e amplia significativamente o escoamento superficial, potencializando a ação erosiva das chuvas sobre áreas frágeis. Assim, os resultados reforçam



a necessidade de integrar as análises climáticas e geomorfológicas ao planejamento territorial, com ações voltadas à mitigação dos impactos das chuvas intensas e ao controle preventivo dos processos erosivos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo buscou compreender a distribuição, morfologia e dinâmica de evolução das voçorocas no Município, revelando a íntima relação entre fatores naturais (como relevo, tipo de solo e regime pluviométrico) e fatores antrópicos (uso e ocupação do solo, ausência de cobertura vegetal, infraestrutura precária). A análise das voçorocas evidenciou a predominância de voçorocas nos tabuleiros costeiros, especialmente em bairros com urbanização acelerada e ausência de planejamento territorial mais efetivo.

As diferentes morfologias observadas indicam variados estágios de evolução das feições, sendo agravadas em períodos de maior precipitação, como os meses de maio a julho, quadra chuvosa. A expansão urbana desordenada, combinada com a deficiência em políticas públicas de contenção e gestão ambiental, tem ampliado os impactos desses processos, comprometendo a segurança de comunidades e da infraestrutura urbana.

Os resultados reforçam a necessidade de ações integradas e preventivas, como a recuperação da vegetação nativa, o controle da drenagem pluvial, a fiscalização do uso do solo e a estabilização de encostas. Além disso, destaca-se a importância da educação ambiental como ferramenta de sensibilização e participação comunitária na prevenção dos processos erosivos. Conclui-se que a abordagem aplicada ao mapeamento de voçorocas se mostrou promissora para fins diagnósticos, bem como, o fato de que estudos futuros poderão aprofundar as análises morfométricas e mapeamentos.

**Palavras-chave:** Tabuleiros Costeiros; Cicatrizes Erosivas; Voçorocas.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores prestam seus agradecimentos ao Laboratório de Geologia – LabGeo e ao Grupo de Estudos do Quaternário do Nordeste do Brasil – NEQuat do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente – IGDema da Universidade Federal de Alagoas – UFAL.



## REFERÊNCIAS

- AMORIM, E. S.; NASCIMENTO, J. T.; SOARES, G. A. S.; GOMES, D. D. M. Detecção de formações erosivas (voçorocas) através em dados de Lidar: uma análise geomorfológica. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA*, 14. 2023, Corumbá. **Anais [...]**. Corumbá: UGB, 2023.
- ANTONELLI, T.; LOURO, V. H. A. Utilização de geotecnologias aplicadas à análise temporal de voçorocas: estudo de caso em Anhembi - SP. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 26, n. 105, p. 165–183, 2025.
- CABRAL JUNIOR, J. B.; SILVA, H. J. F. da. Classificação Climática e Repercussões Ambientais no Estado de Alagoas, Brasil. *In: NUNES, A. B.; MARIANO, G. L. (Org.). Meteorologia em Tópicos: Volume 7*. Maceió: Clube dos Autores, 2020. p. 288 - 324.
- GUERRA, A. J. T.; BEZERRA, J. F. R.; JORGE, M. do C. O. Recuperação de Voçoroca e de Áreas Degradadas no Brasil e no Mundo: estudo de caso da voçoroca do Sacavém, São Luís, MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 24, n. 00, p. 1 – 20, julho, 2023.
- GUTIERRES, H. E. P.; GIRÃO, O.; SILVA, C. S. da; GUERRA, A. J. T. Monitoramento de Voçorocas na Barragem Serro Azul: mata sul do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 24, n. 2, p. 1 – 27, maio, 2023.
- MARCHIORO, E.; RIBEIRO, L. Voçoroca no Brasil: uma abordagem espaço-temporal entre os anos 2000 e 2020. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, 2023.
- STEFANUTO, E. B.; LUPINACCI, C. M. A complexa relação entre precipitação, uso e cobertura da terra, solos e evolução de taludes erosivos de voçorocas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. 3, 2023.
- VIEIRA, A. F. G. **Desenvolvimento e Distribuição de Voçorocas em Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbanos-ambientais**. 2008. 223 f. Tese (Doutorado em Utilização e Conservação dos Recursos Naturais) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.