Diversitas Journal
ISSN 2525-5215
Volume 11, Numero 4 (Out../Dez.. 2026) p. 001 - 014
https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal

Analysis of the evolution of an erosive process: the case of the gully in the Clima Bom neighborhood, Maceió, Brazil

Análise da evolução de processo erosivo: o caso da voçoroca no bairro Clima Bom, Maceió, Brasil

VIANA, Melquisedeque da Silva[1]; SILVA, João Pedro Luiz da[2]; JUNIOR, Jeilson Rodrigues da Silva[3]; FILHO, Antonio Rodrigues de Oliveira[4]; SILVA, Ana Paula Lopes da[5]

[1] 0009-0001-0852-3370; Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA) da Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Alagoas (AL), Brasil.
Autor Correspondente: Email melquisedeque.viana@igdema.ufal.br.

[2] 0000-0002-4905-7468; Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA) da Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Alagoas (AL), Brasil. joaopedro.luiiz@gmail.com.

[1] 0000-0002-1557-2250; Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA) da Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Alagoas (AL), Brasil. jeilsonrodriguesdasilva@gmail.com.

[2] 0009-0006-1939-1795; Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA) da Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Alagoas (AL), Brasil. antoniordof@hotmail.com.

[2] 0000-0002-7263-7671; Doutora. Professora do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA) da Universidade Federal de Alagoas Maceió, Alagoas (AL), Brasil. ana.lopes@igdema.ufal.br.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

A B S T R A C T

Erosive processes are common and constitute natural elements of landscape dynamics in the various environments of the planet. Nevertheless, when they affect human populations, they come to be labeled as disasters, as classified by the Brazilian Disaster Classification and Coding System (COBRADE). In this context, the present study represents a preliminary effort to carry out the evolutionary mapping of an erosive feature (gully) that has been developing for several years in the Clima Bom neighborhood, in Maceió, Alagoas. To this end, a low-cost methodology was employed, based on the use of freely available imagery and open-source software. It was possible to verify that the erosive feature under study has been growing progressively since its first recorded occurrence in the landscape and is approaching BR-316 at an average rate of 2.5 m/year; this highway is one of the main routes connecting the state capital with some of the principal municipalities of its metropolitan region. In this sense, it can be concluded that the methodology employed proved to be effective when used for an initial diagnostic assessment, making it possible to obtain general data on the studied feature, such as area growth, evolutionary trend, and the proximity of its threat to the highway, thereby providing a basis for monitoring and planning actions.

R E S U M O

Processos erosivos são comuns e constituem elementos naturais da dinâmica da paisagem nos diversos ambientes do planeta. Ainda assim, no momento em que atingem o ser humano, passam a receber o rótulo de desastres, tipificados pela Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Nesse sentido, o presente trabalho compreende um esforço preliminar de mapeamento evolutivo de uma feição erosiva (voçoroca) que, há alguns anos, vem se desenvolvendo no bairro Clima Bom, em Maceió, Alagoas. Para tal, foi empregada uma metodologia de baixo custo, baseada no uso de imagens disponibilizadas gratuitamente e em *softwares open source*. Foi possível verificar que a feição erosiva estudada cresce progressivamente desde seu primeiro registro de ocorrência na paisagem e aproxima-se, a uma média de 2,5 m/ano, da BR-316, uma das principais vias de conexão entre a capital do estado e alguns dos principais municípios de sua região metropolitana. Nesse sentido, pode-se concluir que a metodologia empregada se mostrou efetiva quando utilizada para um diagnóstico inicial, tornando possível a obtenção de dados gerais do elemento estudado, como crescimento da área, tendência evolutiva e proximidade de sua ameaça à rodovia, servindo de base para ações de monitoramento e planejamento.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:
Submetido: 24/01/2026
Aprovado: 15/10/2026
Publicação: 04/11/2026

CC BY

Keywords:
Erosion, Gully mapping, Remote sensing, Urban planning, environment

Palavras-Chave:
Erosão, Mapeamento de voçorocas, Sensoriamento remoto, Planejamento urbano, Meio Ambiente.

DOI: 10.48017/dj.v11i4.3884

Introdução

A geomorfologia exerce um papel fundamental na interpretação das formas de relevo e nos diversos fenômenos e processos que se desenvolvem sobre ele. Entendendo o relevo como resultado das complexas interações entre os materiais superficiais e os processos geodinâmicos que ocorrem ao longo espaço e do tempo, a geomorfologia permite decifrar as feições do relevo de maneira integrada, através de uma análise que oferece informações importantes sobre a sua configuração atual (CHRISTOFOLETTI, 1980).

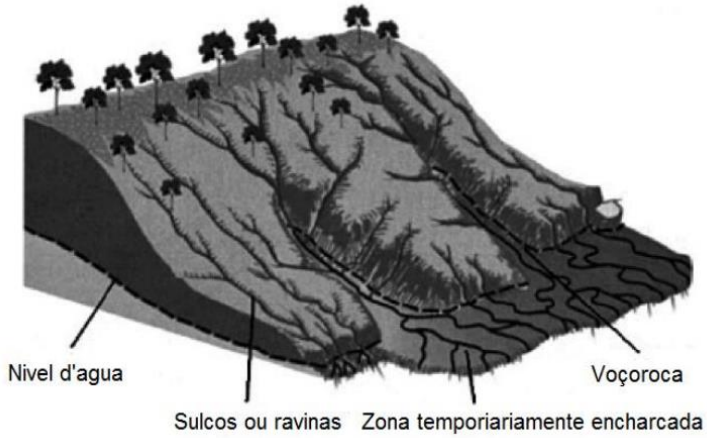
Nesse sentido, entende-se que o relevo é fruto da interação entre processos geológicos, biológicos, climáticos e tectônicos ao longo de milhões de anos e estudá-lo possibilita a identificação de padrões ambientais e tendências evolutivas da paisagem, o que contribui para o entendimento da história ambiental de uma região (SANTOS, 2024). Dada a capacidade de influenciar o processo de ocupação do território, condicionar o desenvolvimento de atividades econômicas, projetos de engenharia e sua inerente susceptibilidade a desastres quando o manejo de atividades desenvolve-se sem levar em conta os limites de suas condicionantes de estabilidade, o estudo do relevo, das formas e feições apresenta uma ampla relevância sobretudo para os setores de planejamento pois permitem a obtenção de dados que se tornam subsídio para o entendimento de seu comportamento e de suas implicações com o meio (FROTA E SILVA, 2019).

Ab'Saber (2003) e Christofoletti (1980) destacam a importância do conhecimento da dinâmica dos processos fisiográficos, tanto pretéritos quanto atuais, responsáveis pela modelagem das paisagens, especialmente quando analisados à luz das intervenções humanas. Nesse sentido, os processos erosivos configuram-se como um fenômeno natural de abrangência global, desempenhando papel fundamental na transformação das paisagens ao longo do tempo (SANTOS, 2021) e embora sejam inerentes ao funcionamento dos sistemas ambientais, ocorrendo principalmente sob a ação da água das chuvas e do vento, a literatura especializada evidencia que intervenções antrópicas desordenadas potencializam significativamente sua intensidade e frequência (OLIVEIRA, 2012; GUERRA, 1996; VIEIRA, 2015; HAUSCHILD, 2024).

Dessa forma, a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) enquadra a erosão e, por consequência, os processos erosivos, como um subgrupo específico dentro da categoria de desastres geológicos, associando sua ocorrência principalmente à remoção da cobertura vegetal, ao uso inadequado do solo e à urbanização desordenada. Entre os tipos reconhecidos, destaca-se a erosão continental, a qual a COBRADE subdivide em erosão laminar, ravinas e voçorocas (ou boçorocas), e são consideradas as mais recorrentes e aquelas com potencial significativo de gerar impactos socioambientais.

Figura 1

Ilustração de processos erosivos continentais (Sulcos, Ravinas e Voçorocas)



Nota: Silva et.al (2022)

As Voçorocas caracterizam-se como cortes na superfície bem delineados e que podem atingir dezenas de metros em largura, profundidade e extensão (SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMÉRICA, 2020) sendo o último estágio de evolução de um corte erosivo que usualmente se inicia apenas como um sulco, produto de erosão laminar. A COBRADE as define como a "Evolução do processo de ravinamento, em tamanho e profundidade, em que a desagregação e remoção das partículas do solo são provocadas por escoamento hídrico superficial e subsuperficial (escoamento freático) concentrado". Tendo em vista se tratar de um último estágio de processo erosivo e com uma ampla capacidade de acionar alertas de emergência e desastre, seus impactos amplamente documentados, sendo registrada sua capacidade de afetar a dinâmica natural, social e econômica dos locais onde se desenvolvem (SANTOS, 2024; RIBEIRO, 2023; SILVA, 2022; MONTE, 2022; JORGE; CAMAPUM, 2006; IMENSO; KWAAD, 1980).

Em vista disso, a compreensão e aplicação de metodologias de monitoramento desse fenômeno são essenciais não apenas para a formulação de estratégias eficazes de conservação das áreas degradadas, mas também para o monitoramento e gerenciamento do risco associado a elas (GUTIERRES, 2023; CAPRA, 2013; NIÉDJA, 2005). Nas últimas décadas, o avanço das geotecnologias e dos métodos de análise por sensoriamento remoto, especialmente por meio do uso de imagens orbitais e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), tem promovido um significativo aprimoramento nas abordagens de análise das feições erosivas. Através destes métodos, pesquisadores deixaram de depender exclusivamente de atividades *in loco* e de campanhas de campo dispendiosas, permitindo que parte das análises seja realizada de forma remota, com maior eficiência e redução de custos. Nesse contexto, o emprego das geotecnologias na análise de processos erosivos tornou-se fundamental, sobretudo quando

integrado a levantamentos e intervenções realizadas em campo, uma vez que a combinação de dados provenientes de diferentes fontes favorece a análise, a modelagem e a compreensão desses fenômenos (Santos, 2024).

Frente ao colocado, destaca-se a ocorrência de desastres relacionados à erosão do solo na área urbana da cidade de Maceió. Na cidade estes processos erosivos são comuns e estão relacionados principalmente processos de instabilidade de encostas, a ocorrência de eventos pluviométricos intensos e medidas de ocupação e intervenção não planejadas com a cidade apresentando um amplo registro de ocupação e favelização nas encostas dos vales escavados nos tabuleiros costeiros (OLIVEIRA, 2023) e, considerando a crescente expansão urbana de Maceió que durante anos ocorreu aliada à ausência de planos de ordenamento territorial, destaca-se a capacidade dos processos geomorfológicos causarem desastres na cidade.

Assim, o objetivo deste estudo consiste em mapear o crescimento e a progressão de uma feição erosiva localizada no bairro Clima Bom, na cidade de Maceió, capital do estado de Alagoas, a qual se desenvolve em direção à BR-316, uma importante via de ligação entre Maceió e municípios de sua região metropolitana, utilizando uma metodologia de baixo custo e facilmente replicável, partindo da hipótese de que o uso de imagens históricas obtidas por meio do *Google Earth Pro*, associadas ao geoprocessamento em ambiente SIG com o uso do QGIS, constitui uma metodologia eficaz para diagnosticar preliminar e acompanhamento da evolução de voçorocas, permitindo a análise de tendências de crescimento e seus riscos associados.

Desenvolvimento

Caracterização da área de estudo

Maceió constitui o principal centro urbano do estado de Alagoas, apresentando uma paisagem caracterizada pela intensa urbanização e pelo elevado adensamento populacional, com a coexistência de áreas residenciais, comerciais e industriais. Desde a década de 1990, o município vem registrando um expressivo crescimento populacional, contando atualmente com um contingente próximo a um milhão de habitantes, o que o torna o mais populoso e também o mais densamente ocupado do estado.

Tabela 1.

Contingente populacional de Maceió, por censo demográfico

Município	Pop. Residente 1991	Pop. Residente 2000	Pop. Residente 2010	Pop. Residente 2022
Maceió	692.041	797.759	932.748	957.916

Nota: Elaborado com dados do IBGE (2022)

A área de estudo tem seu ponto de referência localizado nas coordenadas 09°34'8.26"S, 35°47'41.95"O, no bairro Clima Bom, em Maceió. Com uma população de 50.486 habitantes e uma densidade demográfica de 10.812 hab/km² (IBGE, 2022), trata-se de um dos principais bairros da cidade, com a maior carência em saneamento básico da cidade, contando com uma ampla população em situação de vulnerabilidade socioambiental e de economia baseada em pequenos estabelecimentos comerciais e na informalidade. Além disso, o bairro, juntamente com suas áreas vizinhas, está situado nos limites da bacia endorreica do Tabuleiro dos Martins, uma bacia urbana que, nas últimas décadas, foi alvo de um amplo projeto de macrodrenagem visando o ordenamento do escoamento das águas superficiais, com o objetivo de reduzir a ocorrência de alagamentos na região.

A feição erosiva estudada, por sua vez, está associada ao sistema de drenagem do córrego do Braço Frio, um dos componentes da bacia hidrográfica do Rio Mundaú. A região é caracterizada por terrenos sedimentares da Formação Barreiras, compostos predominantemente por arenitos e argilitos, que são inconsolidados e friáveis gerando uma encosta côncava e convergente (PANTA, NASCIMENTO E CORREA, 2023). O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw (tropical com estação seca no inverno), com precipitação média anual variando entre 1.400 e 1.500 mm.

Figura 2.

Mapa de Localização da Área de Estudo



Nota: Elaborado pelos autores (2026)

Procedimentos Metodológicos

O processo de análise do crescimento e da progressão da voçoroca localizada no bairro Clima Bom teve início com a organização de um banco de dados de imagens da área onde se desenvolve o processo erosivo. Esse banco de dados foi constituído utilizando o software Google Earth Pro, por meio da ferramenta "imagens históricas", a qual possibilita o acesso ao registro temporal de imagens disponibilizadas pela plataforma.

Como critério básico de seleção, considerou-se a qualidade visual das imagens, a continuidade do mosaico e a ausência de interferências, como cobertura de nuvens ou sombras. Dessa forma, foram descartadas as imagens que não atenderam aos requisitos mínimos para a análise e, ao todo, foram selecionadas 16 imagens, distribuídas entre os anos de 2002 e 2024 (Tabela 1).

Tabela 1.

Imagens coletadas por ano.

Ano	***Nº de Imagens***
2002	*01*
2008	*01*
2013	*02*
2016	*01*
2017	*03*
2018	*02*
2019	*01*
2020	*04*
2024	*01*

Nota: Elaborado pelo Autores (2025)

A etapa subsequente consistiu na inserção das imagens selecionadas em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), no qual seriam realizadas as análises espaciais. Para isso, o banco de dados de imagens foi georreferenciado no software QGIS (versão 3.28.2 Long Term Release). Nessa fase, a abordagem metodológica fundamentou-se nos procedimentos adotados por Vieira e Frota Filho (2023) e Batista, Vieira e Marinho (2018), que empregaram técnicas semelhantes em estudos sobre processos erosivos na cidade de Manaus, Amazonas.

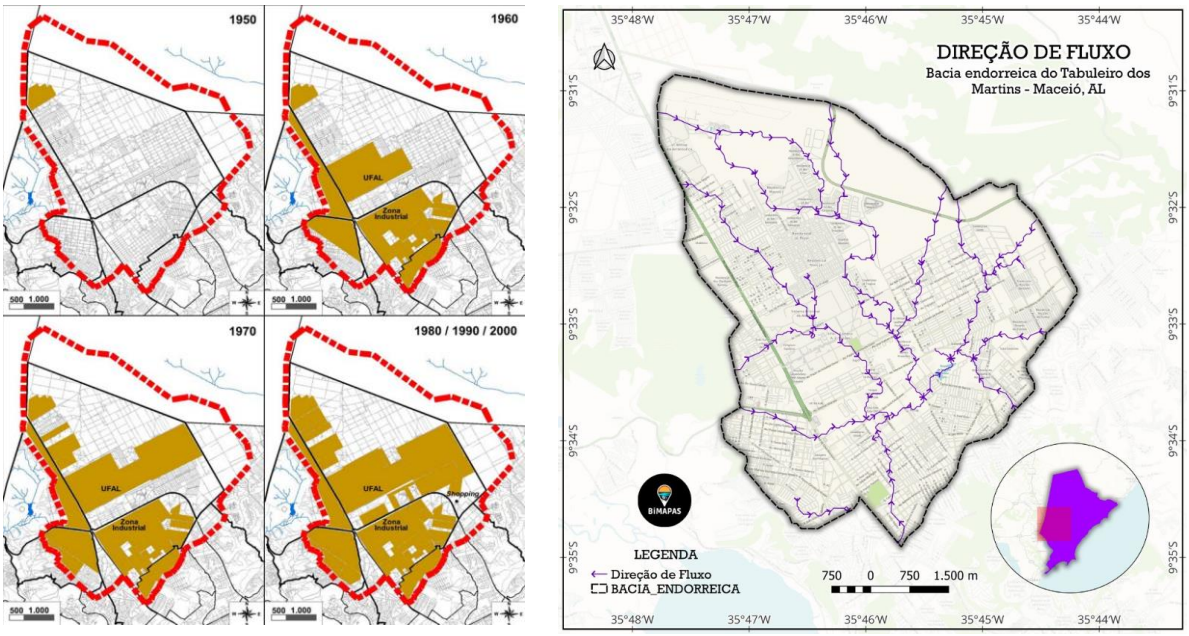
Com o banco de imagens devidamente georreferenciado, a etapa final compreendeu a vetorização da área erodida, realizada por meio do método de vetorização em tela, tendo como referência o limite entre as áreas com solo exposto e os elementos adjacentes suscetíveis à erosão. Posteriormente, procedeu-se à análise para a mensuração da evolução espacial da feição erosiva ao longo do tempo, bem como à elaboração dos produtos cartográficos.

Resultado e Discussão

A área da voçoroca se desenvolve entre a BR-316, que interliga Maceió a alguns dos principais municípios de sua região metropolitana, e os limites da bacia endorreica do Tabuleiro dos Martins. Carvalho (2012) dedicou-se ao estudo do processo de urbanização dessa área e destacou o rápido processo de ocupação e adensamento, associado ao crescimento progressivo da mancha urbana (Figura 3). A autora destaca como a intensificação da impermeabilização, produto da edificação de diversos conjuntos habitacionais provocou desequilíbrio no ciclo hidrológico do local, prejudicando a infiltração das águas e potencializando alagamentos.

Figura 3.

Processo de urbanização da bacia endorreica ao longo das décadas (esquerda) e direção de fluxo na área da bacia (direita).



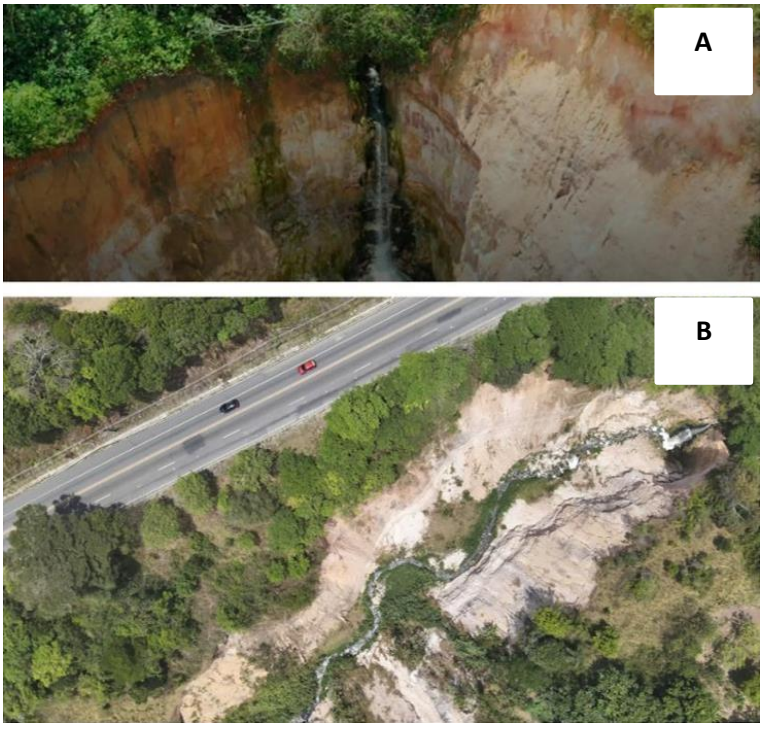
Nota: Carvalho (2012); e Silva (2024)

Em função disso, observa-se, dentro de seus limites, a existência de um amplo e estruturado sistema de macrodrenagem, cujo funcionamento se baseia principalmente em lagoas de detenção e canais destinados à drenagem de águas pluviais. Esse sistema foi planejado para captar e controlar o excesso de fluxo hídrico gerado pelas chuvas intensas, evitando que as águas superficiais causam alagamentos e danos à infraestrutura urbana, de modo que as lagoas de detenção atuam como reservatórios temporários, armazenando o volume excedente de água e liberando-o de forma controlada, enquanto os canais e dutos direcionam o fluxo para pontos estratégicos das bacias dos rios Pratagy, Jacarecica e Mundaú, integrando o sistema urbano às redes naturais de drenagem (CARVALHO, 2012).

Esse contexto revela-se particularmente relevante, uma vez que permite inferir que a gênese da feição erosiva analisada está, ao menos em parte, associada ao projeto de canalização da drenagem urbana do bairro. Conforme verificado, a drenagem é direcionada para o córrego do Braço Frio, um dos afluentes integrantes da bacia hidrográfica do rio Mundaú. Esse direcionamento concentrado do escoamento superficial pode ter contribuído para o aumento da energia hidráulica, favorecendo a instabilidade do solo e o desencadeamento do processo erosivo. Soma-se a esse fator a interação antrópica negativa observada na área da voçoroca, uma vez que, conforme constatado em atividades realizadas *in loco*, ocorre o despejo contínuo de águas e, adicionalmente, foram identificados diversos agentes potencializadores, tais quais o descarte irregular de resíduos sólidos, entulhos e esgoto doméstico, os quais contribuem para a degradação ambiental, a obstrução parcial do escoamento e o aumento da instabilidade das encostas.

Figura 4.

Ponto Final da Drenagem com Água sendo despejada (A); Imagem recente da Área de Estudo (B)



Nota: acervo pessoal dos autores (2026)

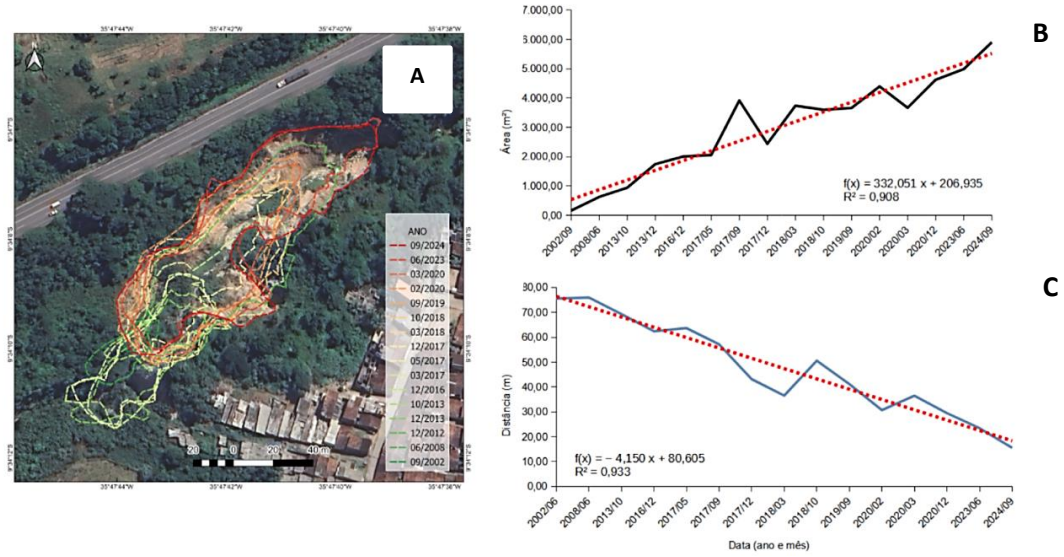
Através de análises das imagens coletadas e georreferenciadas foi possível compreender a dinâmica do processo erosivo em andamento na área da voçoroca, possibilitando a identificação do estado gradual de crescimento da feição erosiva (**Figura 5** A). Observou-se que inicialmente a erosão se desenvolveu como uma pequena cratera à sul, registrada em 2002, na porção com menores as cotas altimétricas do canal e, à medida em que

o corte se aprofundou houve o avanço progressivo da feição erosiva em direção a montante, transformando-se numa ravina e, em menos de 10 anos, numa voçoroca.

A partir da metodologia empregada, verificou-se que a área erodida do canal apresentou um crescimento acelerado ao longo do período analisado cujo avanço parece estar associado, principalmente, a processos de erosão por queda de blocos, nas bordas da feição erosiva, indicando a instabilidade acentuada das margens. Na primeira medição realizada, a feição estudada apresentava uma área aproximada de 161 m², enquanto, em 2024, sua extensão foi estimada em cerca de 5.781 m² (Figura 5B). Nesse cenário, o destaque é o ano de 2017 quando foi possível observar o desmoronamento de parte do canal, sendo esse um evento que resultou na expansão da área da voçoroca em mais de 1.500 m² de superfície visivelmente erodida.

Figura 5.

Mapeamento da evolução da voçoroca (A); Área registrada (B); Distância do Vértice mais exterior da Voçoroca em relação a BR-316 (C).



Nota: Elaborado pelos autores (2026)

Outro aspecto relevante identificado foi o avanço contínuo da erosão em direção à montante do canal, o qual é contíguo à BR-316, rodovia que interliga a cidade de Maceió a diversos municípios de sua região metropolitana, como Satuba, Pilar, Santa Luzia do Norte e Coqueiro Seco. A Figura 5C ilustra a distância entre o vértice mais externo da poligonal mapeada da voçoroca e o eixo da rodovia. A partir das métricas obtidas, constatou-se um avanço médio aproximado de 2,5 m por ano da feição erosiva em direção à BR-316, evidenciando um cenário de risco crescente para uma das principais vias do estado, a qual concentra elevado fluxo viário e desempenha papel estratégico no transporte de pessoas e mercadorias (BARROS, 2024)

Esses dados apontam para um cenário de elevado risco de desastre caso feição erosiva cresça ao ponto de chegar a rodovia, uma vez que o avanço da voçoroca não apenas representa uma ameaça à integridade da infraestrutura viária e à cadeia produtiva e de circulação que depende dela, mas também configura um fator crítico de risco à segurança da população residente no entorno. Diante da gravidade dos potenciais impactos socioambientais associados a esse processo erosivo, torna-se imprescindível a adoção de ações sistemáticas de monitoramento, bem como a implementação de medidas estruturais e não estruturais de contenção e mitigação, visando à redução da vulnerabilidade e à prevenção de um possível cenário de desastre.

Considerações Finais

Os resultados mostram que a área erodida cresce em ritmo acelerado. No intervalo de 20 anos a voçoroca estudada cresceu em mais de 30 vezes, sendo um processo que ocorre de maneira contínua e através de eventos abruptos relacionados a queda de porções específicas do canal, pontuando-se que, nesse contexto, põe-se a ameaçar uma das principais vias de conexão do estado de alagoas, a BR 316, que conecta Maceió com porção significativa dos municípios que compõem sua região metropolitana.

Nesse sentido, as técnicas de georreferenciamento e vetorização da feição erosiva mostraram-se eficientes para a obtenção de informações consistentes sobre o crescimento da voçoroca localizada no bairro Clima Bom, em Maceió–AL. Foi possivel identificar a dinâmica espacial de seu crescimento ao longo do tempo, bem como estimar taxas básicas relacionadas ao comportamento da feição analisada, utilizando uma metodologia de baixo custo e fácil aplicação.

No que se refere às limitações do estudo, pontua-se aqui que estas estão associadas principalmente aos elementos que compõem o banco de dados, em especial à inconsistência temporal das imagens disponíveis, às variações na composição dos mosaicos da ferramenta utilizada para composição e possível deslocamento das imagens. Diante disso, recomenda-se o desenvolvimento de pesquisas futuras com o emprego de imagens de maior resolução espacial, aliadas a um número mais expressivo de levantamentos in loco e um monitoramento temporal contínuo, com potencial utilização de drones e Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), a fim de aprimorar a acurácia e o detalhamento das análises de processos erosivos.

Ainda assim, entende-se que a abordagem adotada se configura como um importante subsídio para investigações futuras, tanto para o monitoramento contínuo do elemento aqui analisado quanto para o estudo de outras feições erosivas com características semelhantes, podendo ser replicada conforme a necessidade do pesquisador em diferentes localidades.

Agência financiadora
Os autores não declararam fontes de financiamentos nem agradecimentos.

Declaração de conflito de interesses: Os autores afirmam que não possuem quaisquer interesses financeiros, comerciais, pessoais ou acadêmicos que possam ter influenciado os resultados ou a interpretação deste manuscrito.

Declaração de uso de inteligência artificial: Ferramentas de inteligência artificial generativa foram utilizadas exclusivamente para tarefas de edição linguística, padronização de referências e aprimoramento da clareza textual. As ferramentas não foram empregadas para gerar ideias, hipóteses, interpretações, análises, resultados ou conclusões científicas. Os autores confirmam que o manuscrito não contém conteúdo fabricado, manipulado ou produzido integralmente por IA, e que todas as informações foram verificadas manualmente. Os autores assumem total responsabilidade ética e científica pelo conteúdo final.

REFERÊNCIAS

Ab'Sáber, A. N. (2003). Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas [The natural domains of Brazil: Landscape potentialities]. Ateliê Editorial.

Barros, J. P. C. C. (2024). Implantação do trecho: ENTR. BR-316/AL-145 [Implementation of the highway section: BR-316 junction/AL-145] [Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Alagoas]. Repositório Institucional da UFAL. https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/14667

Batista, D. C. L., Vieira, A. F. S. G., & Marinho, R. R. (2018). Uso do Google Earth Pro no mapeamento de voçorocas na área urbana de Manaus (AM), Brasil [Use of Google Earth Pro for gully mapping in the urban area of Manaus (AM), Brazil]. Revista Geosaberes, 10(20), 1-12. https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/54737

BIMAPS [@bimapas_]. (2024, February 14). Direção de fluxo: bacia endorreica do Tabuleiro dos Martins, Maceió-BR [Flow direction: Endorheic basin of Tabuleiro dos Martins, Maceió, Brazil] [Instagram post]. Instagram. https://www.instagram.com/p/C3SWsfoOEFu/

Camapum, J. C. C., Sales, M. M., Souza, N. M., & Melo, M. T. S. (2006). Processos erosivos no Centro-Oeste Brasileiro [Erosive processes in Central-Western Brazil]. Editora FINATEC.

Capra, A. (2013). Ephemeral gully and gully erosion in cultivated land: A review. In E. C. Lannon (Ed.), Drainage basins and catchment management: Classification, modelling and environmental assessment (pp. 109-141). Nova Science Publishers.

Carvalho, L. M. (2012). Processo de urbanização em área de bacia endorreica: caracterização dos padrões de ocupação dos espaços construídos e dos espaços livres de construção em Maceió-AL [Urbanization process in an endorheic basin area: Characterization of occupation patterns of built spaces and open spaces in Maceió, AL] [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Alagoas]. Repositório Institucional da UFAL. https://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/735

Dos Santos, F. A. (2024). Geomorphological features of the Jenipapo River Water Basin, located between the states of Ceará and Piauí, Brazil. Margarida Penteado Revista de Geomorfologia, 1(1), 1-16.

Frota, J. C. O., & Silva, M. dos S. (2019). Caracterização das feições geomorfológicas do município de Buriti dos Lopes-PI: subsídio ao ordenamento territorial [Characterization of the geomorphological features of Buriti dos Lopes, PI: Support for territorial planning]. Geosaberes, 10(20), 1-14. https://www.redalyc.org/journal/5528/552857648006/html/

Guerra, A. J. T., & Botelho, R. G. M. (1996). Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos [Soil characteristics and properties relevant to pedological studies and erosion-process analysis]. Anuário do Instituto de Geociências, 19, 93-114. https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/6168

Gutierres, H. E. P., Girão, O., Silva, C. S., & Guerra, A. J. T. (2023). Monitoramento de voçorocas na barragem Serro Azul, Mata Sul do estado de Pernambuco [Gully monitoring in the Serro Azul Dam, southern forest zone of Pernambuco State]. Revista Brasileira de Geomorfologia, 24(2). https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2158

Hauschild, M. C. (2024). Recuperação de Área de Preservação Permanente afetada por voçorocas na Fazenda Cedro do Líbano em São Carlos (SP) [Recovery of a Permanent Preservation Area affected by gullies at Cedro do Líbano Farm in São Carlos, SP] [Trabalho de conclusão de curso, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho]. Repositório Institucional UNESP. https://repositorio.unesp.br/entities/publication/2b2039bd-098b-4db3-b445-36672363a264

Imeson, A. C., & Kwaad, F. J. P. M. (1980). Gully types and gully prediction. Geografisch Tijdschrift, 14(5), 430-441.

Jorge, M. C. O., & Guerra, A. J. T. (2013). Erosão dos solos e movimentos de massa: recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de acidentes [Soil erosion and mass movements: Recovery of degraded areas using bioengineering techniques and accident prevention]. In M. C. O. Jorge & A. J. T. Guerra (Orgs.), Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas [Erosive processes and recovery of degraded areas] (pp. 7-30). Oficina de Textos.

Marcuzzo, F. F. N., Romero, V., & Cardoso, M. R. D. (2011). Detalhamento hidromorfológico da bacia do rio Mundaú [Hydromorphological characterization of the Mundaú River basin]. Repositório Institucional de Geociências (RIGEO). https://rigeo.sgb.gov.br/items/1dbef6f7-a1b2-4359-83a2-f290d0e074cb

Monte, M. J. M. (2022). Avanço da urbanização e impacto nos fluxos de água e energia à superfície na cidade de Manaus: estudo de modelagem [Urban expansion and its impacts on surface water and energy fluxes in the city of Manaus: A modelling study] [Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia]. Repositório Institucional do INPA.

Niédja, M. G. A., Carvalho, J. A. R., & Junior, E. F. S. (2005). Riscos geológicos nas colinas do muniicípio de Camaragibe-PE [Geological hazards on the hills of Camaragibe, Pernambuco]. Mercator, 4(8). https://periodicos.ufc.br/mercator/article/view/99843

Oliveira, B. E. N. (2011). Mapeamento, identificação e análise dos fatores relacionados aos processos erosivos no Distrito Federal (DF): ênfase nas voçorocas [Mapping,

identification and analysis of factors related to erosive processes in the Federal District: Emphasis on gullies] [Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília]. Repositório Institucional da UnB.

Oliveira, H. B. (2023). Análise de susceptibilidade a movimento de massas em talude na Avenida Pierre Chalita, Maceió/AL [Landslide susceptibility analysis on a slope along Pierre Chalita Avenue, Maceió, AL] [Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Alagoas]. Repositório Institucional da UFAL. https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/12690

Panta, G., Nascimento, J. P. da H., Corrêa, A. C. de B., & Monteiro, K. A. (2023). Processos erosivos no córrego Braço Frio: aspectos da erosão em ambientes urbanos na costa oriental do Nordeste do Brasil [Erosive processes in the Braço Frio stream: Aspects of erosion in urban environments on the eastern coast of Northeastern Brazil]. GeoPUC, 15(29). https://geopuc.emnuvens.com.br/revista/article/view/16

Ribeiro, J. C., Tocantins, N., & De T. S., F. X. (2023). Abordagem morfopedológica aplicada à prevenção de voçorocas: estudo de caso na bacia do Rio Itiquira-Alto Pantanal-Mato Grosso [Morphopedological approach applied to gully prevention: A case study in the Itiquira River basin, Upper Pantanal, Mato Grosso]. Revista Brasileira de Geomorfologia, 24. https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2349/386386840

Santos, A. A. dos. (2024). Potencial de escoamento superficial em três unidades de gerenciamento de recursos hídricos do Oeste Paulista e sua relação com as mudanças no uso e cobertura da terra [Surface runoff potential in three water-resource management units in western São Paulo State and its relationship with land-use and land-cover changes] [Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista]. Repositório Institucional UNESP. https://repositorio.unesp.br/entities/publication/12ddeb34-27b7-4801-a362-74f649597b75

Santos, R. I. C., & Guerra, A. J. T. (2021). Avaliação da erosão dos solos na bacia hidrográfica do rio Pequeno, Paraty-RJ [Assessment of soil erosion in the Pequeno River watershed, Paraty, Rio de Janeiro]. Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais, 12(1), 23-43. https://periodicos.ufc.br/geosaberes/article/view/98243

Silva, B. A., De L. G., A. J., & Dos Santos Gomes, J. L. (2022). Erosão hídrica e antropogênica na formação de voçorocas na cidade de Teófilo Otoni [Water-induced and anthropogenic erosion in the formation of gullies in the city of Teófilo Otoni]. Research, Society and Development, 11(9).

Silva, J. E. C. F. da, Pons, N. A. D., Azevedo, S. C., & Lacerda, C. S. A. (2022). Delimitação de voçorocas por meio de GEOBIA (Geographic Object Based Image Analysis) e mineração de dados, utilizando produtos cartográficos de aeronaves remotamente pilotadas (ARP) [Gully delineation using GEOBIA (Geographic Object Based Image Analysis) and data mining based on cartographic products obtained from remotely piloted aircraft]. Boletim Paranaense de Geociências, 80(2). https://doi.org/10.5380/geo.v80i2.87075

Soil Science Society of America. (2008). Glossary of Soil Science Terms. https://www.soils.org/publications/soils-glossary#

Vieira, A. F. S. G., & Frota Filho, A. B. da. (2023). Avaliação das técnicas de monitoramento de voçorocas: o exemplo da Região Metropolitana de Manaus-AM, na região amazônica [Evaluation of gully monitoring techniques: The example of the Metropolitan Region of Manaus, Amazonas, in the Amazon region]. Revista Brasileira de Geomorfologia, 24. https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2302

Vieira, C. L., & Verdum, R. (2015). Arenização e erosão hídrica no Sudoeste do Rio Grande do Sul: análise dos agentes condicionantes e considerações básicas para intervenções mecânico-vegetativas [Sandization and water erosion in southwestern Rio Grande do Sul: Analysis of conditioning factors and basic considerations for mechanical and vegetative interventions]. Revista de Geografia, 32(1), 41-65.

Disponibilidade de dados

Os dados subjacentes a pesquisa estão informados no artigo

Editores responsáveis

Cirlene Jeane Santos e Santos

Dr. José Crisólogo de Sales Silva