

ANÁLISE MORFOLÓGICA DE VOÇOROCA URBANA POR MEIO DE IMAGENS GOOGLE EARTH PRO NA CIDADE DE GARANHUNS - PERNAMBUCO

Mariza Rodrigues ¹

Simão Batista de Freitas ²

Ilamar Antonio da Silva ³

Daniel Dantas Moreira Gomes ⁴

Kleber Carvalho Lima⁵

INTRODUÇÃO

A erosão é um processo natural que promove o despredimento e arraste do material interperizado pela ação das águas ou pelo vento (Bertoni; Lombardi Neto, 2017). Para que isso aconteça, a energia empregada precisa da força da gravidade para transportar o material. Guerra e Jorge (2013) afirmaram que para isso, é necessário que a declividade seja superior a 3 graus. A força gravitacional é empregada nos fluxos hídricos em forma de energia, que desempenham papel de traçar o melhor trajeto para o escoamento superficial. Nesse processo, podem se formar erosões lineares, que são incisões no terreno formadas pelo fluxo linear e constante de água.

Nesse sentido, os processos de erosão linear são atuantes em terrenos com grau maior de declividade, por meio do escoamento superficial laminar que se concentra nas vertentes. Dummer (2016) apontaram que as erosões lineares podem se iniciar como pequenos filetes, denominados de sulcos, e podem evoluir para voçorocas, decorrendo na maior degradação do terreno, uma vez que, quando o solo perdido não é repostado a sua recuperação torna-se mais lenta, deixando o mesmo vulnerável às intempéries e às novas erosões.

Francisco, Oliveira e Furegatti (2023) observaram que em muitas situações os processos erosivos lineares são irreversíveis, condicionando o solo a perda da fertilidade e

¹ Mestranda do Curso de Saúde e Desenvolvimento Socioambiental da Universidade de Pernambuco - UPE, mariza.silva@upe.br;

² Mestrando do Curso de Saúde e Desenvolvimento Socioambiental da Universidade de Pernambuco - UPE, simao.freitas@upe.br;

³ Mestrando do Curso de Saúde e Desenvolvimento Socioambiental da Universidade de Pernambuco - UPE, ilamar.silva@upe.br;

⁴ Professor orientador: Doutor, Universidade de Pernambuco - UPE, daniel.gomes@upe.br;

⁵ Professor orientador: Doutor, Universidade de Pernambuco - UPE, kleber.carvalho@upe.br.

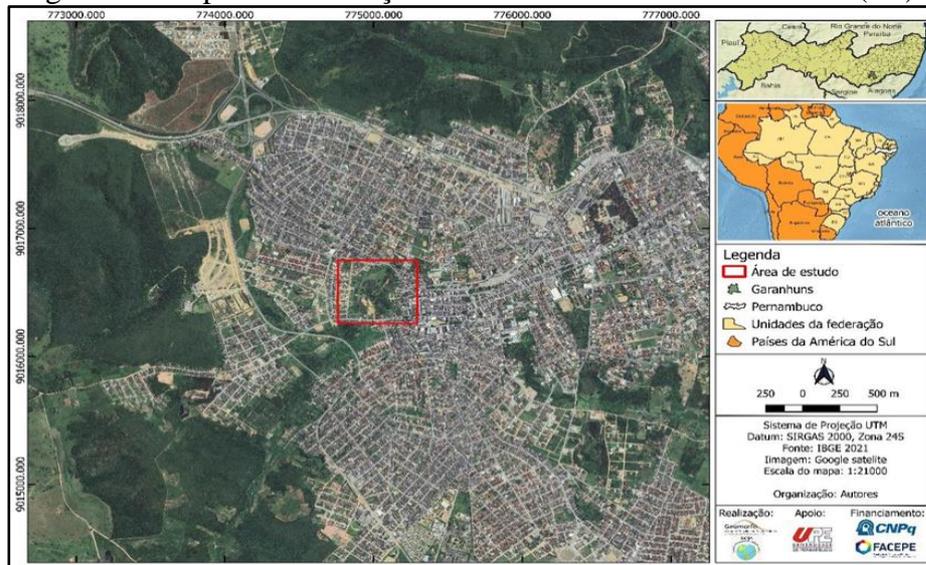
outros malefícios de ordem socioambiental. Quando há a retirada da vegetação local, para Souza (2012), ocorre uma instabilidade no solo aos agentes erosivos, principalmente em regiões urbanas, onde os processos de voçorocamento, por vezes, causam a perda do solo.

Para Carrijo e Baccaro (2000), os processos erosivos lineares são responsáveis ainda pela deposição de sedimentos nos pontos baixos da vertente e nos vales, e pode comprometer a dinâmica fluvial, bem como, afetar a saúde das comunidades ribeirinhas. Tendo em vista que em muitos casos as voçorocas atingem os lençóis freáticos, pode acontecer ainda, a contaminação das águas subterrâneas.

Garanhuns, localizada do Agreste Meridional de Pernambuco, apresenta relação muito dinâmica entre clima úmido, relevo de declividade acentuada e urbanização inadequada, possibilitando a formação de processos erosivos lineares intensos, como afirmaram Azambuja e Corrêa (2015), ao ressaltar a vulnerabilidade do solo aos causadores morfogenéticos. A intensa ocupação urbana tem vulnerabilizando os mais diversos sistemas uma vez que situa-se em proximidade à formas geomorfológicas em dinâmica constante, podendo causar problemas geomorfológicos e socioambientais.

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo analisar a evolução morfológica de duas voçorocas em um período de 10 anos diferentes, localizadas na Vila Maria, área urbana de Garanhuns, Pernambuco (figura 01) por meio de imagens orbitais disponibilizadas no globo digital Google Earth Pro–GE, sendo área de estudo escolhida por sua intenção atividade morfologica nos últimos anos.

Figura 01: Mapa de localização da área de estudo em Garanhuns (PE).



Fonte: autores, 2024.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada no presente estudo foi baseada no trabalho de Batista, Vieira e Marinho (2019) e Petek et al., (2023) que usaram as imagens históricas disponibilizadas pelo GE para seus estudos em voçorocas, bem como das ferramentas de edição vetorial para o mapeamento das voçorocas. A versão do GE utilizada neste estudo foi a 7.3.6.9796 para 64 Bits.

A escolha pelas imagens do GE deu-se pela facilidade de aquisição das imagens que são disponibilizadas de forma gratuita, bem como pelo fato de que o seu uso vem sendo amplamente difundido em estudos geomorfológicos que constaram que é possível sua utilização para obtenção de diferentes informações do relevo, permitindo a identificação da presença ou ausência de feições erosivas, no mapeamento de detalhe dessas feições, na quantificação de processos, na avaliação da ação antrópica sobre as formas de relevo, entre outras aplicações (Boardman, 2016; Lima; Lupinacci, 2019).

Através da ferramenta de imagens históricas do GE foram selecionadas dez imagens, em função da qualidade, ausência de cobertura de nuvens e visualização de alterações ocorridas na área. Pós seleção das imagens, foi realizado o mapeamento das voçorocas através da ferramenta de vetorização, além de serem realizados cálculos de área em metros quadrados (m²) para cada ano analisado das voçorocas e do cone de dejeção (Batista; Vieira; Marinho, 2019; Petek et al., 2023). A edição das imagens e montagem para a exposição foi realizada através do Canva Pro. De forma complementar, foram obtidas informações da área obtidas em trabalhos de campo, realizados nos anos de 2022, 2023 e 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises realizadas nas imagens orbitais do GE, pode ser identificada a ocorrência dos processos erosivos, bem como compreender características destes e da área de ocorrência (Figura 2), sendo identificadas duas voçorocas em estágios distintos. A ocorrência de erosão na área estudada fica visível nas imagens do GE a partir do ano de 2002, sendo que no período de 2002 a 2020 é possível identificar a ocorrência da voçoroca 1.

Figura 2: imagens orbitais da área de estudo, visualizando-se a voçoroca 1 (azul), a voçoroca 2 (roxo) e o cone de dejeção. As setas indicam movimentos de massa (vermelho) e agricultura (verde).



Fonte: Google Earth.

Ao longo desses anos a voçoroca 1 apresentou algumas variações, sendo possível identificar nas primeiras imagens o seu estágio inicial, onde sua área de abrangência é pequena (ver tabela 1), posteriormente sua área aumenta indicando a intensificação do processo erosivo e posteriormente diminui, indicando certa estabilidade do processo erosivo que também poder ser interpretado pela maior presença de vegetação na borda da feição (Facadio; Sato; Coelho Neto, 2023; Francisco; Oliveira; Furegatti, 2023; Nunes et al., 2023).

Tabela 1: Valores de área (m²) das voçorocas e cone de dejeção. Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

| Ano | Voçoroca 1(m ²) | Voçoroca 2 (m ²) | Cone de dejeção (m ²) |
|------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 2002 | 2.302 | -- | -- |
| 2010 | 2.534 | -- | -- |
| 2016 | 2.521 | -- | -- |
| 2017 | 2.343 | -- | -- |
| 2018 | 3.154 | -- | -- |
| 2019 | 2.964 | -- | -- |
| 2020 | 1.868 | -- | -- |
| 2021 | 2.214 | 1.769 | 6.074 |
| 2022 | 2.143 | 2.135 | 8.959 |
| 2023 | 2.463 | 2.080 | 2.609 |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

As imagens mostram solo exposto devido a movimentos de massa, com variações que indicam estabilização e retomada erosiva. Observa-se também o crescimento urbano e o

plântio próximo à voçoroca. A atividade humana desempenha um papel significativo na formação das voçorocas. Azambuja e Corrêa (2015) destacam que, em Garanhuns-PE, a estabilização e reativação de processos erosivos são frequentes, com paleofeições indicando alta vulnerabilidade a agentes morfogenéticos. Atualmente, essas paleofeições são voçorocas ativas, influenciadas por características naturais e atividades humanas.

No Riacho da Vila Maria, Oliveira et al. (2018) apontaram que a geometria côncava da nascente e a retirada da vegetação nativa podem desencadear processos de voçorocamento. Entre 2021 e 2023, a voçoroca 1 permaneceu quase inalterada, indicando estabilização. No entanto, uma nova voçoroca (voçoroca 2) surgiu, conectada e com área de abrangência similar à voçoroca 1 (ver Figura 3 e Tabela 1), conforme Francisco, Oliveira e Furegatti (2023).

Figura 03: Ponto de contato das voçorocas.



Fonte: autores. Registro de 19/07/2022.

A formação da voçoroca 2 foi fortemente influenciada pela ocupação urbana da área circundante, um fenômeno comum no município (Azambuja; Corrêa 2015). Como mostrado nas figuras 3 e 4C, a presença de fluxo superficial proveniente do escoamento das residências e a realização de obras, destruídas pelas fortes chuvas (Figura 3C), juntamente com o rompimento da tubulação de abastecimento de água, contribuíram para esse processo.

Figura 04: Ponto de contato das voçorocas.



Fonte: autores. Registro de 11/06/2024.

As fortes chuvas de 2022, causadas por Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), afetaram a Mata Sul e o Agreste, aumentando o volume de chuvas em Garanhuns. Entre 1 e 4 de julho, o acumulado foi de 179 mm, 135% acima da média de 132,90 mm (Castro, 2022). Observam-se novos pontos de deslizamentos de terra e a formação do cone de dejeção de sedimentos da voçoroca 2, indicando a intensidade desse processo erosivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto considera-se que a utilização das imagens históricas do Google Earth Pro, permitiram a identificação, mapeamento e análise das áreas dos processos de voçorocamente pretendidos pelo presente estudo, possibilitando identificar o início e a evolução destes processos, bem como de processos associados como as áreas de solo exposto por deslizamentos de terra e do cone de dejeção, além de permitir o reconhecimento de características de ocupação da área como a presença da área urbana ao redor e de plantações no entorno dos processos erosivos.

Foi possível ainda constatar que as voçorocas estão em estágios diferentes, sendo a voçoroca 01 estando estabilizada e a voçoroca 02 estando ativo, fato que pode ser confirmado também em campo. Devido o fato da voçoroca 02 apresenta atividade ressalta-se a importância de serem desenvolvidas atividades de contenção para estabilização do processo, uma vez que o aumento do mesmo pode vir a comprometer residências próximas colocando em risco a integridade física da população.

Palavras-chave: Resumo expandido; Normas científicas, Congresso, Realize, Boa sorte.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento 001, ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento Socioambiental (PPGSDS), Garanhuns, PE e a Universidade de Pernambuco (UPE), pelo apoio a pesquisa. Agradecem ainda, a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), pela concessão de bolsa de mestrado ao segundo autor (Processo N° IBPG-0545-4.00/24) e ao Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela concessão de bolsa de mestrado ao terceiro autor (Processo N° 440077/2023-0).

REFERÊNCIAS

AZAMBUJA, R. N.; CORRÊA, A. C. B. Geomorfologia e áreas de expansão urbana do município de Garanhuns-PE: uma abordagem espaço-temporal dos eventos morfodinâmicos para o planejamento territorial. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro n. 27, p. 202-233, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2015.16739>. Acesso em: 20 mai. de 2023.

BATISTA, D. C.L.; VIEIRA, A. F. S. G.; MARINHO, R. R. Uso do "GOOGLE EARTH PRO" no mapeamento de voçorocas na área urbana de Manaus (AM), Brasil. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 10, n. 20, p. 1-12, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/54737/1/2018_art_dclbatista.pdf. Acesso em: 5 de jul. de 2023.

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

BOARDMANY, J.; The value of Google Earth™ for erosion mapping. **Catena**, 143, p.123-127, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816216301187>. Acesso em: 3 de jul. de 2024.

CARRIJO, B. R.; BACCARO, C. A. D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **Caminhos de geografia**, v. 1, n. 2, p. 70-83, 2000. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/15254/8555/57837>. Acesso em: 13 set. 2023.

CASTRO, T. **PE: Distúrbio Ondulatório de Leste contribuiu para aumento de chuvas na Mata Sul e no Agreste**. 2022. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/disturbio-ondulatorio-de-leste-contribuiu-para-aumento-de-chuvas-na/232606/>. Acesso em: 10 de jul. 2024.

DUMMER, J. **Análise dos condicionantes do meio e dos usos agrícolas na ocorrência de erosão linear no município de Chувиска, RS**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências e Programa de Pós-Graduação em Geografia. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/111845/000953315.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 de ago. de 2022.

SOUZA, I. T.; CARMOZINI, P. A.; VOLPE, R.; SILVA, A. V.; BREGAGNOLI, M.; BREGAGNOLI, N. D. N. Voçorocas em áreas urbanas: limitantes à expansão e à qualidade de vida estudo de caso: Jardim Alvorada-São Sebastião do Paraíso. In: X CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 2012. Disponível em: https://www.meioambientepocos.com.br/anais2013/074_VO%C3%87OROCAS%20EM%20%C3%81REAS%20URBANAS.pdf. Acesso em: 23 de set. 2023.

Facadio, A. C.; Sato, A. M.; Coelho Neto, A. L. Plantios de Eucalipto em Matriz de Pastagem e Reativação Erosiva de Voçorocas na Bacia do Rio Sesmaria (SP/RJ): um ciclo de instabilidade em vales de cabeceiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. Especial, 2023. Disponível em:

<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2326/386386827>. Acesso em: 5 de jul. 2024.

FRANCISCO, M. R.; OLIVEIRA, A. L. P.; FUREGATTI, S. A. Levantamento e análise temporal e evolutiva das erosões hídricas lineares em uma encosta amostral do Córrego do Leopoldo. *Holos*, v. 3, n. 39, 2023. Disponível em:

<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/16482>. Acesso em: 2 jun. 2024.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. d. C. O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Oficina de Textos, 2013. 192p.

LIMA, K.; LUPINACCI, C. M.; Cartografia de alterações antrópicas em redes de drenagem semiáridas: possibilidades de avaliação por meio de imagens google earthtm. **Ar@cne**, n° 237, p. 1-18, 2019. Disponível em:

<https://journalsemiariid.com/index.php/ijisa/article/view/107/148>. Acesso em: 9 de jul. 2024.

NUNES, J. O. R.; PERUSI, M. C.; FUSHIMI, M.; MORENO, M. S.; THOMAZINI, L. S. Estabilização de erosão hídrica em Antropossolos com técnicas de bioengenharia na Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi, município de Presidente Prudente, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. ESPECIAL, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v24i00.2325>. Acesso em: 8 de jun. de 2024.

OLIVEIRA, A. L. P.; FRANCISCO, M. R.; FUREGATTI, S. A. Análise Temporal e Evolutiva das Erosões Lineares Hídricas Urbanas em Encosta Localizada na Região de Nascente do Córrego da Grama. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 10, n. 27, 2022. Disponível em:

https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/cidades_verdes/article/view/3244/3158. Acesso em: 20 de ago. 2023.

OLIVEIRA, G. P.; BISPO, C. O.; NASCIMENTO, D. A.; SILVA, O. G. O Google earthTM como uma ferramenta de apoio aos estudos preliminares de geomorfologia fluvial: estudo de caso no Riacho de Vila Maria - Garanhuns-PE. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 9, n. 18, p. 1-10, 2018. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8388469>. Acesso em: 2 de mar. 2024.

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 jul. de 2024.