

FORMAÇÃO DE VOÇOROCAS EM BURITICUPU-MA: PRINCIPAIS FATORES CONTROLADORES

Gilson Guimarães Mendes¹
Gabriel Clemente²
Jefferson Jance da Mota³
Josué Carvalho Viegas⁴

INTRODUÇÃO

O presente estudo traz um contributo sobre os fatores responsáveis pelo processo de formação de “voçorocas” em ambiente urbano. A problemática em foco analisada, parte do entendimento que a evolução do processo erosivo conhecido como “voçoroca”, estrutura-se no conceito de erosão, assim definida como o desprendimento e a remoção de sedimentos do solo e rochas por diferentes vertentes, como por meio da ação da água, vento e movimento de massas, que por sua vez, modificam a estrutura morfológica e física do solo.

Desse modo, o presente artigo traz uma visão sobre o processo evolutivo das erosões na região de Buriticupu-MA, destacando a maneira como a interação entre fatores humanos e naturais acelera o processo erosivo local.

Notadamente, o termo “voçoroca” tem origem do Tupi Guarani. De acordo com Pereira e Rodrigues (2022), a palavra “voçoroca” também é conhecida como “boçoroca”, “Ibi-Çoroc”, e significa “terra rasgada” (Camapum de Carvalho et al. 2006). A grafia “vossoroca” também é adotada por alguns pesquisadores. Nos países de língua inglesa a voçoroca é traduzida em gully erosion, é denominada de ravine, na França (Vieira, 2008).

Denota-se ainda que as voçorocas são grandes incisões no solo, provocadas pela ação da água (precipitação) ou do vento, especialmente pelo acúmulo de fluxo (Guerra e Marçal, 2010). Esse processo se torna acentuado em casos extremos, a exemplo na cidade de Buriticupu-Maranhão, onde já se observam perdas ambientais e socioeconômicas com o avanço das erosões, conforme apontado em pesquisas recentes (Fernandes *et al.* 2023).

Em Buriticupu-MA, o processo de evolução das voçorocas encontra-se correlacionado com a intervenções humanas, através do direcionamento de fluxo laminar fruto de obras de

¹Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão. Graduando em Geografia. Imperatriz, Maranhão, Brasil – endereço de e-mail: gilson.mendes@uemasul.edu.br

²Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão. Graduando em Geografia. Imperatriz, Maranhão, Brasil – endereço de e-mail: gabriel.clemente@uemasul.edu.br

³Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão. Graduando em Geografia. Imperatriz, Maranhão, Brasil – endereço de e-mail: jefferson.mota@uemasul.edu.br

⁴Universidade de Coimbra, Portugal. Mestre e Doutorando em Geografia. Prof. Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão. Imperatriz, Maranhão, Brasil – endereço de e-mail: josueviegasgeo@hotmail.com

engenharia pouco eficientes (construção de vias, pavimentação de ruas), crescimento da cidade, retirada da vegetação, entre outros fatores (Viegas⁵, 2024).

Segundo Fernandes *et al.* (2023), a formação de voçorocas em Buriticupu-MA ocorre há mais de 30 anos, mas nos últimos anos (2019-2023) esses processos se intensificaram, resultando na criação de extensas áreas de risco que cercam os núcleos urbanos, a maioria delas dentro da área urbana. Isso tem levado à desocupação constante das populações de suas casas expostas a perigos envolvidos (Fernandes *et al.* 2023). Para Campos (2019), os fortes desgastes ocorridos na área central da cidade de Buriticupu-MA são resultado da interação constante entre fatores naturais e humanos.

Observa-se que o entendimento da interação entre o sistema natural e o sistema social expõe a forte complexidade das dinâmicas que ocorrem na cidade de Buriticupu-MA. Com base nessa premissa mencionada, tornou-se possível definir os objetivos do estudo.

Notoriamente, considera-se a problemática com foco na cidade de Buriticupu-MA, para tanto, o trabalho desenvolvido baseou-se em pesquisas bibliográficas, visita a campo, produção de dados e construção de informações em laboratório, o que permitiu entender a evolução e o estágio atual das erosões na cidade.

Nesse roll, foi possível observar e compreender a evolução das voçorocas, desde o início da sua formação, através de micro sulcos e ravinas, que são ocasionadas pelo escoamento superficial concentrado, que surgem em um estágio inicial como pequenas fissuras no solo, onde no estágio avançado, o fenômeno pode ser influenciado por fatores superficial e subsuperficial (Viegas, 2024).

Para Viegas (2024), é necessário entender que o processo erosivo evolui e se estrutura principalmente por fatores geomorfológicos locais, com forte características ligadas ao acionamento do núcleo urbano em um platô com divisor topográfico bem demarcado, à estrutura física no solo presente na região, bem como à pouca e insuficiente drenagem das águas pluviais da cidade (Viegas, 2024).

Com base nas afirmações levantadas acima, definiu-se o objetivo principal do artigo, o qual buscou analisar a relação entre o relevo, clima e a evolução das formações erosivas, analisando os impactos das atividades humanas localmente; bem como descrever quais fatores impulsionaram os avanços das voçorocas na cidade, além de evidenciar de forma científica o tamanho da problemático presente na cidade de Buriticupu-MA. Dessa forma, a investigação

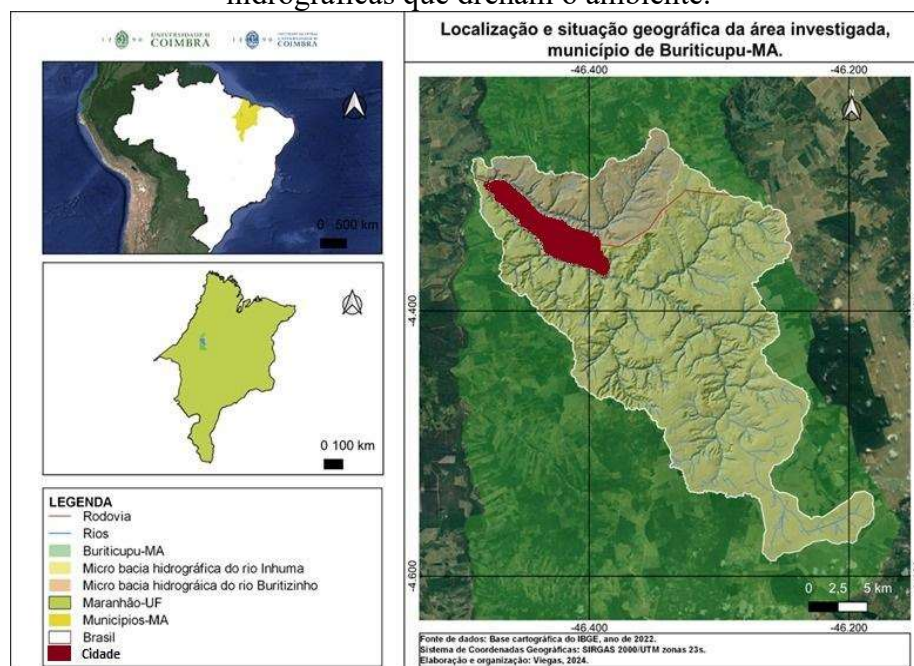
⁵*Nota: Anotações de campo pelas disciplinas de Geoprocessamento/Geomorfologia e pela coleta de dados para produção de Tese de Doutorado. Atividade desenvolvida durante o mês de junho/julho de 2024.*

consistiu em buscar uma compreensão mais detalhada dos fatores que intensificaram as erosões locais.

Viegas (2024) afirma que o município de Buriticupu-MA se encontra na porção oeste maranhense, inserido na Região Geográfica Imediata de Açailândia-MA, por sua vez inserida na Região Geográfica Intermediária de Imperatriz-MA, sendo a cidade de Imperatriz a maior cidade da região (IBGE, 2017; Viegas 2024).

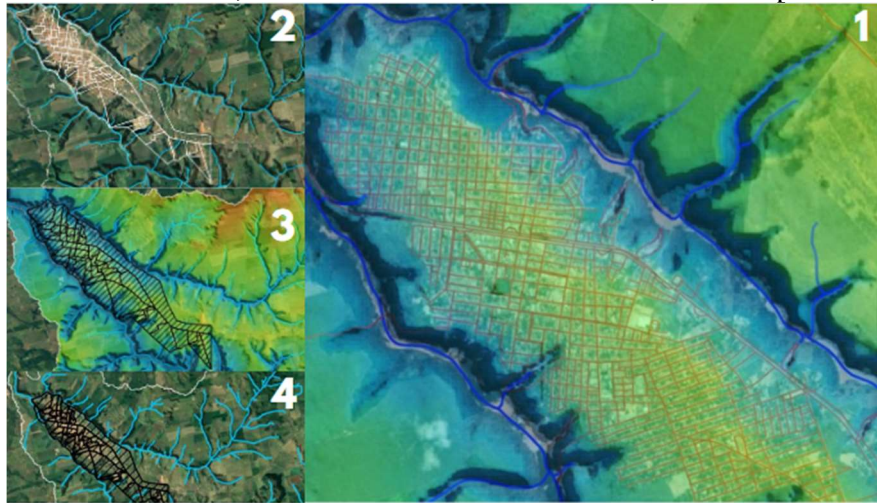
Ainda de acordo com Viegas (2024), a sede municipal situa-se a noroeste do município e é cortada pela BR 222, uma importante rodovia Federal que liga as principais cidades da região nordeste à região norte do Brasil (Fortaleza-CE à Marabá-PA). Além disso, a sede municipal assenta-se sobre um platô de forma plana, levemente inclinado no sentido sudeste-noroeste, com topo relativamente plano e com encostas íngremes. Além de ser drenada por duas microbacias hidrográficas (Figura 01 e 02), sendo essas a do rio Buritizinho e Igarapé do Inhuma (Viegas, 2024).

Figura 1 - No mapa abaixo é descrito a localização e situação geográfica da cidade de Buriticupu-MA. Na figura é possível observar as duas microbacias hidrográficas que drenam o ambiente.



Fonte: Viegas, 2024.

Figura 2 - Na figura evidencia-se a cidade que se assenta sobre um platô de forma plana, levemente inclinado no sentido sudeste-noroeste, com topo relativamente plano e com encostas íngremes. 1- Presença de área com bordas propícias a erosão por voçorocas; 2- Rede de drenagem e núcleo urbano; 3- Setores Censitários Urbanos; 4- Vista parcial da drenagem.



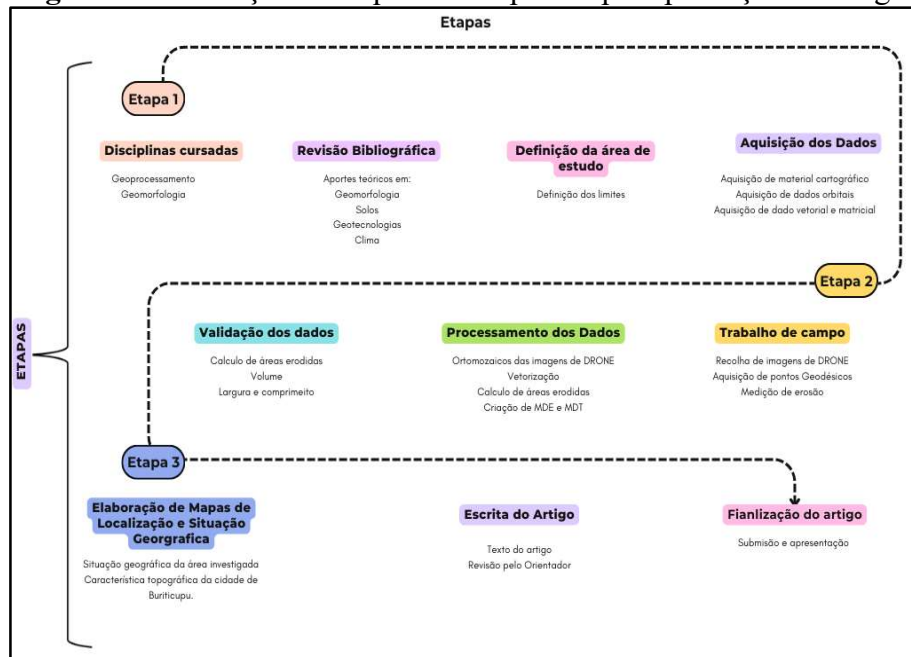
Fonte: Viegas, 2024.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

São descritas a seguir as etapas de desenvolvimento, os materiais e métodos utilizados (Figuras 3, 4 e 5) na construção do artigo. A abordagem metodológica adotada foi a quantitativa, visando compreender os fatores causadores das erosões. A pesquisa foi conduzida nas seguintes etapas: levantamento bibliográfico, caracterização da área de estudo e delimitação, visitas técnicas, mapeamento das principais voçorocas, registros fotográficos e processamento dos dados adquiridos. Com o objetivo de compreender a problemática da região, foi feito um levantamento bibliográfico dos principais autores que tem trabalho nesse eixo.

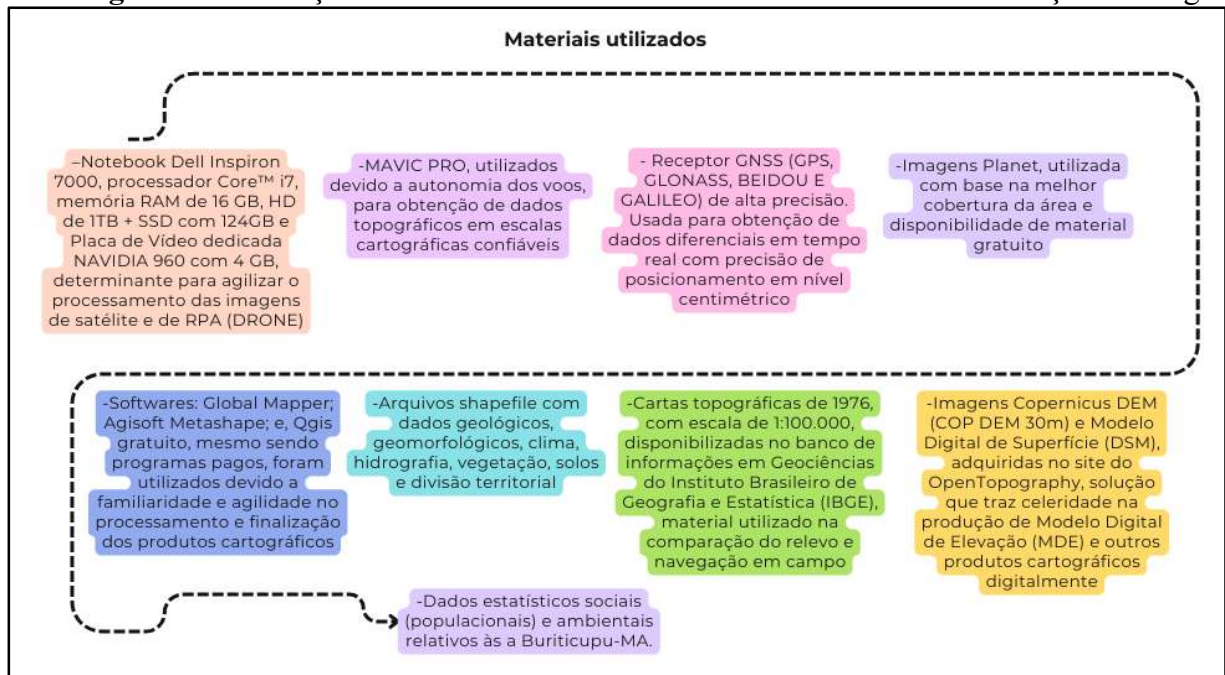
Levou-se em conta as curvas de nível para delimitar os principais fatores da área de estudo, tendo em vista a geomorfologia da área. As curvas de nível foram extraídas partir das imagens Copernicus DEM (COP DEM 30m), um Modelo digital da superfície (DSM) adquiridas através do site Open Topography, solução que traz velocidade na produção de modelo digital de elevação (MDE) e outros produtos cartográficos digitais, com validação com uso de com GNSS Geodésico. Ressalta-se que em todos os procedimentos de análise espacial foram utilizados software QGIS Desktop 3.34.2. Drone Mavic Pro, utilizado devido à sua autonomia de voo, para obtenção de dados topográficos em escalas cartográficas confiáveis.

Figura 3 – Ilustração da sequência de passos para produção do artigo.



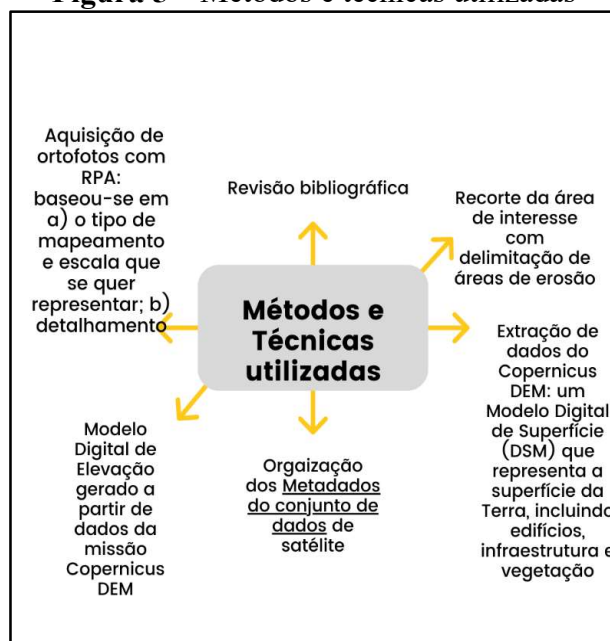
Fonte: Autores (2024)

Figura 4 – Descrição dos materiais utilizados na coleta dos dados e elaboração do artigo



Fonte: Autores (2024)

Figura 5 – Métodos e técnicas utilizadas



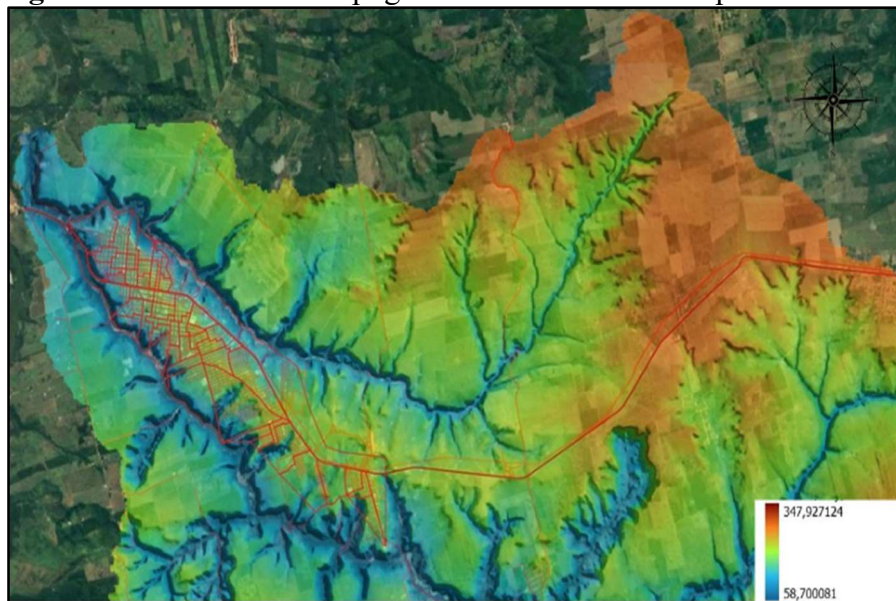
Fonte: Autores (2024)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população de Buriticupu é de cerca de 55.499 habitantes, e sua densidade demográfica é de 21,81 hab/km² (IBGE, 2022). A cidade situa-se em uma área que possui um relevo com presença de platô dissecado (tabuleiro), com divisor topográfico no centro da cidade, isto é, observa-se a linha divisória entre duas microbacias hidrográficas, que separa a área urbana em dois interflúvios, alterando o sentido no escoamento das águas da rede hidrográfica.

A região possui altitudes que variam de 58 a 347 metros (Figura 06). Apresenta, ainda, colinas fortemente onduladas, com presença de áreas desmatadas e chapadões planos utilizados para o plantio de monoculturas de grãos e silvicultura de eucalipto.

Figura 6 - Característica topográfica da cidade Buriticupu e do entorno



Fonte: Viegas, 2024.

Notadamente, o processo de voçorocamento ocorre a partir da ação evolutiva, desde as características físicas relacionadas ao clima e relevo do local. No contexto evolutivo, as mudanças ocorrem rapidamente e, em estágio avançado, podem afetar diretamente, em alguns casos, o lençol freático na região.

Voçoroca é um canal inciso relacionado ao processo de dissecação do relevo, resultante da ação integrada entre processos geomorfológicos, como o escoamento de fluxos de águas superficiais, subsuperficiais e os movimentos de massa nas encostas. As erosões por voçorocamento configuram o estágio mais avançado, caracterizado pelo aprofundamento das ravinas (Campos, 2019, p.27).

Nas imagens a seguir, foi possível dimensionar o atual estágio no processo de voçorocamento no município de Buriticupu, com dimensionamento de algumas informações sobre o local de forma científica, a partir de cálculos largura e profundidade das erosões, volume de material retirado e comprimento do processo erosivo, entre outros.

Dessa forma, dimensionou-se grandes crateras nas proximidades da área urbana. Ao longo de anos, as erosões avançaram de forma gradativa em direção à cidade, fatores que trazem medo e preocupação à população local. Faz-se necessário analisar que, entre fatores antrópicos que contribuíram para o avanço das voçorocas, observa-se o crescimento da cidade e expansão dessas áreas sem ordenamento territorial adequado.

Figura 7 - Na figura evidencia-se o avançado processo erosivo da EV-02 (Erosão-Voçoroca) na borda do platô. A erosão encontra-se na face oriental da microbacia hidrográfica do rio Buritizinho.



Fonte: Viegas, 2024.

O processo de voçorocamento em Buriticupu avança por diferentes vertentes. Dados do Inmet de março de 2022/23, mostram que o Maranhão foi atingido por fortes chuvas, fator que pode ter contribuído para o avanço das voçorocas na cidade de Buriticupu, ocasionado a retirada de moradores de alguns bairros, os quais foram obrigados a deixar suas casas, cenário este que tem se tornado cada vez mais comum na região, levando em consideração que parte do território urbano está sendo erodido.

Dito isso, a gravidade das erosões que acontecem nesse local não é causada somente pelas chuvas que ocorrem na região, mas também porque ela está ligada a diversos outros fatores, como a geologia, geomorfologia, características do solo, vegetação e ocupação da terra.

É importante salientar que a cidade em questão conta com a forte presença de arenito ao longo de seu território, sendo o mesmo um tipo de rocha sedimentar que se forma a partir do depósito de areia que após um longo processo de compactação e cimentação, se transforma em rocha, em outras palavras, é um material granular. Devido à sua formação ser predominantemente de depósitos de areia, é correto observar que a água possui uma certa facilidade para degradar o material, fazendo o arraste de sedimentos importantes da sua composição.

Devido às ações antrópicas, ou seja, à retirada da camada vegetal que aconteceu em virtude do processo de urbanização e as atividades econômicas do local, inicialmente estava ligada à extração de madeiras, fato que foi bastante importante para a construção das primeiras

residências na região e foram essas extrações que geraram renda para a cidade, ponto importante para a economia local. No entanto, justamente essas atividades causaram uma supressão na cobertura vegetal do solo e, conseqüentemente, abriram espaço para processos erosivos mais intensos, já isso tornou o solo mais vulnerável a esses agentes erosivos.

Ao analisar o mapa acima, percebe-se que o relevo de Buriticupu tem a forte presença de irregularidades, destacando-se dois fatores principais: a pediplanação e regiões convexas. O pediplano é, em suma, uma área que se forma através de um constante processo erosivo que acaba regredindo as escarpas do relevo. Esse fenômeno se expande conforme o desenvolvimento da erosão, deixando dessa forma, apenas fragmentos das zonas mais elevadas. No entanto, destaca-se as regiões predominantemente convexas, pois elas, devido seu formato, possuem uma certa facilidade em perder seus sedimentos, em outras palavras, é uma característica que aponta o quão vulnerável a geomorfologia desta região é vulnerável para a ocorrência dessas erosões em larga escala.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que o processo de evolução das voçorocas em Buriticupu-MA representa um fenômeno ligado intrinsecamente a padrões geomorfológico significativos, que reflete a complexa interação entre fatores naturais e humanos. A compreensão desse processo é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de gestão territorial e mitigação dos impactos ambientais associados.

Observa-se que as voçorocas, que começam como pequenas erosões, podem evoluir para grandes crateras, resultando na perda de solo, degradação de terras, assoreamento de corpos d'água e impactos negativos sobre ambientes urbanos.

A evolução das voçorocas em Buriticupu-MA é ligeiramente influenciada por uma combinação de fatores, incluindo o tipo de solo, a topografia, a cobertura vegetal, o regime pluviométrico da região amazônica e, principalmente, as atividades humanas locais, como desmatamento, práticas agrícolas inadequadas, urbanização acelerada e pouca ou nenhum ordenamento e planejamento do território em escala local. Em resumo, o controle e a recuperação das áreas afetadas por voçorocas exigem um esforço cooperativo entre pesquisadores, gestores locais e a sociedade em geral.

Palavras-chave: Voçorocas, Erosão, Precipitação, Ação antrópica, Geoprocessamento.

REFERÊNCIAS

CAMAPUM DE CARVALHO, J.; SALES, M. M.; MORTARI, D.; FÁZIO, J. A.; MOTTA, da N. O.; FRANCISCO, R. A. **Processos erosivos no centro-oeste brasileiro**. 1ª ed., Brasília: FINATEC, 2006.

CAMPOS, A. A. C.; **Condicionantes dos Processos Erosivos na Área Urbana de Buriticupu-MA: O caso da voçoroca do bairro Santos Dumont**. 2019. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís. 16-18-27 p.

FERNANDES, H. G. P.; **Deteção de voçorocas em ambientes urbanos por meio de imagens de drone no município de Buriticupu, Maranhão**. 2023.

GUERRA, A. T.; MARÇAL, M. S.; (ORG.). **Geomorfologia ambiental**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 189 p.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S.; BOTELHO, R. H. M.; GARCIA, S. F.; **Solos e feições erosivas em Açailândia-Maranhão**. Revista Sociedade e Natureza, Uberlândia, 2001.

MAGNO e SILVA, W.; SILVA, W. R.; CAMPOS, D. M.; (orgs.). (2019) **Desafios da formação de professores na linguística aplicada**. Campinas, sp: pontes. 282 p.

PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S. C.; **Estudos sobre Voçorocas: uma avaliação da produção científica brasileira (2009/2019)**. Uberlândia, v. 34, e65923, 2022

SANTOS, A. L.; MACEDO, L. T. S.; **Erosividade na Bacia Hidrográfica do Rio Mearim (MA-Brasil)**. In: **IV Workshop de Geotecnologias do Maranhão**, São Luís, MA, 2018. p. 63.

VIEGAS, J. C.; **Anotações de campo pelas disciplinas de Geoprocessamento/Geomorfologia e pela coleta de dados para produção de Tese de Doutorado**. Atividade desenvolvida durante o mês de junho/julho de 2024.