

DETECÇÃO DE FORMAÇÕES EROSIVAS (VOÇOROCAS) ATRAVÉS DE DADOS DE LIDAR: UMA ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA

Amorim, E.S. (UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO) ; Nascimento, J.T. (UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO) ; Soares, G.A.S. (UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO) ; Gomes, D.D.M. (UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO)

RESUMO

Voçoroca é um dos estágios mais avançados da erosão da superfície terrestre, ganhando maior complexidade quando em área urbana. Com a contribuição das Geotecnologias e das técnicas de Geoprocessamento, fica-se mais prático e mais fácil analisar áreas onde esse fenômeno ocorre, bem como identificar quais os principais fatores que contribuem para sua evolução. O objetivo central desse trabalho se baseia em analisar os processos erosivos em áreas que apresentam suscetibilidade ao fenômeno de voçorocamento que ocorrem na mancha urbana de Garanhuns, buscando compreender quais os principais fatores responsáveis por seu desenvolvimento e os principais riscos à sociedade. Para a elaboração desse trabalho foi feita uma análise das características da área, e coleta e tratamento de dados geográficos, para a produção cartográfica. Assim, foi possível encontrar áreas suscetíveis e áreas onde existem processos de voçorocas, sendo necessário a implantação de práticas de proteção nessas áreas.

PALAVRAS CHAVES

erosão; voçoroca; geoprocessamento; suscetibilidade ao voçorocamento; encosta

ABSTRACT

Gully is one of the most advanced stages of land surface erosion, gaining greater complexity when in an urban area. With the contribution of Geotechnologies and Geoprocessing techniques, it becomes more practical and easier to analyze areas where this phenomenon occurs, as well as to identify the main factors that contribute to its evolution. The main objective of this work is based on analyzing the erosive processes in areas that are susceptible to the gully phenomenon that occur in the urban area of Garanhuns, seeking to understand the main factors responsible for its development and the main risks to society. For the preparation of this work, an analysis of the characteristics of the area was carried out, and geographic data were collected and processed for cartographic production. Thus, it was possible to find susceptible areas and areas where gully processes exist, it is necessary to implement protection practices in these areas.

INTRODUÇÃO

Enxergando todos os fenômenos inseridos no planeta, funcionando com base em relações de interdependência, sejam fenômenos naturais, sejam sociais, pode-se compreender que a soma dos elementos, o conjunto de cada parte que constitui cada fenômeno, é de uma relevância muito maior para entender como esses fenômenos se configuram e agem dentro de uma visão sistêmica, ou seja “o pensamento sistêmico é contextual[...] requer que para se entender alguma coisa é necessário entendê-la, como tal, e em um determinado contexto maior, ou seja como componente de um sistema maior, que é o seu também chamando ambiente” (UHLMANN, 2002, p.15). Corroborando com essa ideia, de relação direta entre sociedade e natureza, existem vários autores que se preocupam em buscar esse caminho de compreensão, explorando alguns campos que se ajudam para entender como os fenômenos ocorrem de forma sistêmica, portanto Mendonça (1996) fala que a geografia é uma ciência fundamental para a compreensão do jogo de influências exercidas pela sociedade e a natureza na formação dos espaços, dessa forma, ambos compondo uma relação sistêmica entre si. Ferreira e Pinton (2022) admitem a existência de problemas ambientais relativos às mudanças morfológicas ocasionadas pelas ações antrópicas nos centros urbanos. Essas ações fazem parte do cotidiano de cada pessoa, de cada cidade, cada lugar que tenha um processo de ocupação antrópica urbana acontecendo, o próprio crescimento urbano, quando feito de forma

inadequada, pode contribuir com o surgimento e evolução de diversos problemas ambientais que rebatem na própria sociedade, e um dos problemas mais observados em diversas paisagens pelo país é o das voçorocas. 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. O aparecimento de voçorocas, atualmente, está muito ligado a interferência antrópica, quer seja pela expansão horizontal do espaço rural e/ou urbano, quer seja pelo manejo dispensado a determinadas áreas (VIEIRA, 2018). Com a contribuição das Geotecnologias e das técnicas de Geoprocessamento, fica-se mais prático, e mais fácil analisar áreas onde esse fenômeno ocorre, e como se dá a evolução dos seus processos, bem como identificar quais os principais fatores que contribuem para sua evolução, e é com base nisso que “o uso das técnicas de Geoprocessamento e de Sensoriamento Remoto, integralizadas nos Sistemas de Informação Geográfica, tem permitido a análise de fenômenos cada vez mais complexos” (SILVA, ROCHA e AQUINO, 2016, p.178), algo que os autores dizem ser inalcançável pelo que a cartografia tradicional dispõe, devido suas diversas limitações. Em volta de todo esse contexto, o objetivo central desse trabalho se baseia em analisar os processos erosivos em áreas que apresentam suscetibilidade ao fenômeno de voçorocamento que ocorrem na mancha urbana de Garanhuns, buscando compreender quais os principais fatores responsáveis por seu desenvolvimento e os principais riscos à sociedade.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo Para a realização da pesquisa, foi escolhido uma sub-bacia hidrográfica do município de Garanhuns, localizado no estado de Pernambuco, mesorregião do agreste, setor meridional. Situada entre as Latitudes 8°53'02''S-8°54'08''S e Longitudes 36°27'17''W-36°28'18''W (figura 1). A sub-bacia selecionada para essa análise se refere a um dos setores de canais tributários do Rio Mundaú, que é o principal canal de drenagem que abastece o município, sendo o riacho Brejo do Columinho seu canal de drenagem, e está situada nos limites da mancha urbana de Garanhuns. Alexandre, Candeias e Gomes (2020) apontam que as chuvas na área se concentram entre os meses de maio a julho, com média de 782,5 mm anuais, temperatura média de 20,2 °C e tem amplitude altimétrica entre 740 e 949 metros acima do nível do mar. A área de estudo se encontra no Planalto da Borborema, sobre litologia de Quartzitos; seu relevo está subdividido em quatro unidades taxonômicas: Planalto da Borborema (táxon 1), Cimeira da Borborema (táxon 2), Chapadas e Platôs (Táxon 3) e Área de dissecação homogênea de topos convexos (táxon 4) (GOMES et al, 2016; ALEXANDRE et al, 2018; ALEXANDRE, CANDEIAS e GOMES, 2019) e tem predominância de Latossolo amarelo. Bastos (2019) diz que o Quartzito possui uma alta resistência devido ao fato de ser constituído basicamente por quartzo, um dos minerais mais resistentes do planeta, o que limita sua capacidade de sofrer com a erosão superficial, isso explica o porquê dessa litologia resistir sobre um embasamento gnáissico, devido sua alta capacidade de resistência intempérica.

2.2. Coleta e tratamento dos dados Os dados geográficos geoprocessados e utilizados para a produção cartográfica foram: os vetores com os limites territoriais obtidos pelo site do IBGE, camada vetorial contendo as linhas de drenagem, disponível no site da ANA, dados matriciais referentes às ortofotos, onde foram utilizadas as imagens cedidas pelo PE3D e Google Earth, os dados topográficos (MDE, MDT e Hipsometria) foram disponibilizados pelo PE3D, os dados de uso e ocupação da terra e de solos foram baixados pelo site da EMBRAPA, a camada com as unidades litológicas foi baixada pelo site da CPRM. Esses dados foram geoprocessados em um SIG, aqui utilizado o aplicativo QGIS, por possuir acesso livre e download gratuito, onde a camada de drenagem foi melhorada para a escala de 1:5.000, por meio da análise do relevo sombreado, gerado a partir do MDT do PE3D, a camada contendo as formas de uso e ocupação da terra foi ajustada à escala de 1:5.000, com o suporte da ortofoto baixada pelo PE3D, os dados de solo e litologia permaneceram na escala de 1:100.000, os dados do PE3D foram utilizados em escala de 1:5.000. Por último, foi elaborado mapas para representar os elementos fisiográficos da área analisa com base nesses dados obtividos, tanto mapas temáticos, quanto mapas sobre os processos erosivos atuantes na área de estudo, somado à obtenção de fotos retiradas em campo, com uso de um smartphone de uso pessoal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

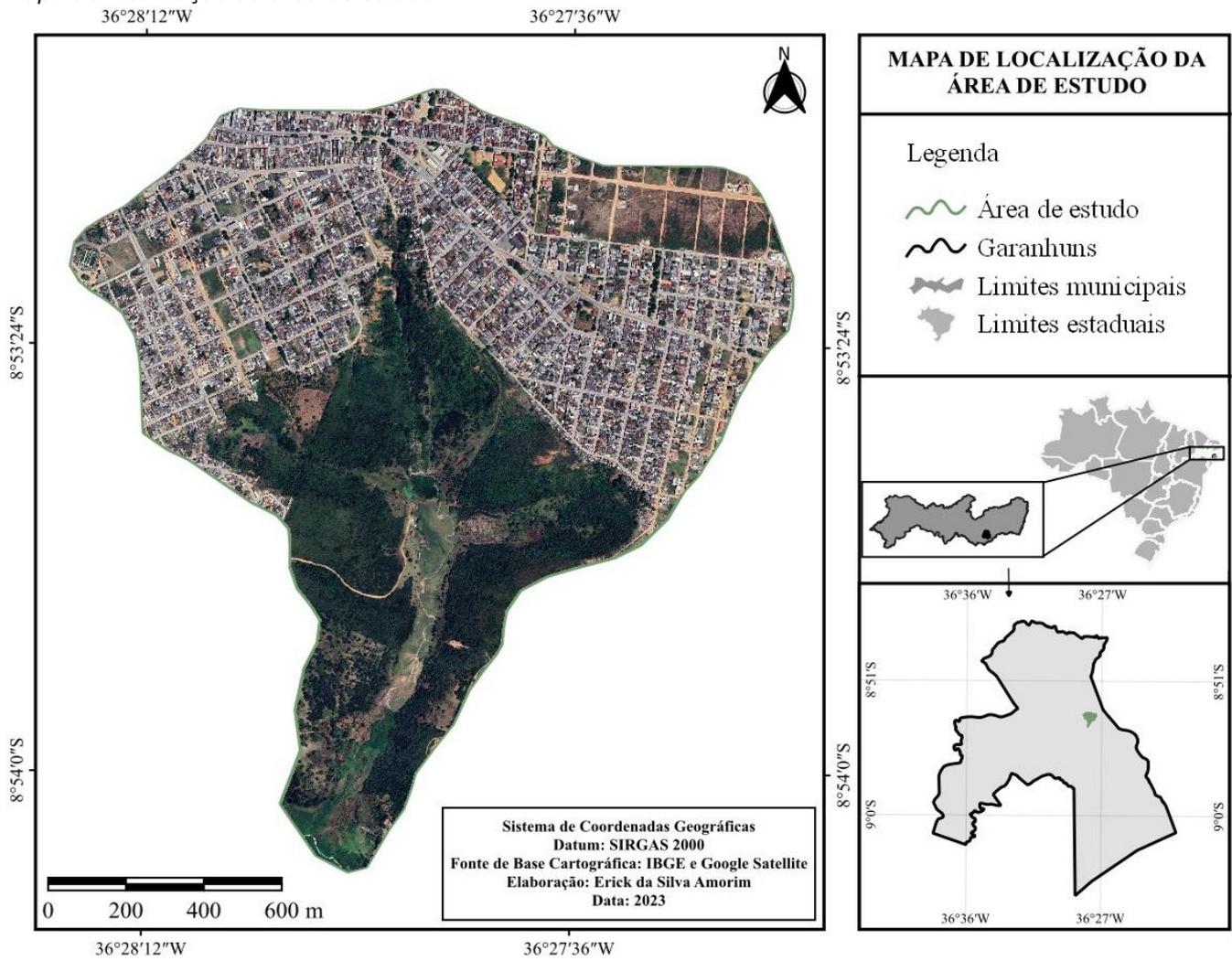
3.1. Dinâmica erosiva A área analisada corresponde a um setor com diversas cabeceiras de vale,

nesses lugares a erosão remontante se mantém atuante, uma vez que “as incisões erosivas se formam nas cabeceiras de vale, pois são nessas áreas que ocorre convergência entre fluxos superficiais e fluxos subterrâneos” (OLIVEIRA, 2006, p.86), portanto, trata-se de áreas onde os processos de erosão remontante estão em constante atuação, em detrimento de encostas com altas declividades e solos bem desenvolvidos e profundos. É nesse ponto, de cabeceiras, onde são observadas os processos erosivos mais acelerados, portanto, as áreas mais suscetíveis e aquelas onde há a presença de voçorocas. Na área de estudo a predominância é de caatinga densa, com alguns pontos de caatinga esparsa, caatinga essa que compõe a vegetação nativa da área, porém encontra-se muito degradada em alguns pontos. Possui apenas algumas espécies arbustivas espalhadas, a vegetação rasteira, composta principalmente por gramíneas, predomina pelo vale, entretanto se apresenta em algumas áreas das cabeceiras. A ausência de vegetação mais desenvolvida nesses setores diminui o poder de interceptação das chuvas, causa saturação mais rápida do solo, bem como aumento do escoamento superficial. Todo esse processo cria degraus no topo das encostas, por onde os fluxos hídricos das chuvas, somado aos fluxos dos efluentes que são despejados nesses setores, proporciona aumento do poder incisivo da erosão, com a concentração dos fluxos em pequenas canalizações, que podem resultar em sulcos ou ravinas, que vão ganhando maiores dimensões até conectar-se com as cabeceiras de vales. A conjunção de um clima com características de períodos com forte umidade e intensidade pluviométrica em distintas estações do ano atingem a camada pedológica desse setor, mantendo uma relação direta com as características dos solos que o compõe, estas garantem a maior ou menor capacidade de infiltração das águas que escoam superficialmente pelo terreno, porém essa capacidade vai depender de outros fatores, uma vez que o ambiente funciona de forma sistêmica, que vão determinar os graus de erodibilidade do solo, bem como as feições que ali irão se desenvolver. A área de estudo foi dividida em dois setores, Setor Suscetível (SS) e Setor Ativo (SA).

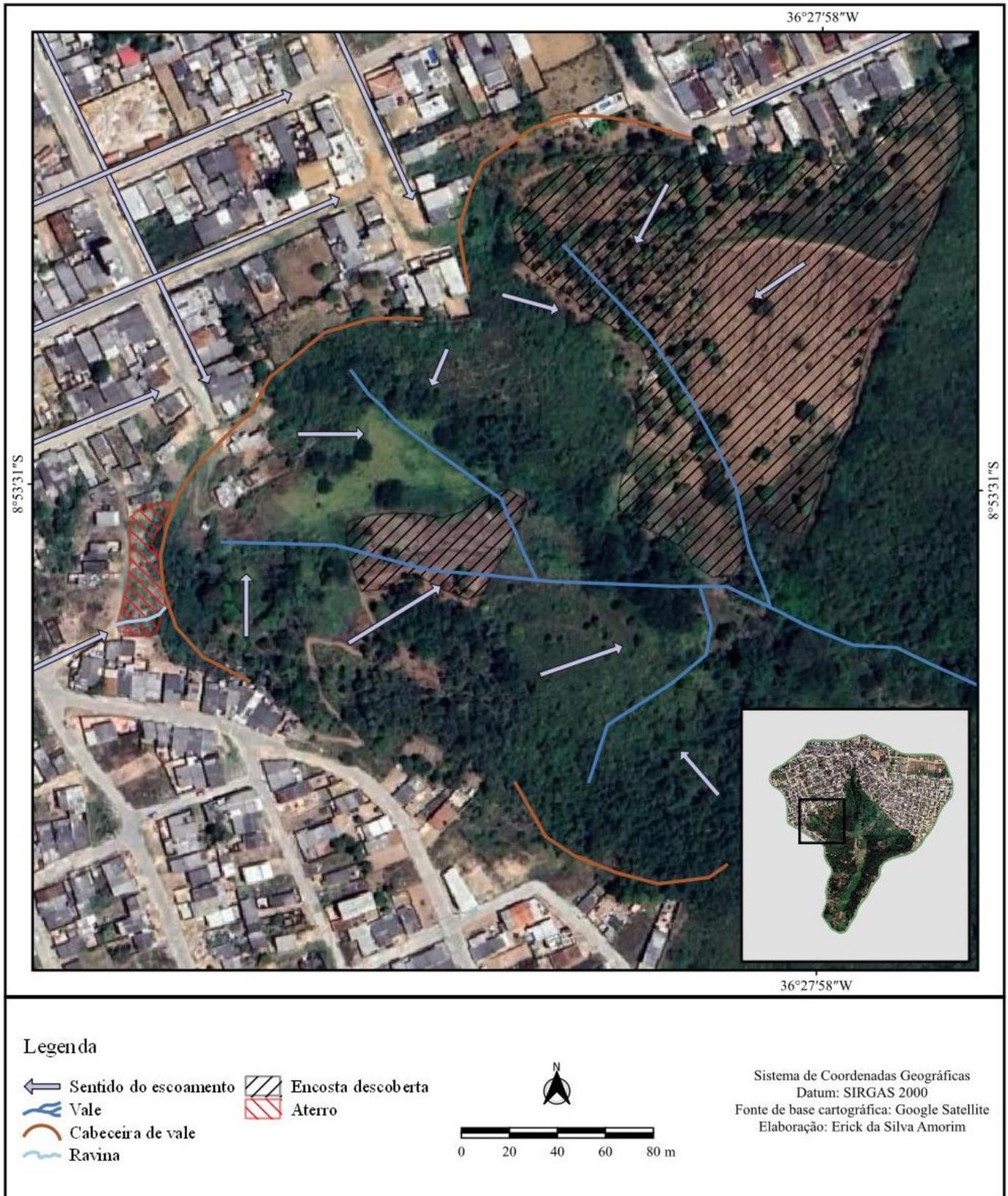
3.2. Setor suscetível ao voçorocamento O primeiro setor corresponde a uma porção da sub-bacia fortemente suscetível ao voçorocamento, e o segundo é onde existem fortes processos de voçorocas. O SS é uma área com algumas cabeceiras de vale, que possuem em seu entorno uma forte ocupação urbana (figura 2), e nessas áreas de cabeceira, há uma predominância dos processos da erosão remontante, que trabalha de forma à erodir a superfície sentido à montante, em direção às residências ali próximas. As encostas possuem declividades com angulações suficientes para manter um escoamento superficial mais intenso, com valores acima dos 45% de angulação. Encontram-se algumas áreas destinadas às práticas agrícolas, áreas recobertas por vegetação de gramíneas, algumas espécies de vegetação arbórea, mas o que chama atenção é a forte presença de lixo espalhado pela encosta, pois nesse setor, onde a erosão avança no sentido das residências, retirando material (sedimentos) das paredes das cabeceiras, foi instalado um pequeno aterro, por onde os efluentes e escoamento pluvial escoam sobre, devido à falta de saneamento básico, combinado as ruas sem pavimentação, criam-se canais de fluxo concentrado que se unem às áreas de cabeceiras, agravando os processos erosivos ali atuantes, tornando toda a área, que naturalmente possui instabilidade morfológica, ainda mais suscetível ao surgimento de voçorocas.

3.3. Setor com voçoroca ativa O SA é uma área onde os processos de voçoroca são mais intensos (figura 3). Nota-se a presença de uma antiga voçoroca, aparentemente em estado de estabilidade morfológica, a vegetação densa de grande porte é um sinal de sua estabilidade, entretanto existe uma área em sua extremidade onde uma incisão avança de forma acelerada, constituindo uma grande voçoroca, representando riscos atuais para a população ali instalada. Percebe-se nessa área dois fatores muito importantes, para compreender os processos que ali atuam, o primeiro é por se tratar de uma área de convergência dos fluxos de escoamento superficial, que se concentram naquele ponto devido a ordenação das ruas do setor, criando uma grande ravina que se conecta à voçoroca. O segundo fator é o despejo de efluentes vindos da tubulação de esgoto sobre a encosta, processo que fragiliza a qualidade do solo e inibe o crescimento de vegetação de grande porte. É importante trazer que nessa voçoroca também foi feito um aterro, como tentativa de conter seu avanço, porém a população acaba jogando lixo nessa área, o que contribui com o agravando ainda maior dos processos erosivos. A declividade das encostas dessa área é muito acentuada, portanto os fluxos de escoamento superficial são muito intensos, e pelo solo das encostas da voçoroca estarem expostos, o arraste de material é alto, resultando em maior avanço, tanto lateral quanto vertical da voçoroca, tornando-a uma incisão de grandes dimensões e grau de risco ambiental.

Mapa de localização da área de estudo



Setor suscetível ao voçorocamento



Nota-se a predominância de cabeceiras de vale, com forte ocupação antrópica, áreas de encostas descobertas, e cursos de escoamento concentrado.

Setor com voçorocamento ativo



Percebe-se que o setor da encosta à esquerda do vale encontra-se com áreas de solo descoberto, com convergência dos fluxos de escoamento superficial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É necessário compreender os demais elementos que compõem o sistema em análise, sobretudo, os processos que atuam nas áreas de cabeceiras de vale, que são feições extremamente instáveis e suscetíveis aos processos erosivos. Diante disto, essas áreas devem ser protegidas por leis que garantam sua preservação, sendo função dos órgãos públicos e população manterem as leis em vigor e fiscalização dessas áreas, pois ambos devem manter uma relação de cooperação. Um grande problema responsável pela aceleração e desenvolvimento de voçorocas é o crescimento urbano desordenado, no qual a população se organiza pelo espaço de forma inapropriada, se instalando e utilizando de forma inadequada áreas que deveriam ser protegidas e que apresentam graves riscos socioambientais, devido sua instabilidade morfológica. Existem diversas práticas utilizadas para tentar conter o avanço de uma voçoroca, entre elas a revegetação das cabeceiras e áreas internas da voçoroca com espécies que se adaptem àquele local, redirecionamento dos fluxos de escoamento superficial com base em um sistema de saneamento básico adequado, entre outras, mediante um bom planejamento e ordenamento espacial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ALEXANDRE, Fernando da Silva et al. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento das unidades geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Alto Curso do Rio Mundaú-PE/AL. *Revista de Geologia, Ceará*, vol. 31, nº 2, p. 159-168, dez. 2018. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/geologia/article/view/33246>. Acesso em: 24 jan. 2023.

ALEXANDRE, Fernando da Silva; CANDEIAS, Ana Lúcia Bezerra; GOMES, Daniel Dantas Moreira. Modelagem cartográfica para a delimitação das paisagens da bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Mundaú - PE/AL, Nordeste, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física, Brasil*, v. 12, n. 7, p. 2489-2502, 31 jan. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/241717>. Acesso em: 09 out. 2022.

BASTOS, Frederico de Holanda. MAIA, Rubson Pinheiro. CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes. *Geomorfologia*. Fortaleza: EdUECE, 2015. 138p.

FERREIRA, Marcos Vinicius da Silva. PINTON, Leandro de Godoi. Antropogeomorfologia em setor de expansão urbana de cidade de médio porte. *RA'EGA, Curitiba, PR*, v.53, p.48-70, 03/2022. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/76912>. Acesso em: 15 jan. 2023.

GOMES, Daniel Dantas Moreira et al. Mapeamento e caracterização dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do Rio Mundaú -PE/AL. *Caderno de Geografia, Belo Horizonte*, vol. 26, núm. 2, p. 272-299, 2016. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/13305>. Acesso em: 24 jan. 2023.

MENDONÇA, Francisco. *Geografia física: Ciência Humana?* São Paulo: Contexto, 4ª edição, 1996. - (Coleção Repensando a Geografia).

OLIVEIRA, Marcelo Accioly Teixeira de. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira. SILVA, Antonio Soares da. BOTELHO, Rosângela Garrido Machado (organizadores). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p.57-99.

SILVA, Francisco Jonh Lennon Tavares da. ROCHA, Dyego Freitas. AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. *GEOGRAFIA, GEOTECNOLOGIAS E AS NOVAS TENDÊNCIAS DA GEOINFORMAÇÃO: indicação de estudos realizados na região Nordeste*. *InterEspaço. Grajaú/MA*, v.2, n.6, p.176-197, maio/ago. 2016. Disponível em: <http://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/interespaco/article/view/6488>. Acesso em: 22 mai. 2022.

UHLMANN, Gunter Wilhelm. *Teoria Geral dos Sistemas Do Atomismo ao Sistemismo (Uma abordagem sintética das principais vertentes contemporâneas desta Proto-Teoria)*. Instituto Siegen, São Paulo, Versão Pré - Print, 67 p., 2002. Disponível em:

https://www.inesul.edu.br/professor/arquivos_alunos/doc_1453839739.pdf. Acesso em: 03 já. 2023.

VIEIRA, Antonio Fábio Guimarães. DEFINIÇÕES, CLASSIFICAÇÕES E FORMAS DE VOÇOROCAS. SINAGEO, Depto de Geografia/UFAM, 2018. <http://sie.unb.br/ugb/sinageo/4/1/13.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2022.