

## Prevenção de riscos ambientais em áreas de suscetibilidade morfológica no município de Garanhuns - PE

*Prevention of environmental risks in areas of morphological susceptibility in the municipality of Garanhuns – PE*

*Prevención de riesgos ambientales en zonas de susceptibilidad morfológica en el municipio de Garanhuns – PE*

Erick da Silva Amorim <sup>1</sup>, Daniel Dantas Moreira Gomes <sup>2</sup>, Samuel Othon de Souza Costa<sup>3</sup> e Fernando da Silva Alexandre <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento Socioambiental, Garanhuns, Brasil. erick.dsilvaamorim@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3766-7365>

<sup>2</sup> Universidade de Pernambuco (UPE), Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento Socioambiental, Campus de Mata Norte-PE, Brasil. E-mail: daniel.gomes@upe.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6868-040X>

<sup>3</sup> Gov. Pernambuco, Secretaria de Educação, Recife, Brasil. othon.samuel@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9786-1939>

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Geografia, Recife, Brasil.

fernando\_alexandre@caroatopoagri.com.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0896-9433>

**Resumo:** As formas de intervenção que o homem vem atribuindo ao meio ambiente resultam em problemas que merecem destaque nas análises geográficas e demandam um alerta quanto aos riscos oriundos de desequilíbrios ambientais, que podem desenvolver-se em áreas de suscetibilidade morfológica, como cabeceiras de vales, condicionadas por elementos abióticos, bióticos e antrópicos funcionando de forma sistêmica. Este trabalho tem o objetivo de analisar a suscetibilidade morfológica em áreas de cabeceiras de vale na área urbana de Garanhuns – PE. Adotou-se como metodologia o levantamento de dados, descrição do meio físico, produção cartográfica e aplicação do método geossistêmico. A área de estudo possui alguns pontos de instabilidade morfodinâmica, com processos erosivos difusos em alguns setores, erosão linear atuante e risco de surgimento de voçoroca e movimentos de massa. Esses processos ocorrem no meio físico natural, porém são desencadeados a partir de intervenções impostas pelo ser humano, que tem o potencial para desestabilizar o equilíbrio ambiental. Portanto é necessário o desenvolvimento de materiais e técnicas que visem a melhoria da qualidade da estrutura urbana e proteção ambiental para garantir a qualidade de vida da sociedade e o equilíbrio do meio ambiente.

**Palavras-chave:** Voçoroca; Erosão Linear; Cabeceira de vale; Geossistema; Movimentos de massa.

**Abstract:** The forms of intervention that man has attributed to the environment result in problems that deserve to be highlighted in geographic analyzes and require an alert regarding the risks arising from environmental imbalances, which can develop in areas of morphological susceptibility, such as headwaters of valleys, conditioned by abiotic, biotic and anthropic elements functioning in a systemic way. This work aims to analyze the morphological susceptibility in areas of valley headwaters in the urban area of Garanhuns – PE. The methodology adopted was data collection, description of the physical environment, cartographic production and application of the geosystemic method. The study area has some points of morphodynamic instability, with diffuse erosion processes in some sectors, active linear erosion and risk of gully emergence

and mass movements. These processes occur in the natural physical environment, but are triggered by interventions imposed by human beings, which have the potential to destabilize the environmental balance. Therefore, it is necessary to develop materials and techniques that aim to improve the quality of urban structure and environmental protection to guarantee the quality of life of society and the balance of the environment.

**Keywords:** Gully erosion; Linear erosion; Valley headwaters; Geosystem; Mass movements.

**Resumen:** Las formas de intervención que el hombre ha atribuido al medio ambiente generan problemas que merecen ser resaltados en los análisis geográficos y requieren una alerta sobre los riesgos derivados de los desequilibrios ambientales, que pueden desarrollarse en zonas de susceptibilidad morfológica, como las cabeceras de valles, condicionadas por elementos abióticos, bióticos y antrópicos funcionando de forma sistémica. Este trabajo tiene como objetivo analizar la susceptibilidad morfológica en áreas de cabeceras de valles en el área urbana de Garanhuns – PE. La metodología adoptada fue la recolección de datos, descripción del medio físico, producción cartográfica y aplicación del método geosistémico. El área de estudio presenta algunos puntos de inestabilidad morfodinámica, con procesos de erosión difusa en algunos sectores, erosión lineal activa y riesgo de aparición de cárcavas y movimientos en masa. Estos procesos ocurren en el entorno físico natural, pero son desencadenados por intervenciones impuestas por los seres humanos, que tienen el potencial de desestabilizar el equilibrio ambiental. Por tanto, es necesario desarrollar materiales y técnicas que tengan como objetivo mejorar la calidad de la estructura urbana y la protección del medio ambiente para garantizar la calidad de vida de la sociedad y el equilibrio del medio ambiente.

**Palabras clave:** Cárcava; Erosión lineal; Cabecera del valle; Geosistema; Movimientos de masa.

---

## 1. Introdução

Os acontecimentos referentes a desastres ambientais que vêm ocorrendo durante o século XXI vem ganhando cada vez mais destaque devido às suas proporções e impactos causados em diversos territórios pelo planeta. Movimentos de massa pelo Rio de Janeiro devido a ocupação de áreas de encostas, desmatamentos na floresta amazônica por causa do contrabando de madeira, alagamentos na área urbana do Recife que possui parte de sua população instalada em áreas de antigos corpos hídricos demonstram os efeitos oriundos das formas agressivas e inadequadas que o homem vem atacando o meio ambiente.

Entretanto, desde que o homem estabeleceu um modo de vida em sociedade, com a revolução agrícola do neolítico, priorizando o assentamento em áreas propícias às suas práticas de moradia, plantio, colheita e domesticação a natureza vem sentindo diferentes impactos em sua dinâmica de funcionamento e estabilidade. Dentro da história da humanidade é comum o desenvolvimento de populações próximo a áreas regidas por processos que apresentam uma dinâmica intensa.

A ação do homem constitui-se em um relevante agente modificador do meio ambiente, alterando o equilíbrio e a dinâmica dos processos naturais (GIRÃO; CORRÊA, 2004). Existem vários episódios de desastres ambientais relacionados a forte urbanização em torno de canais de drenagem, sobre ou próximo a encostas, em faixas litorâneas, frutos do crescimento desordenado e falta de planejamento que a sociedade vem impondo à natureza (FREIRES et al., 2021; FREIRES et al., 2023). Percebe-se, então, “a existência de um quadro de intensificação dos problemas ambientais relacionados às mudanças morfológicas derivadas da ação antrópica nesses centros urbanos” (FERREIRA; PINTON, 2022).

Diante disto, chama-se a atenção aos problemas ambientais que vêm ocorrendo em todo o planeta, um alerta que necessita dos esforços do próprio homem para buscar amenizar esses impactos e resolver estes problemas. A comunidade científica empenha-se em desenvolver estudos que visem à prevenção de possíveis desastres. Sendo os estudos de planejamento ambiental uma forte ferramenta para o enfrentamento dessa problemática, Botelho (2007) diz que um estudo “compreende várias fases, que vão desde a compilação e levantamento de dados, descrição do meio físico, estabelecimento das unidades cartográficas básicas, até a aplicação de um método de avaliação dessas unidades”.

Entretanto, atualmente é muito comum a presença de populações já estabelecidas em áreas suscetíveis a desastres ambientais, sendo necessário um planejamento para que evite o surgimento de problemas que venham afetar essas pessoas ali instaladas. Logo, a análise dos processos físicos e antrópicos deve-se existir a partir de uma visão sistêmica, visto que as relações estabelecidas entre ambos podem vir a configurar riscos e até desastres ambientais. Portanto, a abordagem geossistêmica, definida por Bertrand e Bertrand (2007) como um conjunto onde

interagem os elementos abióticos, bióticos e antrópicos é de extrema importância para a compreensão dos processos naturais e problemas socioambientais.

Um dos principais processos geomorfológicos que ocorrem na superfície do planeta é a erosão, entendida com a remoção do substrato do solo. A ocupação mais intensa dos terrenos próximos às ocorrências erosivas multiplica os riscos a acidentes (SALMOMÃO, 2007). Os riscos que surgem nesse caso estão constantemente associados à ocupação desordenada, envolvendo a contaminação ou impermeabilização do solo, aumento da temperatura global devido a queima de combustíveis e a instabilidade de encostas, entre outros (AQUINO; PALETTA; ALMEIDA, 2017; DEUS et al., 2017).

Mediante isto, o município de Garanhuns, é regido por diversas áreas suscetíveis a processos erosivos causados pelo escoamento superficial, sendo possível notar o desenvolvimento de áreas com forte dissecação por ravinas e até mesmo a presença de voçorocas, sobretudo em áreas de cabeceiras de vale, que são definidas por Oliveira (2007) como feições onde há a convergência dos fluxos superficiais e subsuperficiais, sendo áreas suscetíveis a desequilíbrios ambientais.

Por isso, práticas capazes de solucionar esse problema são extremamente necessárias, principalmente para o estabelecimento de medidas de prevenção a acidentes e desastres socioambientais, sendo importante para garantir a qualidade ambiental e de vida da sociedade. Assim, objetiva-se com este trabalho analisar os possíveis riscos ambientais em área urbana do município de Garanhuns com população instalada sobre cabeceira de vale, com base na compreensão acerca das relações estabelecidas entre a sociedade e o meio, mediante a necessidade em prevenir desastres ambientais que possam vir a afetar a população.

## 2. Área de Estudo

O recorte escolhido como objeto deste estudo está localizado na área urbana do município de Garanhuns, estado de Pernambuco, nordeste brasileiro. Faz parte do sistema de drenagem da sub-bacia hidrográfica Brejo do Columinho (figura 1), nascente da Bacia do Rio Mundaú. Está situada sobre a Cimeira da Borborema, entre as latitudes 8°53'36"S – 8°53'16"S e longitudes 36°27'52"O – 36°28'20"O. Possui área de 0,45km<sup>2</sup>.

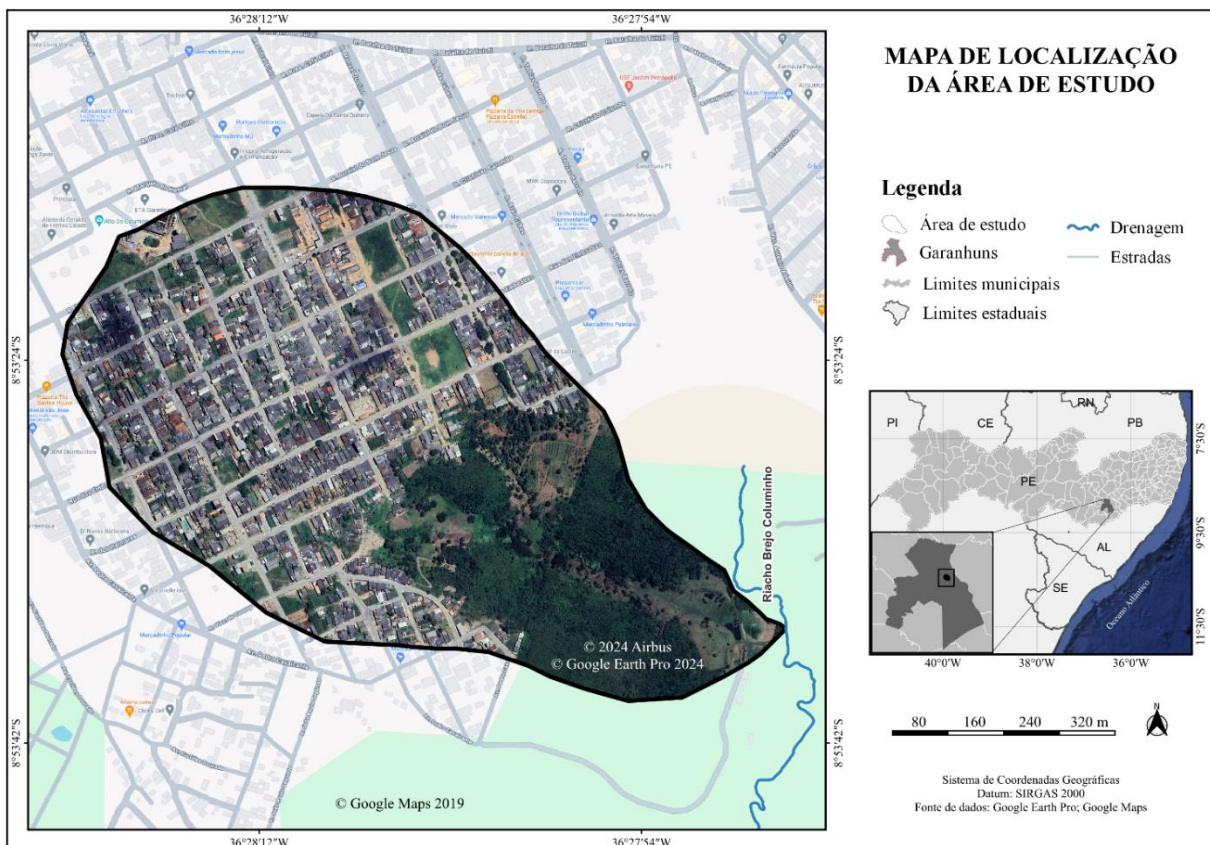


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. Elaboração: autor

O clima do município é classificado como mesotérmico tipo Csa, subúmido e sub-quente conforme a classificação de Koppen, e média anual de 908,6mm de pluviometria, mantendo temperatura média anual de 20°C (AZAMBUJA; CORRÊA, 2015; SILVA et al., 2018). A estação chuvosa tem início no outono e vai até o final do inverno, sendo comum, durante a segunda metade do verão, dias de chuvas com presença de trovoadas.

A área de estudo possui variação altimétrica acima de 700m com pontos ultrapassando 1.000m de altitude. Está situada sobre litologia metamórfica de Quartzito cinza-claro e pedologia do tipo Latossolo Amarelo, com predominância em desenvolvimento de vegetação da Caatinga, constituída por espécimes herbáceas e arbustivas, com presença de espécimes arbóreas em alguns setores.

### 3. Materiais e Métodos

#### 3.1 Levantamento de dados

As plataformas responsáveis pela disponibilidade dos dados são: CPRM (Serviço Geológico do Brasil), empresa responsável por pesquisas geológicas que disponibiliza os dados vetoriais das unidades geológicas da área de estudo em escala 1:100.000 e carta geológica; EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária), de onde foram obtidos os dados vetoriais contendo os tipos de solos e uso e ocupação da terra em escala 1:100.000 com base no ZAPE (Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco); PE3D (Pernambuco Tridimensional), projeto do governo estadual que dispõe de dados matriciais (MDT – Modelo Digital do Terreno, e Hipsometria) em escala 1:5.000; Google Earth Pro para recorte da imagem de satélite ;IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), contendo as camadas vetoriais com os limites e malhas territoriais.

Para a armazenagem, tratamento e processamento dos dados foi utilizado o programa QGIS versão 3.4.21 para Windows, um SIG (Sistema de Informação Geográfica) de uso gratuito. O aplicativo permite a manipulação dos dados de sensoriamento remoto, geoprocessamento e produção cartográfica, dentre as suas funções. As unidades cartográficas utilizadas para a análise, descrição e compreensão dos processos que ocorrem na área de estudo foram desenvolvidos mapa de localização da área de estudo, mapa hipsométrico, mapa de uso e ocupação da terra e mapa caracterizando as áreas de suscetibilidade a processos erosivos (CARVALHO LIMA et al., 2023).

O mapa hipsométrico foi feito a partir do recorte do MDT, com renderização da banda simples em falsacor, contendo oito classes com valores crescentes a cada vinte metros, sobreposto ao MDT original com opacidade reduzida para melhorar a leitura. As curvas de nível também foram extraídas do MDT, respeitando um espaçamento de dez metros entre cada linha de curva (ALEXANDRE; CANDEIAS; GOMES, 2021).

O mapa de uso e ocupação da terra foi melhorado manualmente a partir do dado da EMBRAPA, com ajuste da escala original, 1:100.000, para escala atual de 1:5.000 com suporte da ortoimagem do Google Earth, possibilitando um aumento nos tipos de classes de uso encontrados na área, resultando em um produto em escala de detalhe, de acordo com as feições fitogeográficas, pedogênicas e antropogênicas analisadas na imagem. As cores utilizadas na legenda foram baseadas no Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE. As imagens fotográficas foram obtidas em campo, durante visitaçao no período de estiagem do ano de 2023 por meio de smartphone pessoal.

#### 3.2 Análise geossistêmica

Apoiando-se na abordagem geossistêmica, que nos permite estudar o ambiente a partir de uma unidade com base na totalidade resultante das conexões entre seus elementos, a fim de compreender sua estrutura, funcionamento e evolução, levando em questão os impactos das atividades humanas sobre a unidade analisada, como propõem Bertrand e Bertrand (2007), e para esses estudos, os condicionantes geológicos, geomorfológicos e pedológicos têm sido indispensáveis na análise da dinâmica erosiva das vertentes, e as consequentes implicações na paisagem (PEREIRA; RODRIGUES, 2022; GOMES et al., 2016; GOMES et al., 2014).

As características litológicas, dentro da escala utilizada, tratam-se de rochas do tipo Quartzito cinza-claro, rocha formada por cristais de quartzo em quase sua totalidade, de dureza no nível 7 na escala Mohs, o que demonstra a alta resistência dessa litologia perante os processos exógenos, sendo considerada a rocha mais resistente da superfície terrestre. Essa litologia forma-se a partir de processos morfoestruturais condicionados por movimentos horizontais ou verticais da crosta terrestre; no caso da área de estudo, resulta do arqueamento que originou o Planalto da Borborema. Sua gênese reflete uma série de pulsos epirogenéticos associados, inicialmente, à separação do Gondwana[...]dando origem a um mosaico de subcompartimentos com características distintas do ponto de vista morfoestrutural” (CORRÊA et al, 2010 apud XAVIER, 2020).

Com a atuação dos fatores climáticos e suas oscilações ocorrendo dentro de uma escala de tempo geológica, diversos processos de desgaste agindo sobre a superfície litológica, sobretudo as oscilações climáticas oriundas das glaciações e interglaciações, com ênfase no Quaternário que condicionaram regressões e transgressões marinhas, como aponta Bastos, Maia e Cordeiro (2019). Apesar de tratar-se de uma litologia de alta resistência, os processos climáticos pretéritos foram responsáveis pelo desenvolvimento de solos profundos.

O solo que predomina na área é o Latossolo amarelo, sendo um solo altamente maduro e desenvolvido verticalmente, já passou por diversos processos de perda de grande parte dos minerais constituintes da rocha que o originou, sobretudo de sílica, altamente poroso com horizonte A bastante espesso e B de consistência firme quando úmidos e dura quando seca em estrutura de macroagregados, rico em óxidos de ferro e alumínio, conforme especifica Lepsch (2011), que reforça os processos de formação desse tipo de solo sendo resultados dos processos de glaciação do Quaternário.

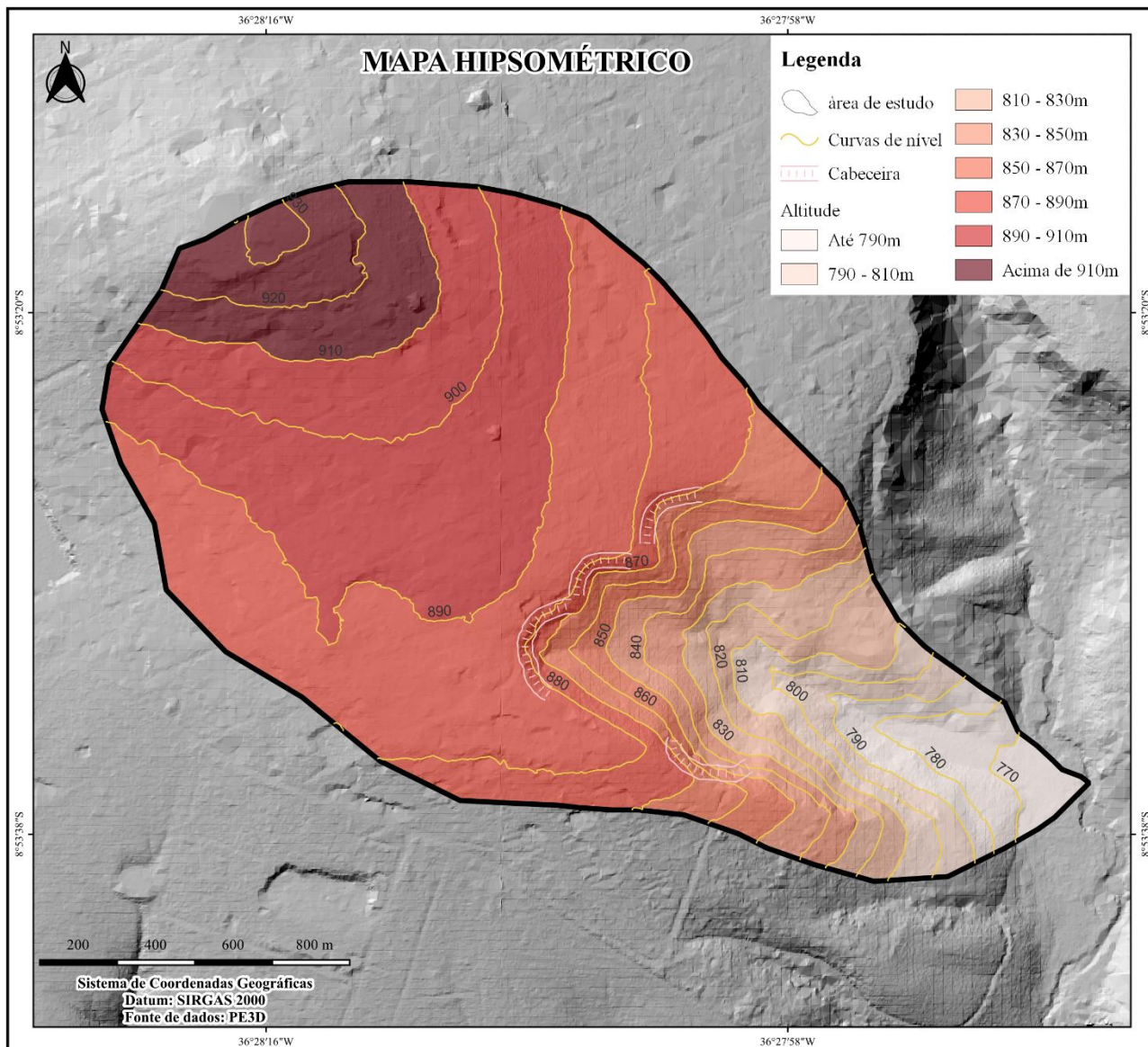
Portanto, as relações que há entre a litologia e o clima resultam em processos morfodinâmicos que vão condicionar o desenvolvimento não apenas dos tipos de solo, mas também da morfologia da superfície, bem como os tipos de solos também irão ser influenciados pela morfologia. Assim, as análises geomorfológicas são indispensáveis dentro da abordagem geossistêmica. O estudo do relevo vai além de classificar suas formas, ele se preocupa com os processos que atuaram não só no passado, mas os que estão atuando no momento e que podem vir a ocorrer.

A vegetação, por sua vez, vai ser influenciada não apenas pelos elementos físicos que constituem o sistema analisado. Há uma relação entre eles e fatores climáticos, como dito anteriormente, esses fatores fazem parte do processo de desenvolvimento de todos os elementos da superfície terrestre. A continentalidade a qual encontra-se o município – sua distância em relação ao oceano – o situa em uma área localizada entre duas regiões com características muito distintas: o Litoral e Zona da mata do estado e o Sertão. A Zona da Mata possui vegetação de mata atlântica, com predomínio de espécies arbóreas desenvolvidas sob um clima quente e úmido tropical, enquanto o Sertão com clima quente e seco, de semiárido, possui a Caatinga, com sua composição herbácea e arbustiva.

Logo, Garanhuns, onde encontra-se a área de estudo, possui características das duas regiões, e, apesar de atualmente existir uma predominância de vegetação catingueira, há alguns pontos de refúgio ecológico oriundos dos processos pretéritos dos avanços do oceano, classificadas como mata serrana, sobretudo nas áreas mais elevadas acima do terreno, algumas ultrapassando os mil metros de altitude, e em áreas situadas à barlavento do planalto, por receberem maior influência da umidade vinda da Zona da Mata, servindo como barreira orográfica capaz de interceptar maior parte da umidade e maior concentração de chuvas.

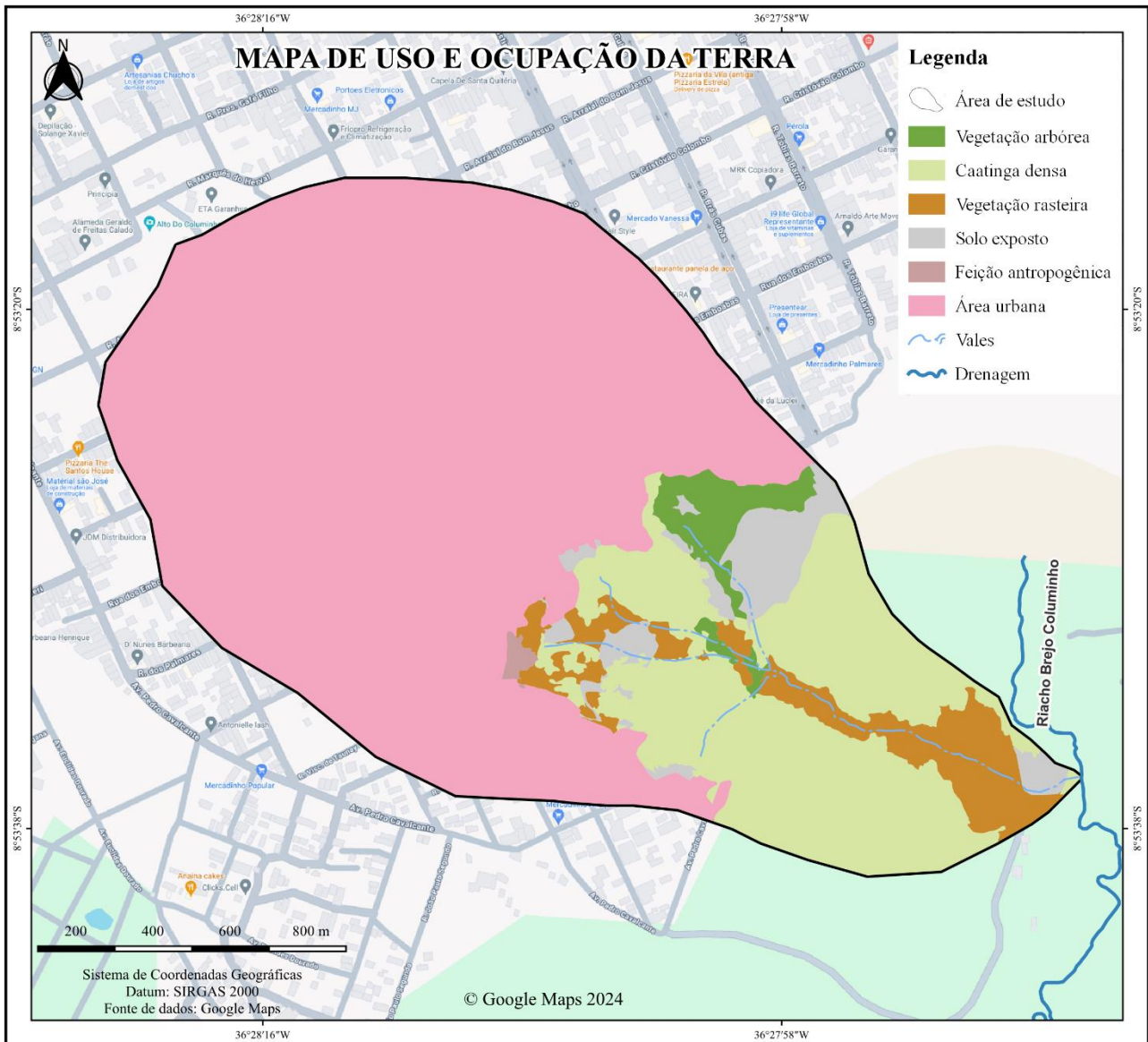
#### **4. Resultados**

A área analisada apresenta-se como um setor condicionado por diversos pontos de dissecação da superfície e forte atuação dos processos erosivos, com presença de cabeceiras de vale, vales, encostas declivosas. Essa distribuição dá-se sobre um gradiente altimétrico bem acentuado, visto que do início das cabeceiras ao ponto mais baixo do recorte há uma diferença de mais de cem metros de altitude, sendo possível notar maior grau de declividade nas encostas das cabeceiras (figura 2); o relevo sombreado nos permite fazer uma leitura mais rigorosa acerca das feições analisadas.



**Figura 2.** Mapa de hipsometria. As cabeceiras de vale encontram-se nas linhas entre 870 e 880 metros de altitude. Elaboração: autor.

Há vegetação bem desenvolvida, com predominância de espécimes da Caatinga, porém percebe-se diversos espécimes de arbóreas, visível pelo porte das árvores em alguns setores e suas tipologias mais semelhantes a espécies da Mata (figura 3).



**Figura 3.** Mapa de uso e ocupação da terra - de acordo com a legenda, percebe-se, na vegetação, predomínio de vegetação nativa, entretanto, há áreas resultantes de processos antropogênicos. Elaboração: autor.

#### 4.1 Análise dos processos morfodinâmicos ativos

Com base na descrição e relações dos elementos físicos que constituem a área analisada fica possível fazer algumas inferências importantes. Todavia, os processos que ocorrem na superfície não dependem apenas dessas interações ambientais, visto que se trata de uma área marcada pelas atividades antrópicas. Analisando a imagem 3 tem-se maior entendimento da dinâmica geral que condiciona os processos superficiais e os seus possíveis riscos à população. Os polígonos demarcados como áreas suscetíveis representam partes do terreno impactadas por processos de degradação que merecem ser analisadas.

A primeira área é a mais preocupante, numa escala de tempo a curto prazo, pois trata-se de um setor do terreno recoberto por aterramento, portanto não sendo uma constituição natural, está definida neste trabalho como feição antropogênica por ser uma construção feita pelo ser humano. Filho e Quaresma afirmam (2011) contribuem afirmando que a partir das intervenções que o homem vem causando na dinâmica natural do planeta ocorrem processos geomorfológicos com genes antrópica. A prática de aterramento visa a tentativas de conter processos erosivos acaba depositando materiais diversos (entulhos, restos de construções, amontoado de lixos, material sedimentar misturado a outros elementos) como forma de preencher feições oriundas da própria degradação que por ele (o ser humano) é causada.

Os aterros não são solos, logo possuem alta fragilidade perante os processos de remoção causados pelo escoamento superficial, e não detêm de condições necessárias para o desenvolvimento e cultivo de maior parte das espécies vegetais, conseguindo se manter apenas arvores com grandes raízes, que conseguem alcançar altas profundidades e se manter dos nutrientes do solo abaixo do aterro, ou algumas espécies de herbáceas que não demandam de muitos recursos, assim como líquens e musgos.

Os aterros não possuem os mesmos minerais que se encontram nos solos, sendo predominante resíduos tóxicos ao ambiente abaixo dele (solo, vida biológica) e são muito permeáveis, facilitando a decomposição de resíduos tóxicos que acabam alcançando o solo e o lençol freático; e por não possuírem um desenvolvimento vegetal de grande porte acaba se mantendo exposto aos fenômenos climáticos e processos erosivos.

Na segunda área percebe-se a formação de incisão linear, que por suas dimensões pode ser classificada como uma ravina. Sabe-se que as ravinas podem dar origem a voçorocas, que é o estado mais avançado da erosão, como afirma Guerra (2007), e ao analisar o entorno desta feição fica claro a fragilidade do terreno a partir do baixo desenvolvimento vegetativo. O fator declividade pode ser um grande impulsionador do desenvolvimento desta feição, mas um processo que chama atenção é o fato desta área receber os fluxos concentrados vindos das estradas pavimentadas, que se concentram neste ponto e se chocam com uma parte do terreno descoberto, possibilitando o surgimento de processos erosivos.

Na terceira área predominam os fluxos difusos, pois nota-se ser uma área de solo descoberto sobre a encosta com declividade próxima a dez metros sobre pouco mais de 16 metros de distância entre sua parte mais alta e a mais baixa. Apesar de o seu entorno possuir características diferentes, nota-se um corte de estrada não pavimentada logo acima da área analisada, portanto sendo esta estrada um forte condicionante para o desenvolvimento de processos erosivos.



**Figura 4.** Áreas com suscetibilidade ao desenvolvimento de erosão linear; nota-se o início de um ravina próximo ao ponto 2 na imagem alcançando grandes dimensões espaciais. Elaboração: autor.

Com base no direcionamento do escoamento concentrado, estas tres áreas localizam-se em pontos de convergência dos fluxos superficiais, servindo como pontos de turbulência em períodos de chuva, e soma-se a isso



a declividade do terreno que influi diretamente na velocidade de escoamento desses fluxos, bem como as estradas pavimentadas possuem baixo grau de infiltração, prevalecendo o escoamento de maior parte da água interceptada e criando corredores de fluxos concentrados, que ao se depararem com cabeceiras em encostas declivosas acabam removendo parte do material sedimentar disposto sobre o solo, favorecendo a erosão linear.

A figura 5.a mostra uma encosta recoberta por lixo. Percebe-se o desenvolvimento de uma vegetação esparsa, com predominância de árvores de grande porte e boa parte do solo desprotegido. A figura 5.b mostra outra encosta (area suscetível 2) com residências construídas em área de alta declividade e estrada não-pavimentada deixando o solo em exposição; nota-se em seu entorno grande concentração de mamoneiras, tipo de herbácea que não desenvolve grandes raízes e não contribuem significativamente com a proteção do solo. A figura 5.c mostra o escoamento de esgoto sobre superfície exposta em contato com a área do aterro; fica visível o desenvolvimento de gramíneas na superfície aterrada e despejo de lixo.



**Figura 5.** (a) encosta recoberta por aterro e acúmulo de lixo, com sustentação de algumas arbóreas e residências construídas em área de cabeceira; (b) encosta de cabeceira com alta declividade e construções em área de suscetibilidade e solo descoberto ao

final de estrada pavimentada fazendo conexão com a cabeceira; (c) escoamento de esgoto por superfície de aterro em direção à cabeceira, nota-se o fraco desenvolvimento da vegetação e presença de lixo pela superfície.

## 5. Discussão

As relações estabelecidas entre os elementos que compõem um sistema funcionam de forma dinâmica e interdependente, portanto é necessário fazer uma análise holística sobre o objeto da investigação a fim de compreender as características e mecânicas de cada um de seus elementos e como eles interagem entre si, bem como influir acerca do fenômeno abordado com base em hipóteses apreensíveis.

Para isso não basta apenas buscar caracterizar os elementos físicos do sistema, eles são indispensáveis, mas são impactados pelas ações antrópicas seja direta ou indiretamente. Um sistema Ambiental se desenvolve podendo alcançar o seu clímax, momento de estabilidade que o mantém no ápice do desenvolvimento e predomina a pedogênese e o estabelecimento biológico sobre os processos erosivos. Entretanto, quando trata-se de áreas urbanizadas os impactos oriundos das formas de produção do espaço acabam sendo negativos e desmantelam a dinâmica natural do sistema, sobretudo com o desenvolvimento de processos erosivos lineares, pois “a ação humana, ao modificar o ambiente, pode proporcionar no aumento da frequência e da magnitude com que este processo ocorre, resultando na degradação do ambiente” (ZANATA; LUPINACCI; BOIN, 2019).

Dentro da área analisada neste trabalho vemos alguns pontos sobre o terreno envoltos de instabilidade morfológica impactados por intervenções externas causadas pela falta de condições básicas de saneamento, despejo de resíduos poluentes sobre encostas e residências construídas sobre áreas de cabeceiras de vales. Portanto, visto que essas áreas são por natureza condicionadas por processos de instabilidade morfológica, devido às interações existentes entre diversos elementos aqui abordados, elas deveriam ser protegidas e fiscalizadas para garantir tanto a manutenção de sua dinâmica quanto para evitar possíveis riscos à população.

Entretanto, essas áreas são, geralmente, ocupadas por uma população que não tem condições financeiras para se estabelecer em terrenos adequados, que, por muitas vezes, são monopolizados por latifundiários ou por empresas imobiliárias, portanto, sendo terrenos privados ou vendidos a altos preços, sujeitando grande parte da população a deslocar-se em busca de terrenos onde possam construir suas moradias sem ao menos compreender os riscos os quais estão sendo submetidos.

## 6. Conclusões

Compreende-se que existem partes do meio ambiente que são regidas por processos naturais dinâmicos, porém podendo encontrar-se em estado de bioestasia. Entretanto, o homem demonstra o seu potencial de degradação originando processos que desestabilizam essa dinâmica natural, podendo gerar uma série de problemas socioambientais, assim como se colocar em risco ao ocupar áreas com potencial de instabilidade morfológica e suscetibilidade a desequilíbrios impulsionados por suas formas de intervenção.

A área analisada neste trabalho demonstra potencial ao desenvolvimento de erosão acelerada, desde incisões do tipo ravinas até voçorocas. Não se descarta o risco a movimentos de massa, mesmo não sendo o foco desta investigação, os processos que ocorrem na subsuperfície do solo, devido aos fluxos de energia que transitam pelo sistema podem originar outros problemas ambientais, regidos pelas características do terreno em combinação com os diversos elementos aqui abordados.

Diante disto, medidas de segurança e melhorias na qualidade estrutural da sociedade são necessárias para garantir a prevenção de acidentes e tragédias ambientais. Deve-se melhorar a qualidade do saneamento básico, sobretudo a drenagem e o manejo das águas da chuva que escoam pela superfície, direcionando os fluxos por instalações que despejem diretamente no canal de drenagem; garantir a manutenção da biodiversidade, principalmente da distribuição vegetal da área, visto que ela é o principal defensor do solo contra os processos erosivos; delimitar limites propícios à urbanização e à suscetibilidade ambiental, bem como aplicar técnicas adequadas para mitigação de problemas existentes.

Tem-se na literatura diversos trabalhos que tratam desse tipo de problemática, entretanto, cada lugar possui suas particularidades e dinâmicas próprias, agentes e fatores que podem variar de acordo com diversas questões. Lugares que são negligenciados e deixados de lado dos planos da gestão pública. Relações que variam com base nas condições sociais, econômicas e culturais. Portanto, novas pesquisas são fundamentais para melhorar a base de informações, conhecimentos e fortalecer aquilo que a literatura já existente dispõe, visando ao desenvolvimento de materiais e formas de lidar com problemas socioambientais e garantir uma melhor qualidade

de vida para a sociedade, visto que se torna mais viável aplicar técnicas de intervenção em áreas de suscetibilidade, uma vez que ainda não predominam processos morfodinâmicos que apresentem risco ambiental no presente.

**Contribuições dos Autores:** Para artigos com vários autores, um pequeno parágrafo especificando suas contribuições individuais deve ser fornecido. As seguintes menções devem ser usadas "Concepção, Erick da Silva Amorim; metodologia, Fernando da Silva Alexandre; validação, Daniel Dantas Moreira Gomes, Samuel Othon de Souza Costa e Fernando da Silva Alexandre; análise formal, Erick da Silva Amorim; pesquisa, Erick da Silva Amorim e Daniel Dantas Moreira Gomes; recursos, Erick da Silva Amorim; preparação de dados, Erick da Silva Amorim; escrita do artigo, Erick da Silva Amorim.; revisão, Daniel Dantas Moreira Gomes e Samuel Othon de Souza Costa; supervisão, Daniel Dantas Moreira Gomes; aquisição de financiamento, Daniel Dantas Moreira Gomes. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

**Conflito de Interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesse. Os financiadores não tiveram interferência no desenvolvimento do estudo; na coleta, análise ou interpretação dos dados; na redação do manuscrito, ou na decisão de publicar os resultados.

## Referências

- ALEXANDRE, F. da S.; CANDEIAS, A. L. B.; GOMES, D. D. M. Análise das mudanças morfológicas em escala de detalhe em voçoroca urbana utilizando perfilamento a laser e veículo aéreo não tripulado. *Revista Brasileira de Geografia Física*, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 758–769, 2021.
- AQUINO, A. R.; PALETTA, F. C.; ALMEIDA, J. R. (Ed.). **Risco ambiental**. São Paulo: Blucher, 2017.
- AZAMBUJA, R. N.; CORRÊA, A. C. B. Contribuição para a interpretação da evolução morfodinâmica em áreas de expansão urbana no município de Garanhuns-pe. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 6., 2006, Goiânia. **Anais eletrônicos** [...] Recife: 2006. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/6/9/349.pdf>. Acesso em 24 jan. 2023.
- BASTOS, F. H.; MAIA, R. P.; CORDEIRO, A. M. N. **Geomorfologia**. Fortaleza: EdUECE, 2015. 138p.
- BERTRAND, C.; BERTRAND, G. **Uma Geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Ed. Massoni, 2007. 360p.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Ed.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 269-299.
- CARVALHO LIMA, K.; LUPINACCI, C. M.; DANTAS MOREIRA GOMES, D.; OLIVEIRA SOUZA, S.; DA SILVA ALEXANDRE, F. Erosão em áreas suscetíveis a desertificação no Semiárido: possibilidades de análise por meio da cartografia geomorfológica baseada em imagens de altíssima resolução. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [s. l.], v. 24, n. 2, 2023.
- DEUS, R. A. da S. G. De; RAMOS, R. P. da S.; ALEXANDRE, F. da S.; GOMES, D. D. M. O uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) Para geração de dados geocartográficos na Universidade de Pernambuco - Campus Garanhuns. Em: Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. [s.l.] : INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - UNICAMP, 2017. p. 5543–5551.
- FERREIRA, M. V. S.; PINTON, L. G. 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.
- FILHO, A. P.; QUARESMA, C. C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.12, nº3, p.83-90, 2011.
- GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE DCG/NAPA, v. 21, nº 2, jul/dez. 2004. Disponível em: <https://morrodobau.paginas.ufsc.br/files/2011/03/A-CONTRIBUI%C3%87%C3%83O-DA-GEOMORFOLOGIA-PARA-O1.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2023.
- FREIRES, E. V.; SILVA NETO, C. Â. Da; DUARTE, C. R.; VERÍSSIMO, C. U. V.; GOMES, D. D. M.; MAIA, A. D. O. Diagnóstico da degradação ambiental na Vertente Úmida do Maciço de Uruburetama/CE e seu entorno. *Ciência e Natura*, [s. l.], v. 43, p. e18, 2021.
- FREIRES, E. V.; SILVA NETO, C. Â. Da; SILVA, M. T. Da; DUARTE, C. R.; VERISSIMO, C. U. V.; LOPES, D. N.; GOMES, D. D. M. Mapeamento da erosividade e erodibilidade da vertente úmida do Maciço de Uruburetama/CE e entorno como subsidio ao planejamento ambiental. *Revista de Geociências do Nordeste*, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 21–40, 2023.
- GOMES, D. D. M.; DUARTE, C. R.; VERÍSSIMO, C. U. V.; LIMA, D. R. M. Análise e compartimentação morfométrica da bacia hidrográfica do rio Mundaú- Pernambuco/Alagoas. *Revista de geologia*, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 167–182, 2014.
- GOMES, D. D. M.; LIMA, D. R. M. De; DUARTE, C. R.; VERÍSSIMO, C. U. V. Mapeamento e caracterização dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do Rio Mundaú - PE/AL. *Caderno de Geografia*, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 272, 2016.

16. GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Ed.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 340p.
17. LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
18. OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Ed.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 340p.
19. PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S. C. Estudos sobre Voçorocas: uma avaliação da produção científica brasileira (2009/2019). **Sociedade & Natureza**, Minas Gerais, v. 34, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/gNzDS7zfwSw9gjmQ6xfX9hR/>. acesso em: 01 jan. 2023.
20. SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Ed.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p.229-267.
21. SILVA, S. D. A.; CANDEIAS, A. L. B.; GOMES, D. D. M.; SOUZA, W. M. De. VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUNDAÚ (PE/AL). *Revista Brasileira de Climatologia*, [s. l.], v. 23, 2018.
22. XAVIER, J. P. S. **Erosão pluvial e escorregamentos no estado de Pernambuco: áreas de ocorrências, unidades de paisagem e banco de dados geográfico**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco. CFCH, Recife, 2020. 221p.
23. ZANATTA, F. A. S.; LUPINACCI, C. M.; BOIN, M. N.. Dinâmica erosiva linear: estudo de caso em área rural no oeste paulista. **GEOGRAFIA**, São Paulo, v.44, n.2, jul./dez. 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/15117>. Acesso em: 15 jan. 2023.