



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS III-GUARABIRA
CENTRO DE HUMANIDADES OSMAR DE AQUINO
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM GEOGRAFIA**

LINHA DE PESQUISA:

MEIO AMBIENTE: DINÂMICA E INTERAÇÕES DA NATUREZA

RAIANE SOARES DA SILVA

**IDENTIFICAÇÃO DE MOVIMENTOS DE MASSA PRETÉRITOS E
POSSIBILIDADES FUTURAS NO TRECHO DA RODOVIA PB-077, ENTRE O
SÍTIO TITARA E O SÍTIO OURICURI NA SERRA DO ESPINHO, PILÕES-PB**

**GUARABIRA
2024**

RAIANE SOARES DA SILVA

IDENTIFICAÇÃO DE MOVIMENTOS DE MASSA PRETÉRITOS E POSSIBILIDADES FUTURAS NO TRECHO DA RODOVIA PB-077, ENTRE O SÍTIO TITARA E O SÍTIO OURICURI NA SERRA DO ESPINHO, PILÕES-PB

Trabalho de Conclusão (Artigo Científico) apresentado à coordenação do Curso de Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba – Campus III, como requisito parcial para à obtenção do título de Licenciada em Geografia.

Linha de Pesquisa: Meio Ambiente: Dinâmica e Interações da natureza.

Orientador: Prof. Dr. Ivanildo Costa da Silva.

**GUARABIRA
2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586i Silva, Raiane Soares da.

Identificação de movimentos de massa pretéritos e possibilidades futuras no trecho da Rodovia PB-077, entre o Sítio Titara e o Sítio Ouricuri na Serra do Espinho, Pilões-PB [manuscrito] / Raiane Soares da Silva. - 2024.
48 f. : il. color.

Digitado.

Artigo Científico (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Humanidades, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Ivanildo Costa da Silva, Departamento de Geografia - CH".

1. Movimentos de massa. 2. Geomorfologia. 3. Ação antrópica.

I. Título

21. ed. CDD 551.4

RAIANE SOARES DA SILVA

IDENTIFICAÇÃO DE MOVIMENTOS DE MASSA PRETÉRITOS E
POSSIBILIDADES FUTURAS NO TRECHO DA RODOVIA PB-077, ENTRE O
SÍTIO TITARA E O SÍTIO OURICURI NA SERRA DO ESPINHO, PILÕES-PB

Artigo Científico apresentado à
Coordenação do Curso de Geografia da
Universidade Estadual da Paraíba,
como requisito parcial à obtenção do
título de Licenciada em Geografia

Aprovada em: 21/11/2024.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Ivanildo Costa da Silva** (***.806.164-**), em **29/11/2024 08:50:48** com chave **2c8d158aae4811efaa332618257239a1**.
- **Ana Carla dos Santos Marques** (***.378.604-**), em **29/11/2024 09:41:16** com chave **39e52fccae4f11efaeea06adb0a3afce**.
- **Elayne Mirele Sabino de França** (***.820.634-**), em **29/11/2024 09:34:43** com chave **4f4fd85eae4e11efa7412618257239a1**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Termo de Aprovação de Projeto Final

Data da Emissão: 29/11/2024

Código de Autenticação: 9ddf5f



Ao meu Deus por ter sido minha fortaleza,
aos meus pais Antonio e Severina e meus
irmãos por todo apoio e compreensão,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao meu Deus supremo por ter me sustentado até aqui me dando forças para trilhar esta caminhada acadêmica: “para que todos vejam, e saibam, e considerem, e juntamente entendam que a mão do Senhor fez isto. “ - Is 41,20 e a minha mãezinha do céu (Nossa Senhora do Carmo), por sempre ter intercedido por mim.

Agradeço em especial aos meus pais Antonio e Severina por todo apoio, dedicação em toda minha trajetória de estudos, sendo a força necessária para que alcançasse este momento sublime em minha vida.

Aos meus irmãos Adriana, Daiane, Douglas, Antonio Jr e Henrique e meus cunhados Elidiane e Nando por todo apoio financeiro e emocional.

Às minhas amigas Edylma Thaís e Josilany por serem minha fortaleza dentro da universidade, por sempre caminharem de mãos dadas comigo nesses quatro anos, me ajudando nos momentos que mais precisei com muita gentileza, me fazendo evoluir como ser humano.

À Renata, Maria Vitória e Felipe por também estarem desde o início dessa minha trajetória tornando meus dias difíceis mais leve e coloridos, pela amizade e companheirismo de sempre.

A José Horário (Neto) pelo auxílio na etapa de campo.

A minha irmã de alma Kaylane, que apesar da distância sempre esteve ao meu lado, me incentivando a seguir em frente, sendo um porto seguro para mim.

Às minhas primas Ana Paula e Maria de Lourdes e minhas tias Severina (Nena), Severina (Elza) por sempre me oferecer um lar para que eu conseguisse estudar em dias de chuvas e dois turnos seguidos.

Ao Professor Dr. Ivanildo Costa da Silva que, com presteza e dareza, cedeu-me seu precioso tempo para brilhantemente orientar-me e conduziu-me pelos caminhos exatos para a conclusão desta produção científica.

Às Professoras, Dra. Elayne Mirele Sabino de França e Ms. Ana Carla dos Santos Marques por terem aceitado participar da banca examinadora deste trabalho.

A todos os professores do Departamento de Geografia por todos os ensinamentos;

A minha professora Aparecida, do ensino fundamental e supervisora do estágio I e II por sempre me inspirar com seu jeito autêntico e dinâmico de lecionar geografia.

À Pró-reitoria de extensão juntamente com o Programa Humaniza Bosque Carlos Belarmino pelo qual fui bolsista pelos aprendizados, que foram de suma importância para meu crescimento acadêmico.

À Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, pela recepção e acolhimento nessa trajetória acadêmica, em especial, o curso de Licenciatura Plena em Geografia e ao Governo do Estado da Paraíba, pelo ensino público e gratuito.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desta pesquisa, saudações geográficas!

“O primeiro passo da análise consiste em decompor a complexidade de tudo quanto existe na área.”

- Richard Rartshorne

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Mapa de localização do município de Pilões.	06
Figura 02	Mapa das unidades pedológicas do município de Pilões.	08
Figura 03	Exemplo de escorregamento planar (translacional) conforme Infantil Jr & Fornasari Filho (1998) e Reis (2011).	10
Figura 04	Exemplo de escorregamento rotacional(circulares) conforme Infantil Jr & Fornasari Filho (1998) e Reis (2011).	11
Figura 05	Exemplo de rastejos conforme Infantil Jr & Fornasari Filho (1998) e Reis (2011).	12
Figura 06	Exemplo de quedas de blocos conforme Infantil Jr & Fornasari Filho (1998) e Reis (2011).	13
Figura 07	Exemplo de movimentos de massa (corridas) conforme a United States Geological Survey (2008).	13
Figura 08	Mapa hipsométrico do município de Pilões-PB, com destaques para área de estudos.	17
Figura 09	Precipitação da Paraíba no período de março até setembro de 2024.	18
Figura 10	Mapa das áreas de cicatrizes e possibilidade de movimentos de massa futuros na Rodovia PB-077, entre o Sítio Ouricuri e o Sítio Titara do município de Pilões-PB.	19
Figura 11	Cicatrizes de escorregamento rotacional nas margens da Rodovia PB-077 no município de Pilões-PB.	21
Figura 12	Cicatrizes de escorregamento rotacional nas margens da Rodovia PB-077 no município de Pilões-PB.	22
Figura 13	Encosta localizado próximo à entrada Cachoeira de Ouricuri, Pilões-PB apresentando cicatrizes de escorregamentos planares.	23
Figura 14	Cicatriz de movimentos de massa gravitacional complexo na Rodovia PB-077 no município de Pilões-PB.	24
Figura 15	Encosta localizada próximo à entrada da Cachoeira de Ouricuri, Pilões-PB apresentando cicatrizes de escorregamentos planares.	25
Figura 16	Cicatrizes de movimento de massa do tipo queda de blocos na Rodovia PB-077 no município de Pilões-PB.	25
Figura 17	Cicatriz de movimentações gravitacionais complexas na Rodovia PB-077 no município de Pilões-PB.	26
Figura 18	Chance de erosão atingindo drasticamente a Rodovia PB-077 do município de Pilões-PB.	27
Figura 19	Área suscetível a ocorrências de movimentos de massa.	28
Figura 20	Área suscetível a grandes chances de novas movimentações futuras.	29

Figura 21	Área suscetível a movimentações futuras.	30
Figura 22	Cicatrizes de movimento de massa do tipo queda de blocos na	30
Figura 23	Rodovia PB-077 no município de Pilões-PB.	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Áreas de cicatrizes de movimentos de massa e possibilidades de eventos futuros mapeadas em campo.	20
------------------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.
CPRM	Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
QGIS	Imagens Genéricas do Sistema.
GPS	Sistema de Posicionamento Global.
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	04
2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE PILÕES-PB.....	06
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	08
3.1 Movimentos de massa	08
3.2 Tipos de movimentos de massa	09
3.3 Áreas de encostas: dinâmica natural e a influência da ação antrópica	14
3 PROCESSOS METODOLÓGICOS	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
5.1 Principais pontos analisados no campo.....	21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS	35

043. LICENCIATURA PLENA EM GEOGRAFIA

SILVA, Raiane Soares da. **Identificação de movimentos de massa pretéritos e possibilidades futuras no trecho da Rodovia PB-077, entre o Sítio Titara e o Sítio Ouricuri na Serra do Espinho, Pilões-PB.** (Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Geografia, UEPB/CH, Guarabira, 2024, 48 p.)

LINHA DE PESQUISA: Meio ambiente: Dinâmicas e Interações da Natureza.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ivanildo Costa da Silva.

BANCA EXAMINADORA: Dra. Elayne Mirele Sabino de França.

Profa. Ms. Ana Carla dos Santos Marques.

RESUMO

Os movimentos de massa fazem parte da dinâmica da paisagem, sendo um dos principais processos geomorfológicos responsáveis pela transformação na forma do relevo, ocorrendo principalmente em áreas com relevo de alta declividade, isentas ou não de cobertura vegetal, e íngremes. Diante desse cenário, a presente pesquisa tem como foco principal analisar os movimentos de massa pretéritos e atuais nas margens da Rodovia PB-077, do trecho do Sítio Titara ao Sítio Ouricuri, na Serra do Espinho, município de Pilões-PB, dando ênfase às possibilidades futuras dessas ocorrências, compreendendo suas dinâmicas naturais e as interferências antrópicas. No que se refere aos objetivos específicos, foi necessário identificar os pontos onde ocorreram movimentos de massa no passado, classificar os movimentos ocorridos em 2024 e as possibilidades de ocorrências futuras, e por fim, compreender como as atividades antrópicas contribuíram para as ocorrências desses movimentos. A pesquisa partiu de um levantamento de dados bibliográficos para compreensão teórica do tema e utilizou um aparelho GPS Garmin Etrex 30 para localizar as coordenadas geográficas dos pontos de análise, além do software QGIS, na sua versão 3.22.10, para produção cartográfica. Para obtenção das imagens, foram utilizados celulares para fazer os registros fotográficos, com finalidade de se ter uma dimensão dos aspectos das paisagens. Foram analisadas cicatrizes de escorregamentos rotacional e translacional, quedas de blocos, áreas suscetíveis, movimentações complexas e observou-se possibilidades de novas ocorrências, além disso foram analisadas as influências antrópicas em cada cicatriz. Verificou-se, na área, várias cicatrizes com feições similares para ocorrência desses movimentos, como alta declividade, árvores inclinadas com raízes expostas gerando pressão no solo e rochas intemperizadas. Dessa forma, é necessário frisar que o poder público deve tomar providências para mitigar as possibilidades de movimentos de massa futuros, que podem vir a afetar a população em geral.

Palavras-Chave: Movimentos de massa; Geomorfologia; Ação antrópica.

ABSTRACT

Mass movements are part of the landscape dynamics, being among the main geomorphological processes responsible for the transforming the shape of the relief, mainly occurring in areas with steep slopes, whether covered by vegetation and steep slopes or not. Given this scenario, the main focus of this research is to analyze past and current mass movements along the margins of the PB-077 highway, from the stretch between Sítio Titara and Sítio Ouricuri, in the Serra do Espinho, municipality of Pilões-PB, emphasizing the future possibilities of such occurrences, understanding their natural dynamics and anthropogenic interference. Regarding specific objectives, it was necessary to identify the locations where mass movements occurred in the past, classify the movements that occurred in 2024 and the possibilities for future occurrences, finally, understand how the physical environment and anthropogenic activities contributed to the occurrence of these movements. The research began with a bibliographic data to provide a theoretical understanding of the topic, and a Garmin Etrex 30 GPS device was used to locate the geographical coordinates of the analysis points, in addition to QGIS software in its 3.22.10 version for cartographic production. To obtain the images, mobile phones were used to capture photographic records, providing an overview of the landscape aspects. We analyzed rotational and translational landslide scars, block falls, susceptible areas, complex movements and we verified possibilities of new occurrences with similar features for the occurrence of these movements, such as high slope, leaning trees with exposed roots, generating pressure on the soil, and rock weathering, in addition, we analyzed parameters of anthropic action that have been established since the construction of the highway, leading to an increase in slope, soil saturation resulting in a significant increase in surface runoff in the area. It is essential to emphasize that public authorities must take measures to mitigate the likelihood for future mass movements, which may affect the general population.

Keywords: Mass movements; Geomorphology; Anthropogenic action.

1 INTRODUÇÃO

Os movimentos de massa fazem parte da dinâmica da paisagem, sendo um dos principais processos geomorfológicos responsáveis pela transformação na forma do relevo, e ocorrendo principalmente em áreas com relevo de alta declividade, isentas ou não de cobertura vegetal, e íngremes. Em primeira instância o processo se caracteriza como fenômeno natural, onde pode ou não atingir áreas ou regiões habitadas pelo homem. Pelo fato de fazer parte da dinâmica do planeta, com manifestação própria, independentemente da presença do homem. Constituem-se no deslocamento de material (solo e rocha) vertente abaixo sob influência da gravidade, desencadeado pela interferência direta de outros agentes independentes (Bigarella, 2003).

No Brasil, devido ao contexto sucessivo de Desastres Ambientais, essencialmente no decorrer de chuvas torrenciais, instituiu-se no ano de 2012, a Lei Federal no 12.608 (Brasil, 2012), que estabeleceu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Dentre diversas incumbências, tal política estabeleceu como encargo da União, estados e municipalidades, a utilização de providências para atenuação das situações de risco causadas por desastres, sobretudo, em terrenos com relevos declivosos. Ou seja, os movimentos de massa acarretam danos ambientais e assim resultam em mudanças nos ecossistemas locais.

A instabilidade das encostas é controlada por uma série de condicionantes, em caráter cíclico, desde sua origem geológica, geomorfológica ou climática. Os condicionantes do meio físico são fatores presentes na dinâmica superficial, que contribui para a ocorrência dos processos de movimentos de massa. Podem incluir a forma e a inclinação das encostas, pluviosidade, a presença ou não de vegetação, características do solo e rocha, natureza geológica (litológica e estrutural) do meio, tensão internas, abalos naturais e induzidos, e ainda a ação antrópica (Barros, 2001).

Desse modo, é fundamental o conhecimento mais aprofundado em relação a tipologia dos movimentos de massa onde busca identificar a relação entre os condicionantes e a predisposição de ocorrência desses processos. Auxiliando na compreensão do processo de evolução da paisagem como um todo e na caracterização desses fenômenos no que se refere a sua distribuição e magnitude gerando consequências danosas à sociedade.

Observando toda essa dinâmica e fatores condicionantes aos movimentos de massa. O município de Pilões, localizado na Região Geográfica Imediata de Guarabira e na Região Intermediária de João Pessoa, apresenta inúmeras ocorrências, podendo ser explicadas pela sua forma de relevo característica, principalmente na Serra do Espinho uma área de alta declividade. Desde sua ocupação, atividades agropecuárias desenvolvidas em encostas, caracterizadas por práticas não conservacionistas como: plantações em terrenos de declividade acentuada, sem a observância do traçado das curvas de nível, desenvolvendo o plantio em linhas dirigidas a favor das águas, que contribuem substancialmente para o escoamento superficial ocasionando a erosão do solo, sobretudo nas suas áreas rurais, bem como apresenta também diversos pontos de desmoronamentos nas encostas, sobretudo nos taludes de corte das rodovias (Henrique; Fernandes, 2011). Ademais, a área da Serra do Espinho tem manejos agropecuários nas proximidades que resulta em uma grande movimentação de materiais na cobertura vegetal, pois faz com que a água adentre mais rapidamente no solo ocorrendo o movimento de massa.

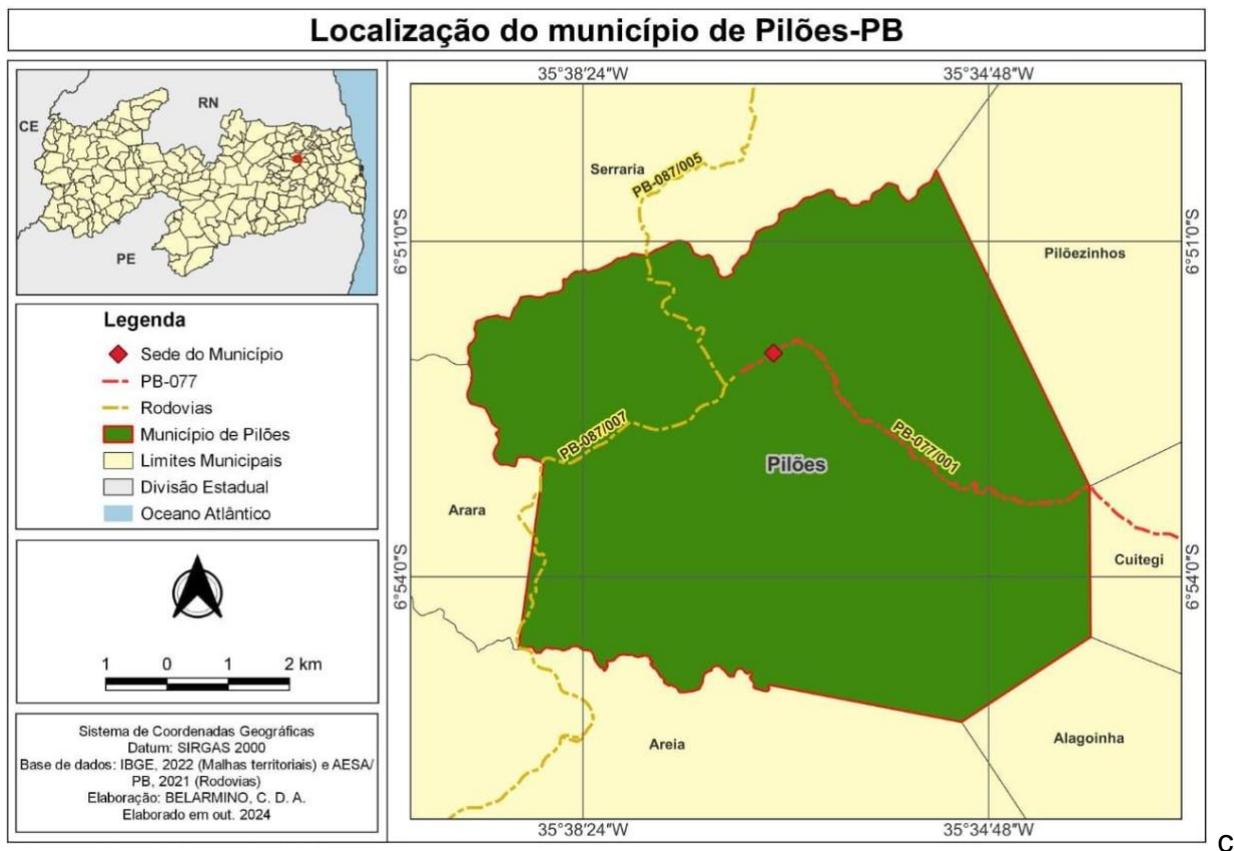
Nesse contexto, a presente pesquisa tem como foco principal analisar os movimentos de massa pretéritos e atuais nas margens da Rodovia PB-077, do trecho do Sitio Titara ao Sitio Ouricuri na Serra do Espinho, município de Pilões-PB, dando ênfase as possibilidades futuras dessas ocorrências, compreendendo as suas dinâmicas naturais e as interferências antrópicas. No que se refere aos objetivos específicos, a pesquisa identificou os pontos onde ocorreram movimentos de massa no passado, classificou os movimentos ocorridos em 2024 e as possibilidades de ocorrências futuras, para então, compreender como os condicionantes do meio físico e as atividades antrópicas contribuíram para as ocorrências desses movimentos.

Ademais, a escolha da Serra do Espinho do município de Pilões como área de estudo se deve aos constantes registros de movimentos de massa e pela inexistência de estudos sistematizados que apresentem um levantamento histórico destes eventos na área, bem como a espacialização dos mesmos com a indicação das áreas com perigo de ocorrência. Dessa forma, essa pesquisa se torna de suma importância para ser utilizado em ações de planejamento pelo governo, visando a prevenção de acidentes e a manutenção do fluxo viário no trecho citado.

2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE PILÕES-PB

O município de Pilões está inserido na Região Geográfica Imediata de Guarabira e na Região Intermediária de João Pessoa. De acordo com dados do Censo demográfico (IBGE, 2022). Pilões abrange uma área territorial de 65,574 km², abriga uma população de 6.815 habitantes e localiza-se distante da capital do estado João Pessoa a 110 Km. (Figura 1).

Figura 1: Mapa de localização do município de Pilões-PB.



Fonte: Elaboração de Belarmino, 2024.

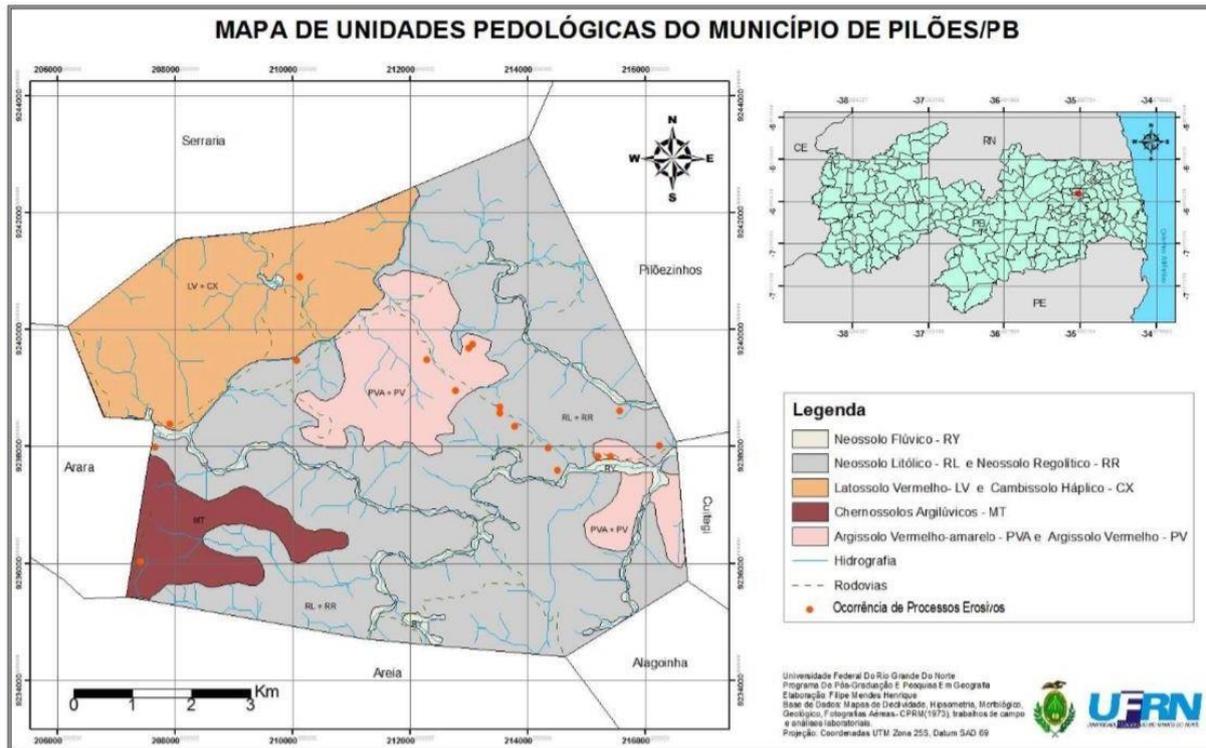
O referido município está inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Mamanguape tendo em sua área territorial a Serra do Espinho, um dos principais interflúvios dos rios Araçagi e Araçagi Mirim, importantes afluentes da bacia. Guimarães (2008) destaca que as unidades geológicas presentes no município de Pilões são: Complexo São Caetano, Granitóides Solânea e a Suíte intrusiva metagranitóides Cariris Velhos, que ocupam a maior parte do território do município e Formação Serra dos Martins que ocupam menores áreas do município.

O relevo do município de Pilões-PB faz parte da unidade geoambiental do Planalto da Borborema (CPRM, 2005). Na área que compreende a Escarpa Oriental. Em relação as morfoesculturas são encontradas quatro no território do município: Serra dos Martins: a qual apresenta um relevo residual de topo plano; Depressão Leste da Borborema (Silva, 2020); que possui características relevo de topo convexo e dissecação moderada; Encostas e Serras Residuais do Leste da Borborema, fica entre a Depressão Leste e o Planalto da Borborema. Com o potencial de energia em função da maior altitude e declividade, gera relevos de topos convexos, bem como vales profundos em forma de 'V' e, além disso, em certas áreas, nota-se a ação de zonas de cisalhamento na orientação do relevo sobre o Planalto da Borborema gerando relevos com topos convexos e dissecação de moderada a alta (Arruda, *et al* 2022).

A CPRM (2005), destaca que o clima do município de Pilões é classificado, segundo Köppen, como quente e úmido, do tipo As'. O maior índice pluviométrico ocorre entre os meses de março e agosto, e o período de estiagem entre setembro e fevereiro. Na região do Brejo Paraibano, as temperaturas diminuem em função do Planalto da Borborema e dos ventos alísios do Sudeste ocasionando chuvas orográficas. Em função da sua altitude elevada a região do Brejo apresenta um clima local diferenciado da maior parte da Paraíba, influenciado pelos ventos úmidos que reduzem a temperatura e aumentam a umidade atmosférica (Neto, 2006).

De acordo com a AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas), no município de Pilões as classes de solos predominantes são os Argissolos vermelho-amarelo distróficos e os Neossolos litólicos (AESA, 2006). Segundo Henrique (2012), o município de Pilões apresenta outras classes de solos, como: Neossolo flúvico e regolíticos, latossolos vermelho, cambissolos háplicos, chernossolos argilúvicos. Os argissolos vermelho-amarelo associam-se aos argissolos vermelhos, os latossolos vermelho associam-se aos cambissolos háplicos e aos argissolos vermelho-amarelo e algumas áreas do município. Os chernossolos argilúvicos associam-se aos neossolos litólicos, os chernossolos se situam em áreas com elevada altitude e com relevo pouco movimentado (Figura 2).

Figura 2: Mapa das unidades pedológicas do município de Pilões-PB.



Fonte: Elaborado por Henrique, 2012.

Segundo Neto (2006), essa região também é uma importante área de agricultura familiar demarcada por sítios e granjas de pequenas dimensões territoriais (entre 01 e 10 hectares) que desenvolvem atividades agrícolas significativas e diversificadas. A fruticultura é uma importante atividade com safras periódicas, bem como o cultivo de feijão, fava, milho, macaxeira e mandioca, etc. A produção de pastagem e pecuária bovina em pequenos rebanhos é outro aspecto da economia rural da área.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 MOVIMENTOS DE MASSA

Segundo Bezerra (2016), os movimentos de massa podem ser definidos como movimentos de descida de material de composição diferente (solo, rocha ou vegetação) ao longo da vertente sob a ação direta da gravidade. Esses processos naturais podem ocorrer em qualquer espaço que apresente declividade. De forma mais simples é

caracterizado como um transporte coletivo de materiais (rochosos ou do solo), onde a gravidade tem um papel preeminente se fortalecendo, ou não, pela ação da chuva.

De acordo com IBGE (2009), os movimentos de massa ou gravitacionais compreendem a remoção e o transporte, vertente abaixo, das formações superficiais e do material rochoso sob influência da gravidade. Ou seja, por meio dos fatores como a declividade da encosta, intemperismo, clima, conteúdo de água, vegetação e sobrecarga são inter-relacionados e afetam a movimentação de massa.

Para Arruda (2001), os movimentos de massa podem ser rastejo, queda de blocos, escorregamentos translacionais e rotacionais, movimentos do tipo avalanche, ocasionados pelos seguintes fatores: estrutura geológica, declives acentuados, cobertura vegetal, pluviosidade centralizada em apenas uma parte do ano, intensificação da ocupação, desmatamento desordenado, entre outros fatores. Aqui serão citados: escorregamentos (translacionais e rotacionais), quedas de blocos, rastejamentos e corridas ou fluxos.

3.2 TIPOS DE MOVIMENTOS DE MASSA

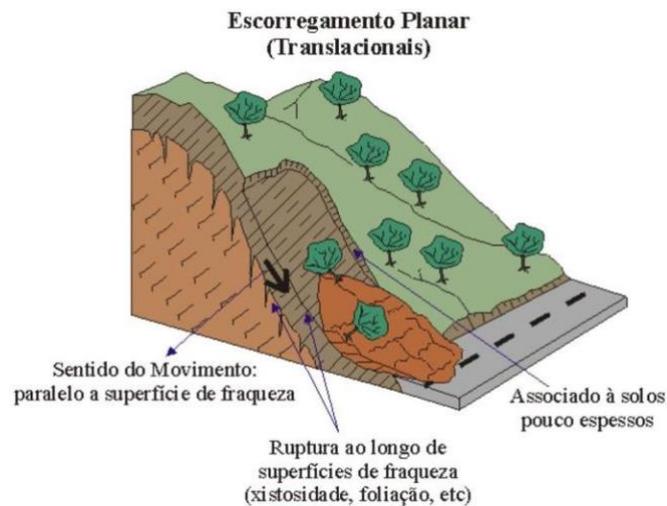
Os movimentos de massa podem ser classificados de acordo com o tipo do material, a velocidade e o mecanismo do movimento, o modo de deformação, a geometria da massa movimentada e o conteúdo de água (Fernandes; Amaral, 1996).

Os escorregamentos (slides) representam a classe mais importante dentre todas as formas de movimentos de massa — fenômeno relacionado com o processo natural de evolução das vertentes — comumente denominados de deslizamentos, desmoronamentos, quedas de barreiras e desbarrancamentos, os quais se referem, ao rápido movimento descendente de material inconsolidado ou intemperizado sobre um embasamento saturado de água, podendo inclusive, incluir as corridas de terra e de lama e fluxo de detritos (Hermann, 2014). Eles estão relacionados à perda de resistência do solo por razão de seu umedecimento (Morais, 2022). São classificados em duas classes: translacionais (Figura 3) e rotacionais (Figura 4).

Conforme Augusto Filho (1992), os escorregamentos são divididos segundo a forma do plano de ruptura (rotacional ou translacional), bem como, no tipo de elemento em movimento (ex. solo, rocha, tálus, colúvio e detritos). Os deslizamentos translacionais em solo são frequentes na dinâmica das encostas serranas brasileiras, com ocorrência predominantemente em solos pouco desenvolvidos das vertentes com altas declividades.

Esse movimento é raso e é bastante influenciado pela água, que age na parte mais superficial e tende a gerar poro-pressão positiva, principalmente em eventos pluviométricos intensos (Fernandes; Amaral, 2000; Highland; Bobrowsky, 2008) (Figura 3).

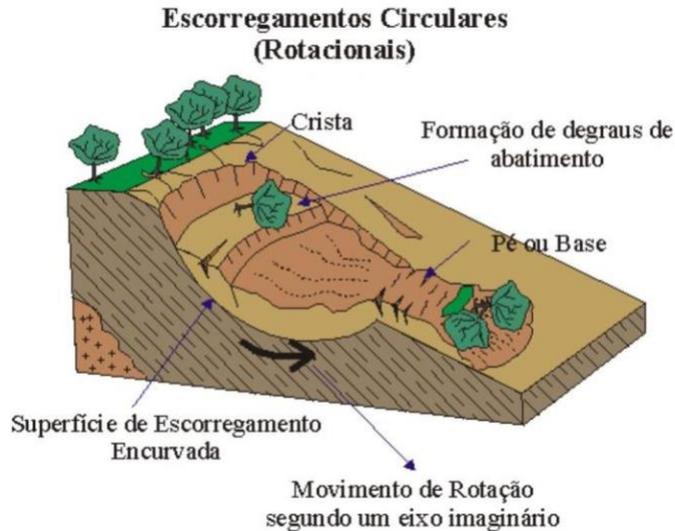
Figura 3: Exemplo de escorregamento planar (translacional) conforme Infantil Jr & Fornasari Filho (1998) e Reis (2011).



Fonte: Adaptado de Infantil Jr & Fornasari Filho, 1998 e Reis, 2011.

Os escorregamentos rotacionais (slumps) compreendem uma superfície de ruptura curva, na qual o material passa por uma movimentação côncava para cima, um formato de colher, onde o solo tem uma movimentação rotatória em sua descida (Fernandes; Amaral, 2000; Highland; Bobrowsky, 2008). Esse tipo de escorregamento geralmente acontece em fragmentos pouco consolidados ou desagregados e podem ocorrer em variadas escalas (Wicander; Monroe, 2009) (Figura 4).

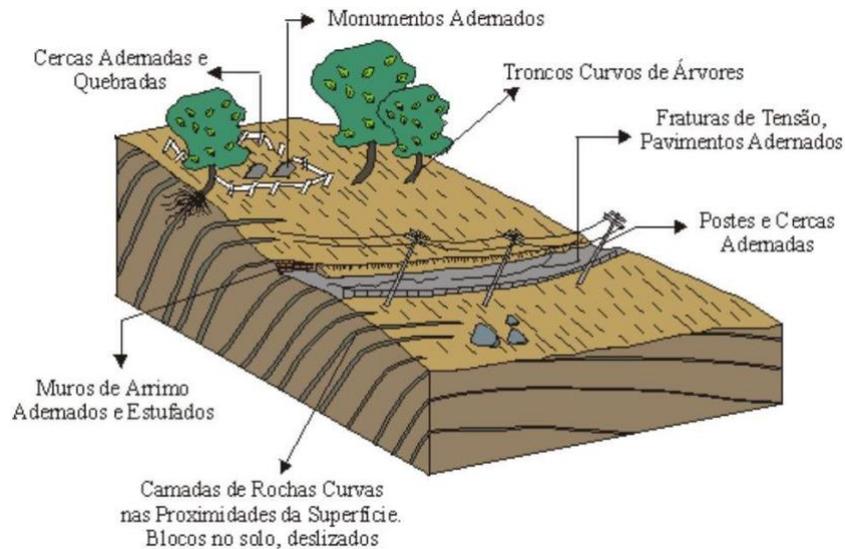
Figura 4: Exemplo de escorregamento rotacional(circulares) conforme Infantil Jr & Fornasari Filho (1998) e Reis (2011).



Fonte: Adaptado de Infantil Jr & Fornasari Filho, 1998 e Reis, 2011.

Por outro lado, temos os rastejos que são movimentos lentos de grandes massas de materiais. Ao longo do tempo, trata-se de uma resultante mínima, na ordem de milímetros ou centímetros ao ano. Geralmente, ocorrem em horizontes superficiais do solo e não apresentam superfície de ruptura definida, e têm como evidências trincas ao longo do terreno e inclinação de árvores, postes e cercas (Brasil, 2004). Os efeitos das variações de temperatura, principalmente, a umidade poderá também influenciar no desenvolvimento desse fenômeno a partir do processo de contração e expansão do material. Em termos gerais, a velocidade do rastejamento é de poucos centímetros por ano, ou menos, e pode ser perceptível em postes, muros, árvores através de sua inclinação (Christofolletti, 1980) (Figura 5).

Figura 5: Exemplo de rastejos conforme Infantil Jr & Fornasari Filho (1998) e Reis (2011).



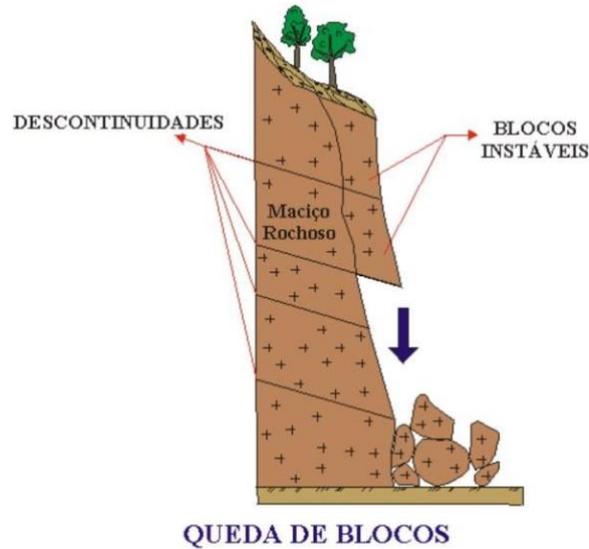
Fonte: Adaptado de Infantil Jr & Fornasari Filho, 1998 e Reis, 2011.

Vale ressaltar, conforme Tominaga (2009) que os “rastejos são movimentos de massa lentos e contínuos de material de encosta com limites indefinidos. Envolvem muitas vezes grandes volumes de solo, sem que apresente uma diferenciação visível entre o material movimentado e o estacionário”. Possuem como principal causa de desencadeamento a ação da gravidade e fatores como umidade e presença de vegetação que recobre o material em questão. Ocorrem em solo, depósitos ou aterros, rocha alterada e/ou fraturada. Podem ser identificados por feições como árvores encurvadas, assim como cercas e postes (USGS, 2008).

Em razão das quedas de blocos é causada naturalmente pela erosão por águas correntes (ribeirões, rios, etc) e pluviais, ou possui origem antrópica através de escavações para implementação de obras de infraestruturas como: estradas, ferrovias, dutovias, entre outras (USGS, 2008).

Highland e Bobrowsky (2008) as descrevem como o deslocamento de rocha ou solo de uma encosta, em que o tamanho pode variar, desde uma rocha à um aglomerado de solo até a blocos imensos, que se movimentam de maneira rápida ou muito rápida a depender da inclinação da encosta. E que o material desce majoritariamente caindo, porém, mas também saltando ou rolando (Figura 6).

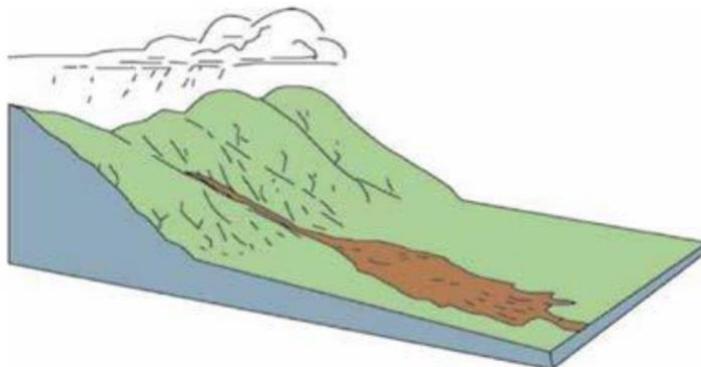
Figura 6: Exemplo de quedas de blocos conforme Infantil Jr & Fornasari Filho (1998) e Reis (2011).



Fonte: Adaptado de Infantil Jr & Fornasari Filho, 1998 e Reis, 2011.

Outro tipo desses movimentos são as corridas, também conhecidas como escorregamentos, configuram um movimento de massa contínuo, comparado ao comportamento de um líquido viscoso escorrendo sobre uma superfície, frequentemente migram para escoamentos em virtude das características intrínsecas do sistema. As corridas se dividem em três tipos: terra, lama e detritos.

Figura 7: Exemplo de movimento de massa (corridas).



Fonte: USGS, 2008.

Trata-se de um fenômeno mais raro que os escorregamentos, que, todavia, pode trazer consequências de magnitudes bem maiores, devido ao seu poder destrutivo e

extenso alcance, mesmo em áreas planas (Brasil, 2004). De acordo com Rifell (2012), esses movimentos, por causa das variadas velocidades e materiais envolvidos, recebem, nacional e internacionalmente, diversas denominações: corrida de lama, mud flow, corrida de detritos, corrida de blocos, debrisflow.

Além desses movimentos de massa supracitados, existem os chamados “movimentos gravitacionais complexos”, que são movimentos de difícil distinção por serem uma mistura de vários tipos de movimentos (Wicander; Monroe, 2009).

3.3 ÁREAS DE ENCOSTAS: DINÂMICA NATURAL E A INFLUÊNCIA DA AÇÃO ANTRÓPICA

Os processos naturais que atuam na unidade morfotopográfica são os eventos de erosão, transporte e deposição de material, movimentos gravitacionais e transporte de massa (Girão; Corrêa; Guerra, 2007). Esses processos serão responsáveis pela modelagem de uma vertente.

Os fatores naturais que se relacionam com a instabilidade de encostas, segundo Girão, Corrêa e Guerra (2007), são: as características geológicas e pedológicas, a profundidade do lençol freático, a declividade da encosta, o comprimento da encosta, formas da encosta, cobertura vegetal na encosta e as características do regime de chuva da região. Assim:

O conjunto de características acima atua na dinâmica natural das encostas sinergicamente, e interativamente, com outros fatores como o uso e manejo das áreas de encostas decorrentes do processo de apropriação dos solos que geralmente, constitui-se em fator acelerador de instabilidades nos ambientes de encostas.

Porém, são os fatores antrópicos que atuam de forma mais crítica na desestabilização das encostas. Sendo assim, a intensa exploração dos solos no Brasil e a ausência de planos de conservação contribuíram para o forte processo de movimentos de massa, que atinge hoje muitas regiões no país, e vem causando drásticas consequências, principalmente em áreas de alta declividade.

Os eventos de grandes proporções relacionados a esse fenômeno ocasionam desastres ambientais que impactam de forma negativa tanto a natureza quanto o ser humano. Os fatores que influenciam para que isso ocorra vão desde os endógenos quanto os exógenos. Os fatores endógenos estão relacionados a geologia local (solo e

rocha), as particularidades do relevo (forma do terreno), declividade e o uso do solo. Os exógenos consistem nas variações climáticas e a fatores resultantes das ações humanas (Tominaga, 2009).

Segundo Spink (2014), nas geociências, há dois fatores a serem considerados na análise de movimentos de massa: a suscetibilidade (maior ou menor propensão de instabilidade do solo, decorrente de características geológicas e geomórficas, somadas a valores de precipitação altos), e a vulnerabilidade (predisposição de pessoas e/ou construções a serem afetadas por ocasião de um desastre). A vulnerabilidade está obviamente associada ao uso e a ocupação do solo. Por meio disso, ocorre a remoção da vegetação alterando a dinâmica da água no solo, favorecendo a saturação e, conseqüentemente a instabilidade, em relação que as práticas agrícolas inadequadas e os cortes em áreas declivosas contribuem para o risco de movimentos de massa.

A ocupação nas encostas causa uma desestabilização da área gerada pelos taludes de corte. Esses cortes são feitos com a finalidade de atender a construção civil, porém, há com uma maior remoção da cobertura vegetal, o local fica vulnerável, ocasionando os processos erosivos, e possivelmente os movimentos de massa (Santos, 2015). Dessa forma, quando os movimentos ocorrem, causam uma grande mudança na paisagem das vertentes, deixando cicatrizes (Press *et al* 2008). Esses movimentos podem trazer grandes riscos devido à alta energia liberada durante o seu percurso. Significa, então, que eles são prejudiciais quando atingem a população, o que pode ser evidenciado pela sua capacidade de destruição, que provoca perdas materiais e imateriais (Silva, 2022). Essas evidências reforçam a necessidade de abordagens sustentáveis e regulamentações rigorosas para mitigar os impactos das atividades humanas em áreas suscetíveis.

Por isso, que as plantações em terrenos com declividade acentuada influenciam no escoamento superficial, pois as áreas desprovidas de vegetação, e com plantações em linhas orientadas de montante-jusante, facilitam a retirada de sedimentos pela água da chuva, cujo material pode ser arrastado pela água e migrar para os canais fluviais causando o assoreamento dos rios (Henrique e Fernandes, 2011). Este agravamento se dá devido à falta de obra de contenção para minimizar os efeitos da água sobre as vertentes e os desmoronamentos se tornam cada vez mais frequentes.

4 PROCESSOS METODOLÓGICOS

A pesquisa partiu de um levantamento de dados bibliográficos como artigos publicados em congressos internacionais e nacionais, periódicos, documentos e relatórios existentes, endereços eletrônicos on-line e bases cartográficas consideradas fundamentais, a exemplo obras de autores relevantes para pesquisa, como Bigarella (2003), Henrique e Fernandes (2011), Barros, (2001), Silva,(2020), Arruda *et al* (2022), Christofolletti (1980), Guerra (2007), Fernandes e Amaral (1996), Wicander; Monroe (2009), Tominaga (2009), Santos (2015) e Silva (2022); dentre outros autores que também discutem o tema.

Foram realizadas 2 idas a campo nos dias 09 de maio de 2024, período antecedente ao inverno e dia 19 de setembro logo após o período de chuvas, com o objetivo de compreender a dinâmica natural e a ação antrópica da área em análise, assim identificando os tipos de movimentos de massa pretéritos e onde ocorrem possibilidades de movimentações futuras. Foram analisados nos dois campos, parâmetros como a declividade da vertente, áreas com vegetação em beiradas da encosta e sem a presença da mesma, rochas que apresentavam indícios de quedas, cortes na rodovia no qual as raízes das árvores estavam expostas facilitando as movimentações de massa com as ações do vento e da chuva e as rochas dinamizadas apresentando riscos de queda na área.

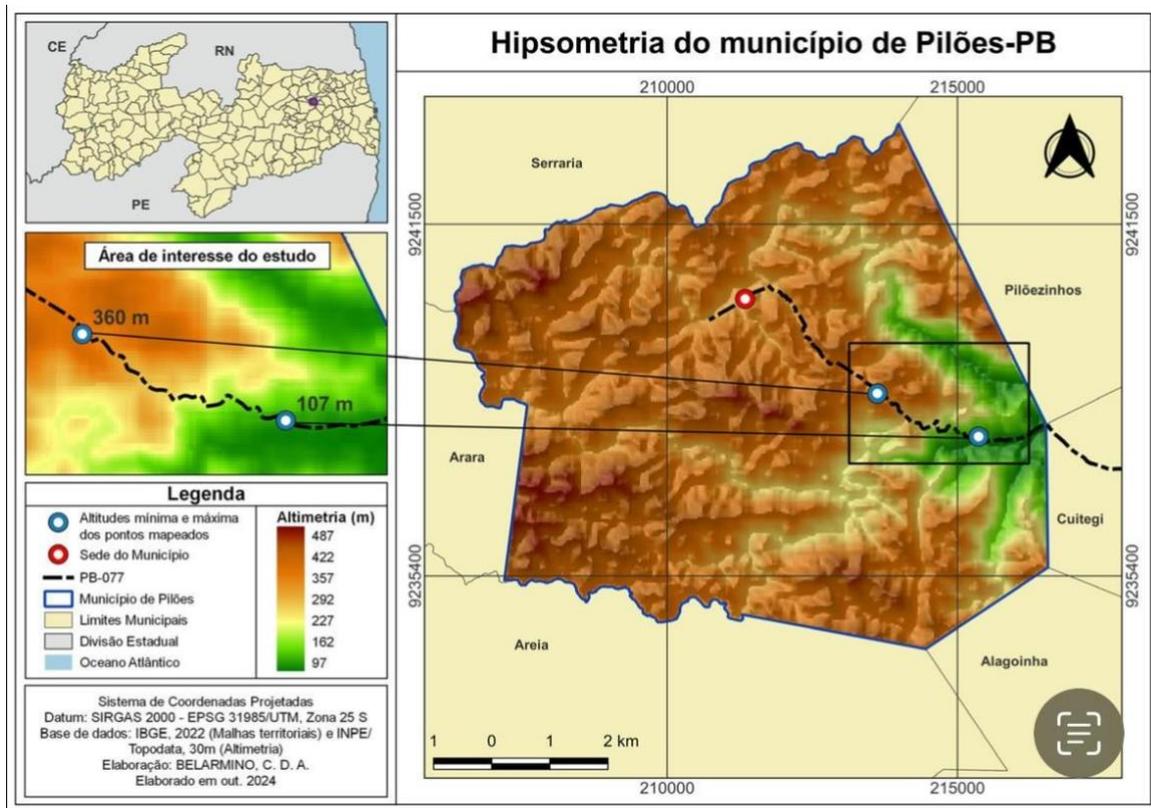
Nos campos realizados, para coleta de dados, foram utilizados materiais como celulares para fazer os registros fotográficos e temos uma dimensão dos aspectos expostos que apresentavam as modificações sofridas na paisagem e os pontos modificados pela ação antrópica, obtendo assim de maneira clara e objetiva a vegetação, o clima, solo e relevo, um aparelho GPS(Sistema de posicionamento global) Garmin Etrex 30, para localizar as coordenadas geográficas dos pontos analisados para em seguida ser feito o mapeamento das áreas com movimentações. Para a produção dos mapas foi utilizado usado o software QGIS (Imagens genéricas de sistema) na sua versão 3.22.10 a melhor realizar o trabalho de campo.

Com os dados adquiridos foram realizadas as análises das ocorrências pretéritas com base nas cicatrizes e nos depósitos correspondentes identificamos os movimentos de massa que já ocorreram e ocorrem com frequência nas vertentes. A pesquisa de campo foi um instrumento primordial, pois através dela por meio de uma realidade empírica e científica correlacionamos a teoria e a prática sobre a temática abordada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a pesquisa em campo realizada, podemos perceber uma amplitude altimétrica significativa, como pode ser observado no mapa hipsométrico (Figura 2), com variações de mais de 300m entre o ponto mais baixo de mais elevado da pesquisa. No município de Pilões, conforme o mapa gerado, as cotas de altitude vão de 97 até 487 metros, enquanto a altitude no primeiro ponto mapeado em campo (entrada do Sítio Ouricuri) é de 107 metros e máxima chegou a 360 metros (entrada do Sítio Titara).

Figura 8: Mapa hipsométrico da Serra do Espinho do município de Pilões-PB, com destaques para área de estudos.

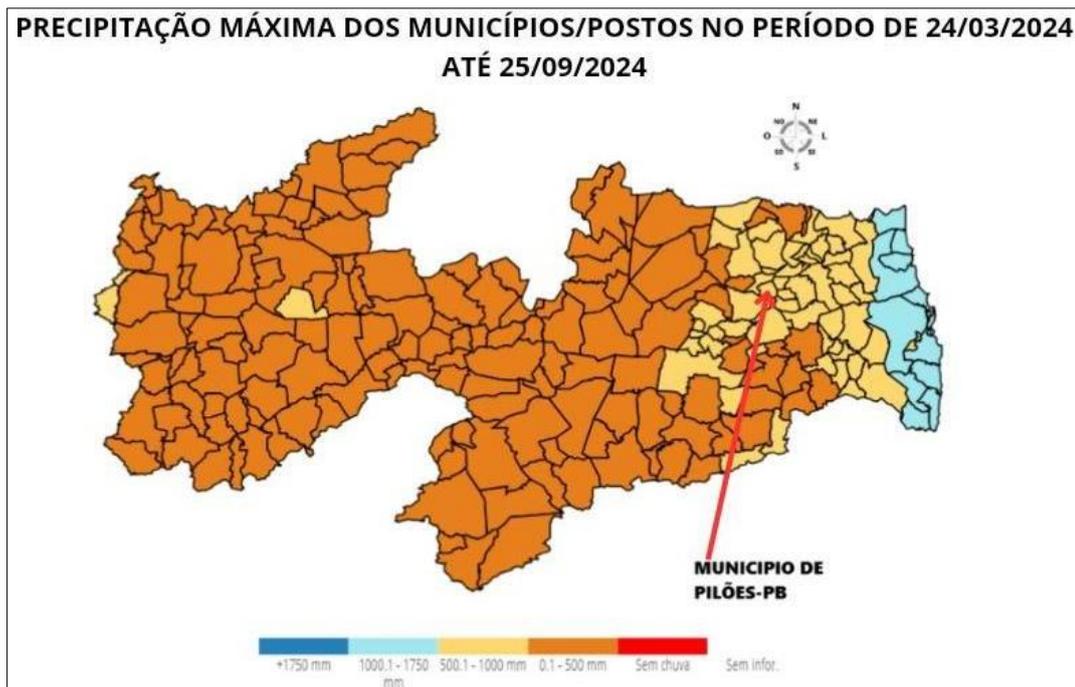


Fonte: Elaboração de Belarmino, 2024.

No trecho mapeado da Serra do Espinho, Pilões-PB foi possível identificar vários pontos com cicatrizes de movimentações pretéritas e pontos onde ocorreram movimentações no ano de 2024 e com possibilidades de vir a ocorrer novamente. Devido a pluviosidade em conjunto com as características geológicas, rochas do tipo biotitas, muscovitas, quartizitos, dentre outras, as feições geomorfológicas por ser uma área de serra com uma declividade acima de 20% (Henrique, 2012). No que se refere as feições

pedológicas vale destacar a presença de argissolos e fatores antrópicos da região, sendo um dos principais fatores através da construção da rodovia, foram desencadeados diversos processos de movimentos de massa. Estas movimentações ocorreram no início do período de chuvas, do mês de março a agosto. Segundo dados da AESA, precipitou 690,5 milímetros de chuva entre os meses citados (Figura 8).

Figura 9: Precipitação da Paraíba no período de março até setembro de 2024.



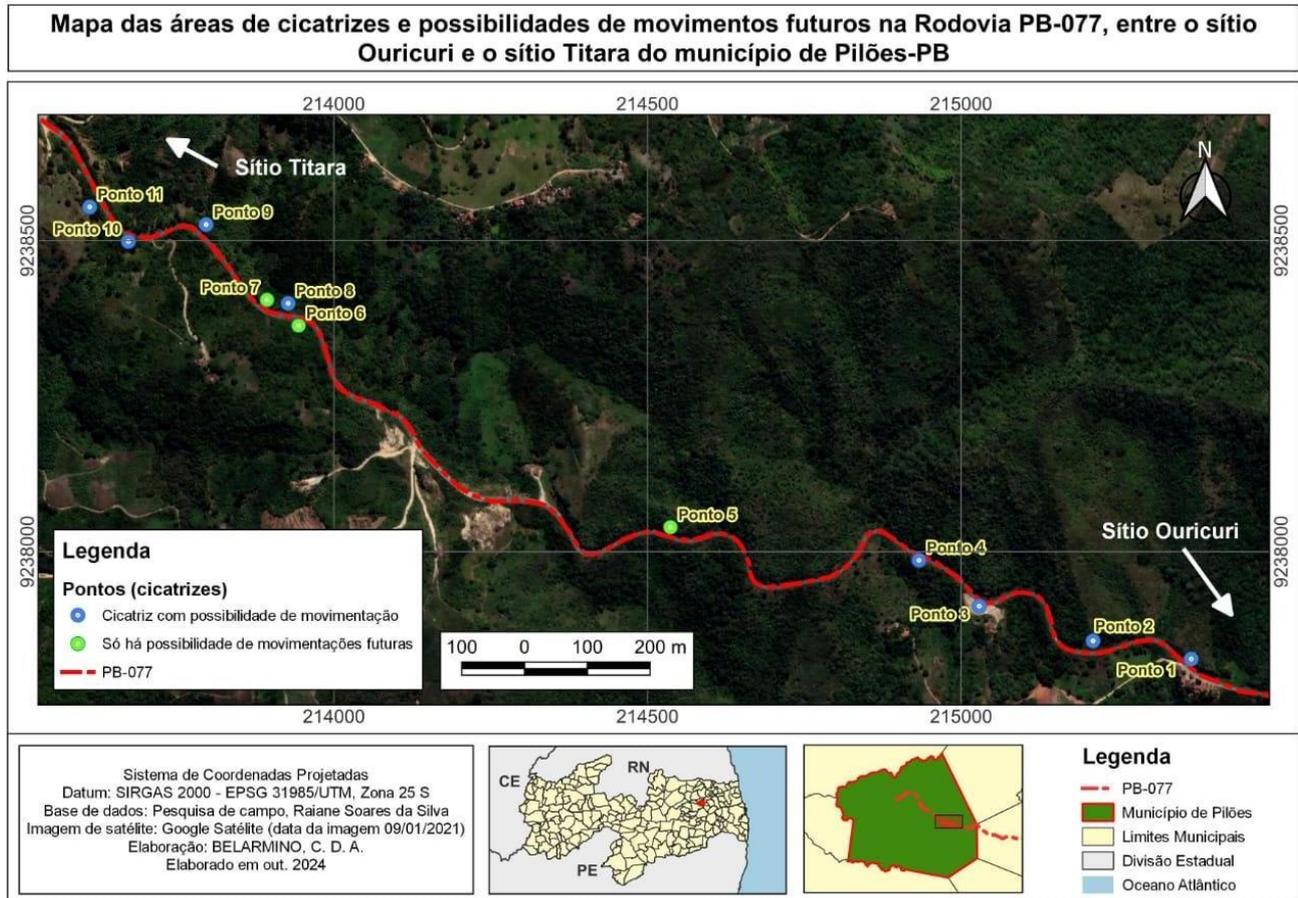
Fonte: Adaptado de AESA, 2024.

As condições acima citadas, somam-se as intervenções realizadas no relevo para o estabelecimento da rodovia PB-077. Segundo Guerra (2008), qualquer obra que o homem realize sobre uma encosta poderá afetar as formas de relevo, e isso é bem comum em áreas onde foram construídas rodovias, o que resulta em cortes na encosta, gerando consequências como o avanço das movimentações de massa. Foram encontradas cicatrizes envolvendo apenas o solo e material orgânico, em outras somente com rocha e, em alguns pontos, os materiais associados.

Foram coletadas 9 (nove) coordenadas para construção do mapa, que serão abordadas neste trabalho. Nos pontos mapeados foram localizadas 11(onze) cicatrizes, onde duas ou mais se encontravam em apenas um ponto ou nas proximidades, sendo assim, para fins de melhor visualização da representação cartográfica, um ponto

representava duas ou mais cicatrizes destacando o perigo de novas movimentações (Figura 10).

Figura 10: Mapa das áreas de cicatrizes e possibilidade de movimentos de massa futuros na Rodovia PB-077, entre o Sítio Ouricuri e o Sítio Titara do município de Pilões-PB.



Fonte: Elaboração de Belarmino, 2024.

De acordo com o que foi analisado nos campos realizados o desencadeamento dos movimentos se deu em função de uma série de fatores que atuaram em conjunto: a declividade elevada, as raízes da vegetação muitas vezes expostas, as rochas intemperizadas que se movimentaram, a falta de sustentação nos solos e várias fraturas presentes que a vegetação gerou e cortes na rodovia gerados pela ação antrópica.

Dentro das áreas citadas na figura 4 ao todo, são 11 cicatrizes, sendo 1 e escorregamentos translacionais ou planares, 1 de escorregamento rotacional, 2 de quedas de blocos e 3 de movimentos gravitacionais complexos e 4 áreas suscetíveis a movimentações (quadro 1).

Foram considerados movimentos de massa gravitacional complexos, aqueles onde não se teve como detalhar seu posicionamento dentro das abordagens conceituais da tipologia dos movimentos de massa. Assim, quando não existiam materiais dispostos de maneira que fosse possível analisar esses movimentos quanto ao seu movimento específico, convencionou-se denominá-los de movimentos de massa complexos.

Quadro 1: Áreas de cicatrizes de movimentos de massa e possibilidades de eventos futuros mapeadas em campo.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	PONTO	TIPO DE MOVIMENTO	CICATRIZES DE MOVIMENTOS DE MASSA	POSSIBILIDADES DE EVENTOS FUTUROS
6° 53' 18" S, 35° 35' 32"	1	ESCORREGAMENTO ROTACIONAL	SIM	SIM
6° 53' 16" S, 35° 35' 32"	2	ESCORREGAMENTO PLANAR	SIM	SIM
6° 53' 15" S, 35° 34' 43"	3 e 4	GRAVITACIONAL COMPLEXO E QUEDAS DE BLOCOS	SIM	SIM
6° 53' 11" S, 35° 34' 59"	5	GRAVITACIONAL COMPLEXO	SIM	SIM
6° 52' 59" S, 35° 35' 19"	6	GRAVITACIONAL COMPLEXO	NÃO	SIM
6° 53' 00" S, 35° 35' 18"	7	ÁREA SUSCETÍVEL	NÃO	SIM
6° 52' 55" S, 35° 35' 23"	8	ÁREA SUSCETÍVEL	SIM	SIM
6° 52' 34" S, 35° 35' 28"	9	ÁREA SUSCETÍVEL	SIM	SIM
6° 52' 54" S, 35° 35' 29"	10 e 111	ÁREA SUSCETÍVEL E QUEDAS DE BLOCOS	SIM	SIM

Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

Sob o ponto de vista da discussão conceitual e classificação dos movimentos ocorridos, a consulta ao referencial teórico específico, referente à temática abordada, em conjunto com as observações de campo, indicaram uma combinação de processos em que, eventualmente, um foi responsável por deflagrar outro nos pontos analisados.

5.1 PRINCIPAIS PONTOS ANALISADOS EM CAMPO

Nas coordenadas 6° 53' 18" S, 35° 35' 32", com 107 metros de altitude corresponde ao ponto 1, da figura 10 (p. 19), próximo à entrada da Cachoeira de Ouricuri, foi identificado aspectos relacionando um escorregamento rotacional. De acordo com depoimentos de moradores locais o movimento ocorreu no ano de 2024, fato corroborado pelo fato da cicatriz demonstrar uma movimentação recente, devido à queda de solos, encosta a baixo em forma côncava. Segundo Carvalho, Macedo e Ogura, (2007) "A queda sempre ocorre por um desequilíbrio do corpo rochoso, deflagrado por presença de água ou movimentos de solo" como mostra a figura 11.

Figura 11: Cicatrizes de escorregamento rotacional nas margens da Rodovia PB-077 no município de Pilões-PB.

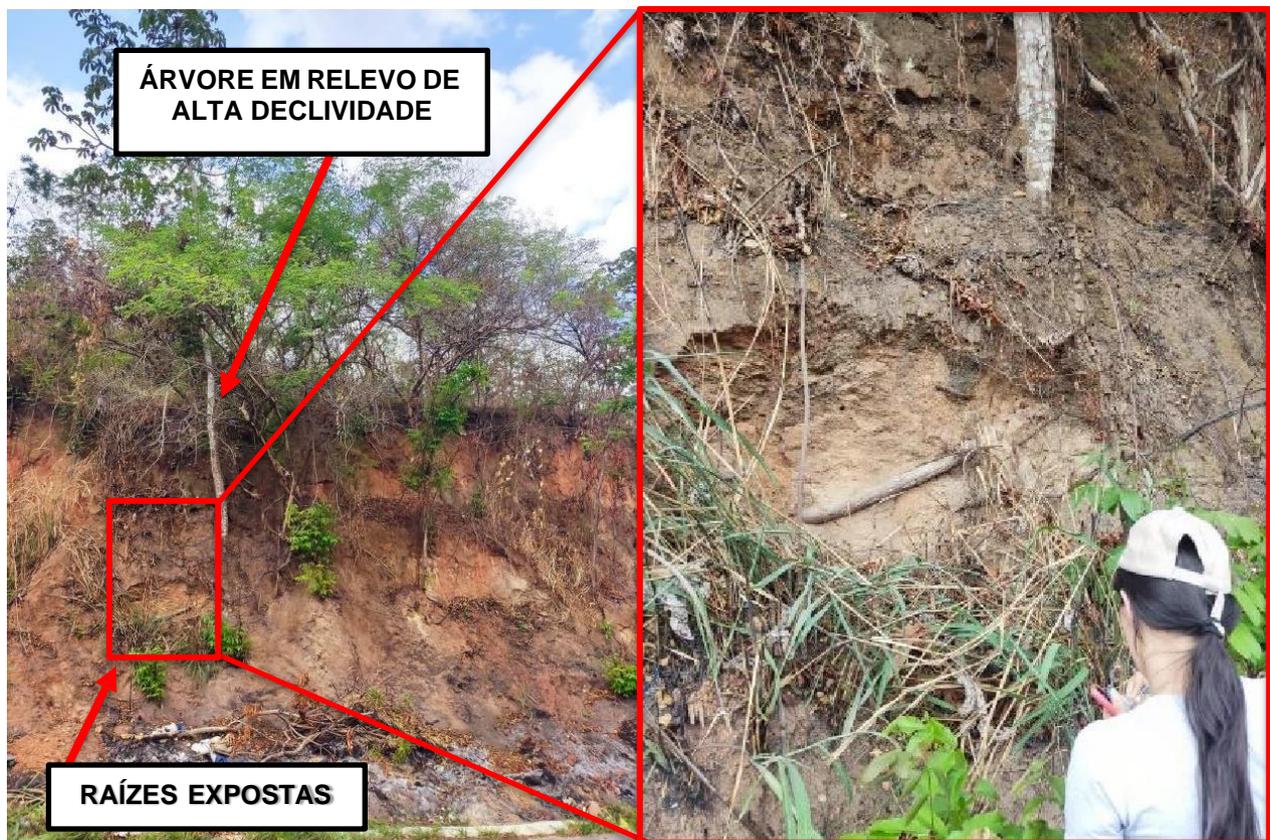


Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

No segundo campo realizado, após o período de precipitações na região, foi observada mais uma movimentação, visto que foi detectado uma raiz exposta, fator este que faz referência a ocorrência de movimentos massa na encosta descoberta. Além disso,

a encosta em si apresenta algumas árvores com suas raízes expostas, na nossa análise em campo podemos notar que ela se localiza em um terreno inclinado, ou seja, numa área com um declive acentuado, esta inclinação ao nível horizontal parâmetro essencial para avaliar o risco de movimentos de massa afetando a estabilidade do solo e das plantas que ali crescem, também podemos observar ações humanas com a queima de resíduos sólidos sobre a encosta, como mostra a figura 12.

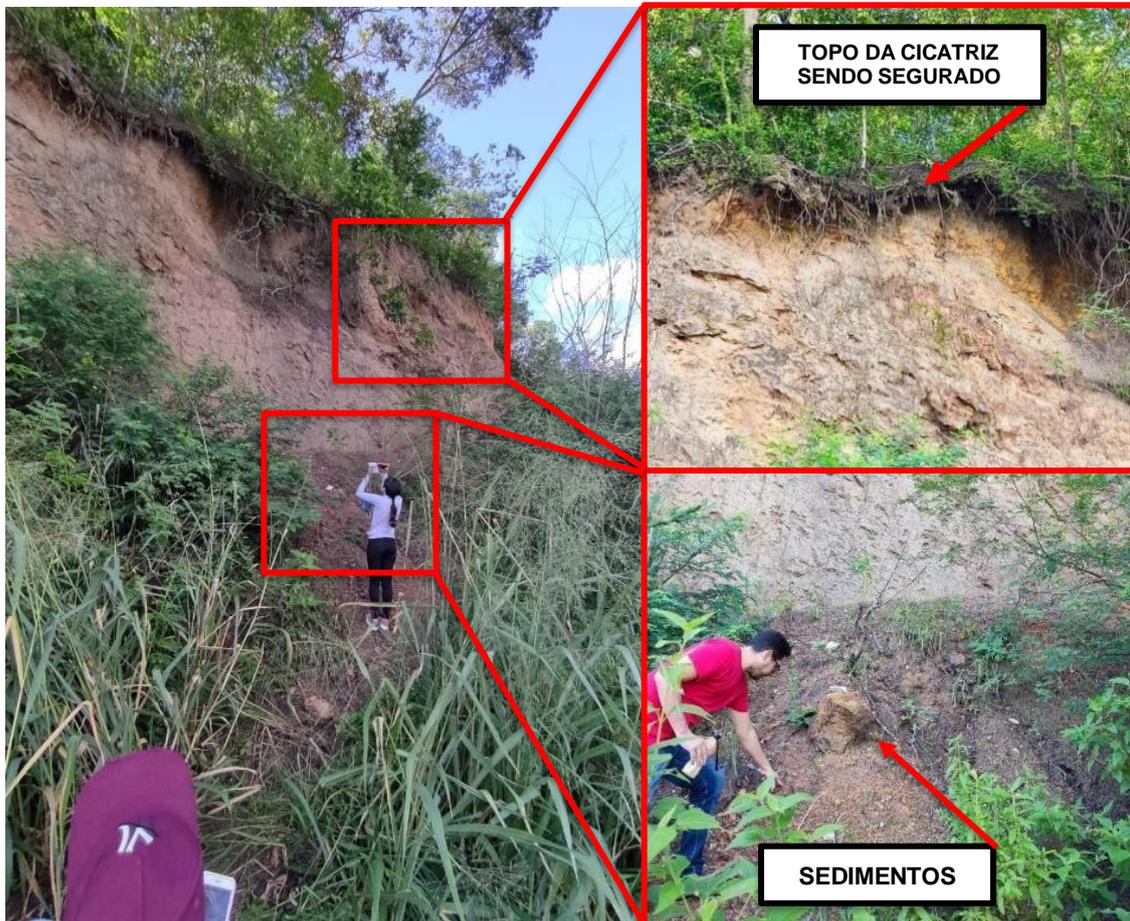
Figura 12: Cicatrizes de escorregamento rotacional nas margens da Rodovia PB-077 no município de Pilões-PB.



Fonte: Raiane S. Silva, 2024

Nas coordenadas $6^{\circ} 53' 16''$ S, $35^{\circ} 35' 32''$, no ponto 2 da Figura 10 (p.19), faz referência a encosta onde encontra-se uma cicatriz de escorregamento planar. Neste ponto já podem ser observados possibilidades de movimentações, visto que as árvores estão localizadas em uma área suscetível a movimentações por meio da ação do vento que pode vim a fazer pressão no solo e ela venha a causar movimentos de massa em períodos de altas precipitações (Figura 13).

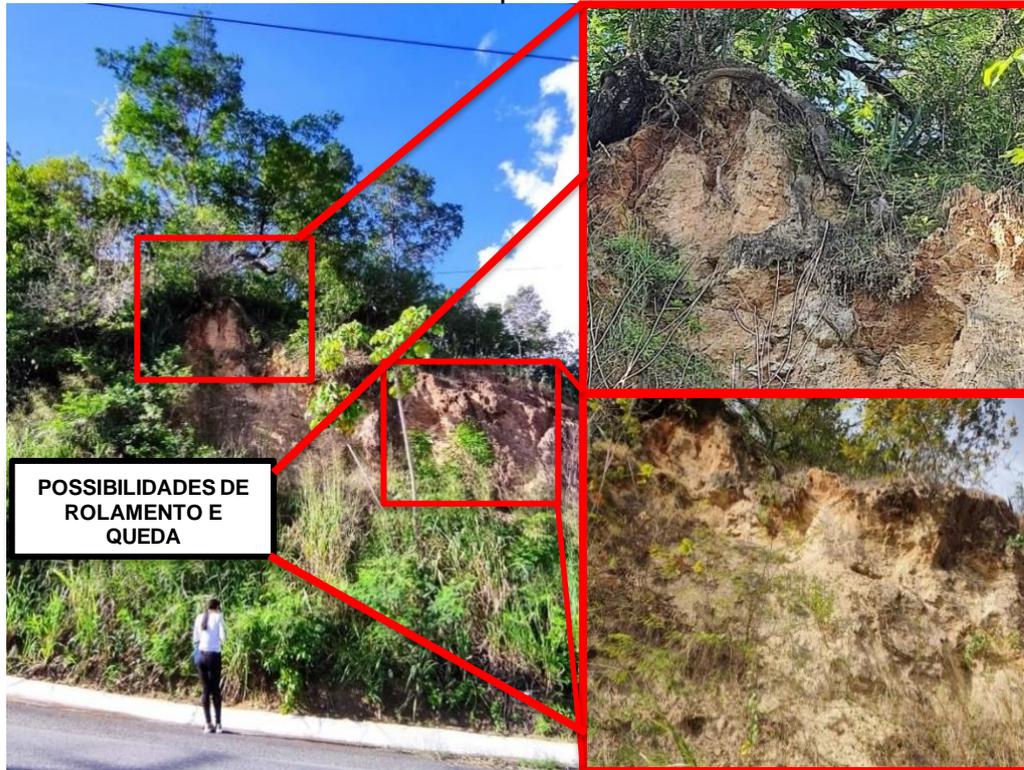
Figura 13: Encosta localizada próximo à entrada da Cachoeira de Ouricuri, Pilões-PB apresentando cicatrizes de escorregamentos planares.



Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

Nas coordenadas $6^{\circ} 53' 15''$ S, $35^{\circ} 34' 43''$, com 159 metros de altitude corresponde ao ponto 3, da figura 10 da (p.19), a cicatriz configura um movimento de massa complexo, por não ter sido localizado sedimentos sobre a rodovia para a sua identificação. Há possibilidades de o fenômeno vir a ocorrer novamente na área devido à alta declividade, tendo um auxílio da força gravitacional nesse processo de desencadeamento, sendo influenciado pelo ângulo da encosta. A deterioração das rochas nesse ponto, causados por meio do intemperismo, desencadeou pequenas quedas árvores pela ação do vento e das chuvas. (Figura 14).

Figura 14: Cicatriz de movimentos de massa gravitacional complexo na Rodovia PB-077 no município de Pilões-PB.



Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

Além disso, a 100 metros de distância estão localizadas no ponto 4 da figura 10 (p. 19), duas cicatrizes de quedas de blocos. A movimentação ocorreu no início do período de chuvas com queda de árvore no qual a mesma estava em uma posição inclinada e isto veio a agravar as movimentações juntamente com as rochas intemperizadas ao lado. (Figura 15 e 16). Diante desse cenário, podemos observar ações antrópicas, visto que as rochas foram dinamizadas para construção da rodovia ocasionando fraturas nas mesmas, deixando-as propícias a movimentações. Conforme Silva (2022), “as rochas intemperizadas, após a entrada da água aumenta o peso no local, movendo-se em fragmentos de tamanhos diferentes.” Dessa forma, quando a água penetra nas rupturas e poros das rochas, ela aumenta o peso total da rocha gerando uma pressão sobre as camadas de terra abaixo, tornando-as mais suscetíveis ao movimento de massa.

Figura 15: Cicatrizes de movimento de massa do tipo queda de blocos na Rodovia PB-077 no município de Pilões-PB.



Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

Figura 16: Cicatrizes de queda de blocos e escorregamentos planares na Rodovia PB-077 do município de Pilões-PB.



Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

Nas coordenadas 6° 53' 11" S, 35° 34' 59", com 235 metros de altitude corresponde ao ponto 5 da figura 10 (p. 19), se encontra uma cicatriz de movimento complexo por falta de sedimentos para identificação com características similares a pequenas quedas e raízes da vegetação exposta, como foi apresentado em pontos anteriores, nesse contexto prevalece a ação antrópica, visto que os sedimentos foram direcionados a rodovia e para não atrapalhar o fluxo no trecho os sedimentos retirados (Figura 17).

Figura 17: Cicatriz de movimentações complexas na Rodovia PB-077 no município de Pilões-PB.



Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

Nas coordenadas 6° 52' 59" S, 35° 35' 19", com 318 metros de altitude corresponde ao ponto 6 da figura 10(p. 19) foi observado um processo erosivo na rodovia PB-077, acelerado pela ação antrópica com a retirada da vegetação próximo à rodovia. Segundo Favaretto *et al*, 2006; Guerra e Cunha, 2010; Dias, 2011 “a erosão antrópica e seus agentes atuam em curtos períodos de tempo por causa da pressão demográfica (como agricultura extensiva, construções, extração de matéria-prima etc.) exercida pelo homem.” Como resultados desta crescente pressão, vemos que as perdas de solo que a erosão natural levaria anos para causar, a erosão acelerada leva semanas, dias ou até mesmo horas, o que põe em risco a estabilidade da rodovia em questão nesse trecho. A

vegetação atua neste ponto como sustento para o solo, apesar que se tem uma possibilidade considerável de vir a crescer esta erosão levando ao rompimento da mesma em períodos de chuvas, podendo causar bloqueio do trajeto e acidentes em caso de presença humana (Figura 18).

Figura 18: Chance de erosão atingindo drasticamente a Rodovia PB-077 do município de Pilões-PB.



Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

Nas coordenadas $6^{\circ} 53' 00''$ S, $35^{\circ} 35' 18''$, com 315 metros de altitude corresponde ao ponto 7 da figura 10 (p.19) foi encontrado um movimento de massa complexo, com suas raízes expostas com pouca vegetação para cobrir estes pontos específicos onde se apresentam as rupturas no solo, possibilitando a oportunidades de novos fluxos. Além disso, 50 metros a cima temos um ponto semelhante com movimentações rasas com fraturas visíveis na área. (Figura 19).

Figura 19: Cicatriz de movimento gravitacional complexo.



Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

Nas coordenadas $6^{\circ} 52' 55''$ S, $35^{\circ} 35' 23''$, com 348 metros de altitude corresponde ao ponto 8 da figura 10 (p.19) foi analisado uma árvore que se encontra inclinada para rodovia em uma área de alta declividade, não tem indícios de movimentações recentes, mas há uma grande possibilidade de ocorrer por causa da inclinação que a árvore se encontra na encosta. Diante desse cenário, esses processos de instabilização das encostas apresentar-se neste ponto com a perda de capacidade da árvore em fixar o solo, visto que as raízes não estão mais sustentando o solo adequadamente, e o peso da árvore pode estar movimentando o solo para baixo (Figura 20).

Figura 20: Área suscetível a ocorrências de movimentos de massa.



Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

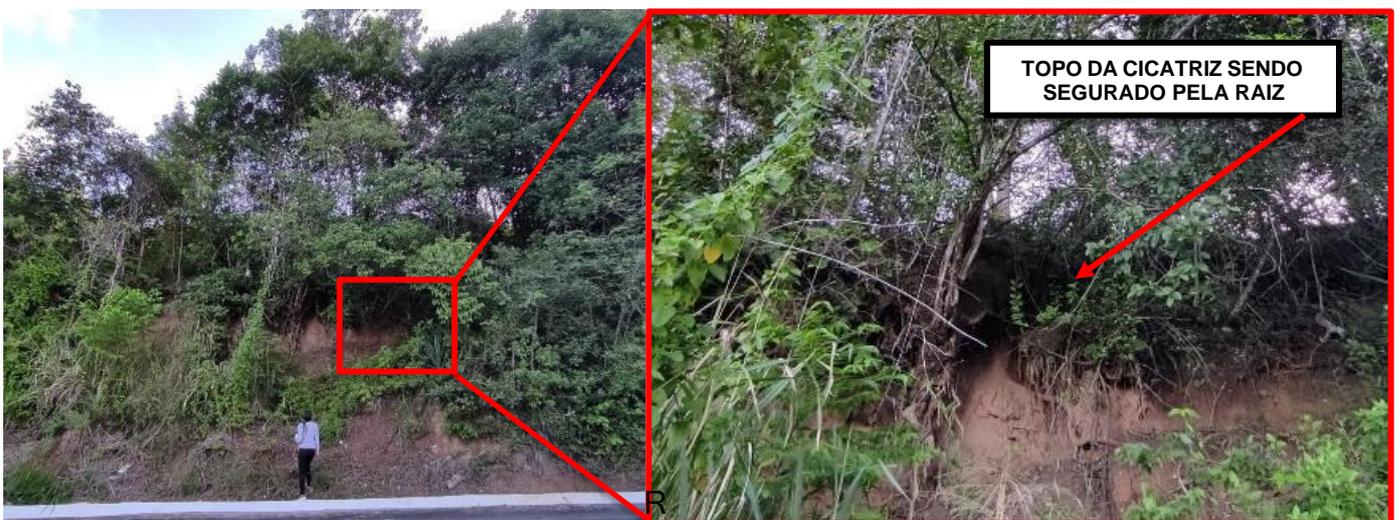
Nas coordenadas $6^{\circ} 52' 54''$ S, $35^{\circ} 35' 28''$, com 359 metros de altitude corresponde ao ponto 9 da figura 10 (p.19) foi destacado uma área suscetível a movimentos de massas em relação as rochas deterioradas que se encontram em processo de desgaste (intemperizadas), criando fraturas visíveis na encosta, além da presença de árvores de grande porte suspensas, com a presença de raízes expostas evidenciando possíveis escorregamentos. Estão em destaque três cicatrizes em áreas próximas (Figura 21). A 50 metros de distância foi encontrando outra árvore suspensa que corresponde ao ponto 10 da figura 10 (p. 19) com risco de queda, podendo ser observado alguns sedimentos de solo que veio a deslizar (Figura 22).

Figura 21: Cicatrizes de movimentos de massa na Rodovia PB-077 no município de Pilões.



Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

Figura 22: Área suscetível à movimentações futuras.



Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

Nas coordenadas 6° 52' 54"S, 35° 35' 29", com 360 metros de altitude corresponde ao ponto 11 da figura 10 (p.19), foi observado uma cicatriz do tipo queda de blocos, devido as fraturas no solo e sedimentos depositados na rodovia e suas feições indicativas representando queda de blocos recentes. Sendo assim, é perceptível, o quão o solo está sem sustentação com fraturas recentes, mas com auxílio da vegetação ele se mantém na encosta (Figura 23).

Figura 23: Cicatrizes de movimento de massa do tipo queda de blocos na Rodovia PB-077 no município de Pilões-PB.



Fonte: Raiane S. Silva, 2024.

Conforme foi estabelecido em alguns pontos que analisamos em campo sobre as possibilidades de movimentações em trechos da área, para tentarmos mitigar esta realidade deverá ser evitado cortes nessas encostas de declividade acentuada para retirada de materiais para reconstrução de estradas por parte do poder público, se torna fundamental a utilização de ferramentas de geoprocessamento, para a análise socioambiental, a exemplos de ações de prevenção, preparação, resposta e reconstrução

no caso da ocorrência de movimentações de massa que causem desastres nas áreas mapeadas nesta pesquisa. Além disso, deve ser feita uma revegetação de árvores com raízes profundas que auxiliam na estabilidade do solo, preservação da vegetação para evitar degradação na área e assim, evitar a saturação no solo.

“Evitar que fenômenos naturais severos ocorram foge da capacidade humana. Entretanto, através da prevenção, pode-se desenvolver medidas que minimizem os impactos causados por eles” (Kobiyama, *et al.*, 2006). Para tanto, é necessário que o município e o Estado colaborem com o suporte necessário em casos de riscos de movimento de massa, ou qualquer outro tipo de risco. Para esse suporte, destacam-se quatro etapas: diagnóstico, monitoramento e alerta, ações de resposta (socorro, assistência e reconstrução) e, por fim, prevenção (com obras estruturantes).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das cicatrizes presentes nas margens da Rodovia PB-077, na Serra do Espinho, corroborou para a compreensão dos movimentos de massa na área e a ocorrências de futuras movimentações, cumprindo os objetivos propostos dessa pesquisa científica. O trabalho de campo permitiu a identificação dos principais fatores, como a vegetação que se estabelece com efeito positivos e negativos na prevenção e agravamento dos movimentos de massa, pois é fulcral pontuar a sua ajuda na estabilização do solo e a absorção da água, mas contribui para a deterioração do mesmo, provocando rachaduras através das raízes. Dessa forma, o equilíbrio entre a vegetação e as características do solo é crucial para minimizar os impactos dos movimentos de massa.

Vale ressaltar também os solos da Serra do Espinho que contribuem para a intensificação do fenômeno, visto que são solos rasos, com uma alta retenção de água ou com pouca capacidade de drenagem, especialmente no período chuvoso quando o solo fica saturado, esta interação entre os tipos de solo e as condições climáticas e topográficas é crucial para determinar a estabilidade do terreno. Outrossim, salienta-se a geologia da área supracitada com sua estrutura deformada, devido a presença de fraturas e falhas decorrentes dos cortes feitos para construção da rodovia.

O trecho analisado apresenta além de características naturais que identificam como suscetível aos processos de movimentos de massa, mas também as intervenções antrópicas que se estabelece a partir da construção da rodovia, com cortes nas encostas para nivelar o terreno, propiciando então um aumento na declividade, especialmente quando o solo fica saturado com a água da chuva, aumentando o escoamento superficial na área, por meio da pesquisa de campo pode-se observar as rochas dinamizadas, encostas sem a proteção da vegetação, em decorrência do ser humano. Além disso, foi observado os desgastes nas margens da rodovia devido ao trânsito de veículos e ao fluxo de água da chuva, ocasionando em alguns casos acidentes na área. Em suma, são condicionantes que atribuem ao local a condição de perigo dessas ocorrências acelerando a instabilidade.

A metodologia apresentada para análise foi julgada satisfatória, pois possibilitou identificar possibilidades dos processos que podem vir a se intensificar na área de estudo. Pilões e suas características climáticas favorecem o processo de movimentos de massa, assim como as feições geológicas, geomorfológicas e pedológicas atuam em conjunto,

visto que a área é composta por um relevo de declividade acentuada e precipitação satisfatória.

Mediante ao exposto, torna-se fundamental a necessidade de medidas que mitigam possíveis desastres naturais, antes do período de chuvas que ocorrem de março a agosto, como cortes de árvores localizadas na beirada das encostas e implementar placas de sinalização nas áreas onde se localizam as possibilidades de movimentações futuras.

REFERÊNCIAS

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Atlas do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba**. 2006. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2022/06/perh_final/RF-01/RF-01_PERH-PB.pdf. Acesso em: 20 set 2024.
- AHRENDT, Adriana. **Movimentos de massa gravitacionais - proposta de um sistema de previsão: aplicação na área urbana de Campos do Jordão**. 2005. 364p. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- ALBUQUERQUE, Bruno Costa De *et al.* Impactos ambientais da construção de rodovias e seu processo de licenciamento. **Anais do VI CONAPESC**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://mail.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/77016>. Acesso em: 26/11/2024 18:48
- ARRUDA, Luciene V. de. Serra de Maranguape–CE: Ecodinâmica da paisagem e implicações sócioambientais. **Fortaleza, UFC**, v.1, 2001.
- ARRUDA, Luciene Vieira De *et al.* Configuração geoambiental e dinâmica do espaço agrário atual do Brejo Paraibano (PB), Paraíba, Brasil. **Revista Ciência Geográfica**, v. 26, n. 01, p. 72-102, 2022.
- AUGUSTO FILHO, Oswaldo. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: **Conferência Brasileira Sobre Estabilidade De Encostas**, 1, 1992, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/PUC-RJ, 1992. v.2, p.721-733.
- BEZERRA, Láddyla Thuanny Vital. **Mapeamento de risco/perigo de movimentos de massa e avaliação da estabilidade das encostas na comunidade São José do Jacó, em Natal/RN**. 2016. 105 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
- BIGARELLA, João José. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais, vol. III–Processos erosivos, vertentes, movimentos de massa, atividade endógena, superfícies de erosão, compartimentação do relevo, depósitos correlativos e ambientes fluviais. **Florianópolis: Editora da UFSC**. 559p, 2003.
- BRASIL. **Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco**. [S.l.]: Ministério das Cidades, 2004. 122 p. Disponível em: <https://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/mapeamento/mapeamento-grafica.pdf>. Acesso em: 10 junho 2024.

BRASIL. **Congresso Nacional, Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1o de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília – DF: 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 20 set 2024

CARVALHO, Celso Santos; MACEDO, Eduardo Soares de; OGURA, Agostinho Tadashi. Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios. Brasília: **Ministério das Cidades**, p. 20, 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Blucher, 188p. 1980.

CPRM - **Serviço Geológico do Brasil. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea.** Diagnóstico do município de Pilões, Estado da Paraíba, 2005. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/16262/1/Rel_Pil%C3%B5es.pdf. Acesso em: 11 ago 2024.

DIAS, Reginaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, p.01-33, 2011.

FAVARETTO, Nerilde; COGO, Neroli Pedro; BERTOL, Oromar João. Degradação do solo por erosão e compactação. Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos. Curitiba: Ed. UFPR, p. 255-291, 2006.

FERNANDES, Nelson Ferreira; AMARAL, CP do. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. **Geomorfologia e Meio Ambiente. Bertrand, Rio de Janeiro**, p. 123-194, 1996.

GIRÃO, Osvaldo; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros; GUERRA, Antonio José Teixeira. Encostas Urbanas como Unidades de Gestão e Planejamento, a partir do Estudo de Áreas a sudoeste da cidade do Recife–PE. **Revista de Geografia**, v. 24, n. 3, p. 242-267, 2007.

GÓMEZ, José Javier. Vulnerabilidad y medio ambiente. In: **International Seminar Las Diferentes Expresiones de la Vulnerabilidad Social en América Latina y el Caribe**, CEPAL, Santiago de Chile. 2001.

GUERRA, Antonio José T. - Geomorfologia Urbana, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008, 13p.

GUERRA, Antônio José Teixeira. CUNHA, Sandra Batista da. **Geomorfologia e meio ambiente**. 4a. ed. — Rio de Janeiro: Bertand Brasil, p.372, 2010.

GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo Dicionário geológico-geomorfológico**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, Antonio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia aplicada ao turismo**. Geomorfologia Ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 42-46, 2006.

GUIMARÃES, Renato Fontes *et al.* Movimentos de massa. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 159-184, 2008.

HENRIQUE, Filipe Mendes. **Análise morfopedológica aplicada a compreensão dos processos erosivos hídricos em vertentes no município de Pilões/PB**. 2012. 133f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

HENRIQUE, Filipe Mendes; FERNANDES, Ermínio. Análise dos processos erosivos no município de Pilões/PB. **Sociedade e Território**, v. 23, n. 2, p. 74-89, 2011.

HERRMANN, Maria Lúcia de Paula. Atlas de desastres naturais do

HIGHLAND, Lynn M.; BOBROWSKY, Peter. **The landslide handbook-A guide to understanding landslides**. US Geological Survey, 2008.

IBGE. **Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**. Manual Técnico de Geomorfologia Série manuais técnicos em geociências, número 1. Rio de Janeiro. 2009. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281612>. Acesso em: 10 out 2024.

IBGE. **Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manual Técnico de Geomorfologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281612>. Acesso em: 10 jun 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Censo demográfico 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 out 2024.

INFANTI JR, Nelson; FORNASARI FILHO, Nilton. Processos de dinâmica superficial. Geologia de Engenharia. São Paulo: ABGE, p. 131-152, 1998.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Topodata. São José dos Campos, SP, 2011. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 19 out. 2023.

KOBIYAMA, Masato. *et al.* **Prevenção de Desastres Naturais: conceitos básicos**. Curitiba O6rganic Trading, 112p, 2006. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/2006/05/12/prevencao-de-desastres-naturais-conceitos-basicos/>. Acesso em: 20 ago 2024.

MORAIS, Ihago Trajano de. **Susceptibilidade à movimentos de massa e riscos geomorfológicos no município de Areia-PB**. 2023. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2023.

NETO, Belarmino Mariano. **Abordagem territorial e enfoques agroecológicos no Agreste/Brejo paraibano: desenhos, arranjos e relações**. 2006. 208f. Tese (Doutorado Programa de Pós-Graduação em Sociologia) — Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Humanidades, Campina Grande, Paraíba, 2006.

PERNAMBUCO, Ministério das Cidades - **Secretaria de Programas Urbanos. Universidade Federal de Pernambuco**. Curso de capacitação em Gestão e mapeamento de riscos socioambientais. Disponível em: https://www.ceped.ufsc.br/wpcontent/uploads/2014/07/Curso_Gestao_apostila.pdf. Acesso em: 25 ago 2024.

REIS, Fábio Augusto Gomes Vieira, Geodinâmica externa. Movimentos de massa. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter09.html>. Acessado em: 25 nov 2024.

RIFFEL, Eduardo Samuel. **Análise e mapeamento de áreas suscetíveis a movimentos de massa na bacia hidrográfica do Rio Paranhana (RS)**. 2012. 105f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

SANTOS, Luana Maria dos. **Erosão em taludes de corte: métodos de proteção e estabilização**. 2015. 73 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015.

SILVA, Danilo de Oliveira. **Análise de movimentos de massa pretéritos e da possibilidade de eventos futuros em trechos da Rodovia PB-105 entre o distrito de Rua Nova (Belém-PB) e a cidade de Bananeiras-PB 2022**. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba. Guarabira, 2022.

SILVA, Ivanildo Costa da. **Geomorfologia, morfoestruturas e morfotectônica do Nordeste do Estado da Paraíba**. 2023. 232f. (Tese de doutorado) – Doutorado em Geografia/PPGG), Universidade Federal da Paraíba/UFPB, João Pessoa, Paraíba 2020.

SPINK, Mary Jane. **Produção de sentidos no cotidiano: uma abordagem teórico metodológica para análise das práticas discursivas**. 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/37485408/SPINK_Mary_Jane_Pr%C3%A1ticas_Discursivas_e_Produ%C3%A7%C3%A3o_de_Sentido_no_Cotidiano. Acesso em: 01 set 2024.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela. Desastres naturais. **São Paulo: Editora Instituto Geológico**, p.197,2009.

USGS. The landslide handbook — **A guide to understanding landslides**. Highland, L.M., and Bobrowsky, P. (versão em português): Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular. GFDRR/World Bank. 1325. 2008. Disponível em: https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf. Acesso em: 26 set 2024.

WICANDER, Reed ; MOROE, James S. Fundamentos de Geologia. São Paulo. Ed; Cengage Learning, 2009.