



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**ANÁLISE DE FEIÇÕES EROSIVAS EM LOCAIS DE RISCO DE
PARAÍBA DO SUL E SEUS IMPACTOS**

Luiz Felipe Silva Santos

ORIENTADOR: Prof^ª. Dr^ª. Patricia Anselmo Duffles Teixeira

**TRÊS RIOS - RJ
MARÇO – 2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**ANÁLISE DE SETE FEIÇÕES EROSIVAS EM LOCAIS DE RISCO DE
PARAÍBA DO SUL E SEUS IMPACTOS**

Luiz Felipe Silva Santos

Monografia apresentada ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da UFRRJ, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**TRÊS RIOS - RJ
MARÇO – 2023**

Santos, Luiz Felipe Silva, 2023

Análise de sete feições erosivas em locais de risco de Paraíba do Sul e seus impactos/ Luiz Felipe Silva Santos – 2023

36f

Orientador: Prof. Dr^a. Patricia Anselmo Duffles Teixeira

Monografia (bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios.

Bibliografia: f. 36-37.

1.Meio Ambiente – Geologia - Feição erosiva - Paraíba do Sul.

I. Teixeira, Patricia Anselmo Duffles. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto Três Rios.

Análise de sete feições erosivas em locais de risco de paraíba do sul e seus impactos



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**ANÁLISE DE SETE FEIÇÕES EROSIVAS EM LOCAIS DE RISCO DE
PARAÍBA DO SUL E SEUS IMPACTOS.**

Luiz Felipe Silva Santos

Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental como pré-requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aprovada em 07/03/2023.

Banca examinadora:

Prof. Dr^a. Patricia Anselmo Duffles Teixeira

Prof. Dr. Fábio Souto de Almeida

Lucas Nogueira Gonçalves

**TRÊS RIOS - RJ
MARÇO – 2023**

RESUMO

Processos erosivos são compreendidos como mecanismos de autorregulação de um sistema do solo, e sua transformação, podendo ser ocasionados por diversos fatores, desde a alteração do fluxo de água no perfil do solo a alterações antrópicas, fazendo com que o solo se adapte a essa nova configuração, sendo a água o principal agente erosivo. A concentração do escoamento superficial resultado da alteração do fluxo de água resulta em incisões na superfície do terreno, desenvolvendo sulcos, ravinas e voçorocas. O resultado das feições erosivas pode induzir ao risco geológico, que é a relação e a probabilidade de um evento geológico potencialmente danoso ocorrer e a sua vulnerabilidade, ou seja, o grau de suscetibilidade, como as condições físicas, sociais, econômicas e ambientais dos elementos expostos. O objetivo deste estudo foi analisar a ocorrência de sete feições erosivas em pontos de importância para o município de Paraíba do Sul e seus respectivos impactos ao ambiente e à sociedade; sendo o município de Paraíba do Sul localizado na região Centro-Sul fluminense, com um território de 571,188 Km². Através de uma revisão bibliográfica sobre o tema e com o auxílio de imagens de satélite e do conhecimento prévio sobre o município foi feita a catalogação de pontos com a presença de feições erosivas em um mapa georreferenciado no software Qgis. As sete feições erosivas selecionadas foram sobrepostas sob a imagem de satélite e a malha edificada do município de Paraíba do Sul, descrevendo-se a localização e a caracterização das feições erosivas presentes em cada ponto e seus impactos diretos e indiretos ao município, como impacto a rodovias, hospitais, residências e à população diretamente. Portanto, demonstra-se a importância de estudar os efeitos das feições erosivas para estruturar medidas de contenção e remediação com o intuito de mitigar os impactos e agir adequadamente a cada classificação de feição erosiva.

Palavras-chave: Desastre Natural, Erosão, Geologia, Meio Ambiente.

ABSTRACT

Erosive processes are understood as self-regulation mechanisms of a soil system, and its transformation, which can be caused by several factors, from the alteration of the water flow in the soil profile to anthropic alterations, making the soil adapt to this new configuration, water being the main erosive agent. The concentration of surface runoff resulting from the change in water flow results in incisions in the surface of the land, developing furrows, ravines and gullies. The result of erosion features can lead to geological risk, which is the relation and probability of a potentially harmful geological event occurring and its vulnerability, that is, the degree of susceptibility, such as the physical, social, economic and environmental conditions of the elements exposed. The objective of this study is to analyze the occurrence of seven erosional features in points of importance for the municipality of Paraíba do Sul and their respective impacts on the environment and society; being the municipality of Paraíba do Sul located in the Center-South region of Rio de Janeiro, with a territory of 571,188 Km². Through a bibliographic review on the subject and with the aid of satellite images and prior knowledge about the municipality, the cataloging of points with the presence of erosion features was carried out on a georeferenced map in the Qgis software. The seven selected erosion features were superimposed under the satellite image and the built network of the municipality of Paraíba do Sul, describing the location and characterization of the erosion features present in each point and their direct and indirect impacts on the municipality, such as impact on highways, hospitals, homes and the population directly. Therefore, it demonstrates the importance of studying the effects of erosion features to structure containment and remediation measures in order to mitigate impacts and act appropriately for each erosion feature classification.

Keywords: Environment, Erosion, Geology, Natural Disaster.

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do município de paraíba do sul no estado do Rio de Janeiro. (Fonte: IBGE, 2021)	14
Figura 2: Mapa de pontos das feições erosivas analisadas no município de Paraíba do Sul/RJ.	16
Figura 3: Ponto 1 (A e B), localizado na Av. das Nações. (Fonte: Google Earth, 2022).....	17
Figura 4: Feição erosiva presente no ponto 1A (2022)	18
Figura 5: Ponto 2A e 2B e sua localização na Avenida das Nações em relação aos pontos 1A e 1B. (Fonte: Google Earth, 2022).	19
Figura 6: Feição erosiva do ponto 2A.	20
Figura 7: Voçorocas presentes no ponto 2A.....	21
Figura 8: Ponto 2B, localizado na rua Vereador Marco Aurélio Bonfante. (Fonte: Google Earth, 2022).....	22
Figura 9: Feição erosiva do Ponto 2B	22
Figura 10: Formação de ravinas no ponto 2B.....	23
Figura 11: Localização do ponto 3. (Fonte: Google Earth, 2022).....	24
Figura 12: Localização do ponto 3. (Fonte: Google Earth, 2022).....	25
Figura 13: Feição erosiva do Ponto 3.	26
Figura 14: Ponto 4, localizado na rua Venezuela, Parque Morone (Fonte: Google Earth, 2022).	27
Figura 15: Feições erosivas do Ponto 5.....	28
Figura 16: Ponto 5, localizado no Condomínio Vale da Lua- Cerâmica D' Angelo.....	29
Figura 17: Feição erosiva presente no ponto 6.	30
Figura 18: 2ª imagem de erosão presente no ponto 6.....	30
Figura 19: Exemplo de feição erosiva ao longo da extensão do ponto 6.	31
Figura 20: Ponto 6, localizado na ferrovia que corta Paraíba do Sul.	32
Figura 21: Feição erosiva presente no ponto 7.	32
Figura 22: Ponto 7, localizado no bairro Liberdade, Avenida Prefeito Bento Gonçalves.	33
Figura 23: Feição erosiva presente no ponto 7.	34
Figura 24: Evidenciação da voçoroca encontrada no ponto 7.....	34

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. OBJETIVO GERAL	13
1.1.1. Objetivos Específicos	13
2. MATERIAIS E MÉTODOS	14
2.1. ÁREA DE ESTUDO	14
2.2. MÉTODO	14
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
3.1 Caracterização da área e feições erosivas presentes e sua problemática.	17
Ponto 1:	17
Ponto 2:	19
Ponto 3:	25
Ponto 4:	26
Ponto 5:	28
Ponto 6:	31
Ponto 7:	33
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
5. REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

Processos erosivos são compreendidos como mecanismos de autorregulação de um sistema do solo e sua transformação, são ocasionados pela movimentação de sedimentos tanto superficiais quanto profundos do perfil do solo; consideram-se ainda as características geológicas e geomorfológicas, os tipos de solos, clima, vegetação, além da interferência humana que modifica as condições naturais de cada um deles; podendo ser ocasionados por diversos fatores, desde a alteração do fluxo de água no perfil do solo a alterações antrópicas, fazendo com que o solo se adeque a essa nova configuração congruente (Oliveira *et al.*, 2017). A erosão é o processo de “desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos (plantas e animais)” (IPT 1986). A água é o principal agente erosivo; a gota da chuva produz inicialmente a erosão laminar, que é uma remoção difusa do solo. A concentração desse escoamento superficial resulta em incisões na superfície do terreno, desenvolvendo sulcos, ravinas e voçorocas consecutivamente (Proin/CAPES e UNESP/IGCE 1999).

A erosão em sulcos transporta maior quantidade de partículas do que a erosão laminar, formando incisões na superfície de até 0,5 m de profundidade e perpendiculares às curvas de nível. Ravinas são formas erosivas lineares com profundidade maior que 0,5 m que escavam o solo até seus horizontes inferiores de forma retilínea, alongada e estreita. Voçoroca é o aprofundamento da erosão até atingir o nível freático que aflora no fundo do canal. Há, então, ação combinada das águas do escoamento superficial e subterrâneo, o que condiciona uma evolução da erosão lateral e longitudinalmente (Guerra 2009).

Os processos erosivos descritos acima tratam-se de fenômenos naturais que quando atingem áreas ou regiões habitadas pelo homem, causando-lhes danos, passam a ser chamados de desastres naturais. Os desastres naturais podem ser classificados quanto à origem, ou seja, se naturais ou antrópicos, ou quanto à intensidade, em função dos prejuízos provocados (Tominaga *et al.* 2009). Inundações, escorregamentos de massa, queda de blocos e tempestades são os principais fenômenos relacionados a desastres naturais no Brasil. Tominaga *et al.* (2009) cita ainda que o intenso processo de urbanização que levou ao crescimento de muitas cidades no Brasil nas últimas décadas é um dos responsáveis pelo aumento das situações de risco a desastres naturais. Sendo pela ocupação de áreas impróprias, pela falta de saneamento básico e

adequado com o direcionamento de águas pluviais, seja pelas mudanças climáticas que intensificam o volume de chuvas já comuns em nosso clima tropical.

A área do município de Paraíba do Sul dispõe de um histórico preexistente de processos erosivos severos e incêndios; apresenta, predominantemente, formações em altos relevos e morros o que favorece a ocorrência de processos erosivos. Considera-se também o crescimento urbano e os projetos de construção civil para a ocorrência da erosão, uma vez que cortes de morro podem influenciar ativamente no aumento da declividade e fragilização do local. (Tucci 2001)

O processo físico de “escorregamento ou movimento de massa” é um agente responsável pela evolução das vertentes e modificação da superfície e da paisagem podendo ser ocasionado pela ação das feições erosivas (Pinto *et al.* 2013), sendo importantes processos geomorfológicos modeladores da superfície terrestre (Bigarella *et al.* 2003). São eventos que ocorrem comumente em superfícies acidentadas com elevadas inclinações, entretanto, também podem ocorrer em vertentes de baixa declividade. Para Fernandes e Amaral (2000, p. 147) “várias feições podem atuar como fatores condicionantes, determinando a localização espacial e temporal dos movimentos de massa. As causas dos processos de movimentação de massa são: “o tipo de solo/rocha determina a suscetibilidade dos terrenos à erosão, em função de suas características granulométricas (argilosos, siltosos e arenosos), estruturais, de espessura, etc.” (IPT 1991, p. 15).

Risco geológico é a relação e a probabilidade de um evento geológico potencialmente danoso ocorrer e a vulnerabilidade, ou seja, o grau de suscetibilidade, como as condições físicas, sociais, econômicas e ambientais dos elementos expostos (Tominaga *et al.* 2009). Dessa forma, quanto maior a vulnerabilidade, maior o grau de risco e quanto mais frágil, maior a vulnerabilidade (MINISTÉRIO DAS CIDADES – IPT 2007). Cerri e Amaral (1998) definem risco geológico como “uma situação de perigo, perda ou dano ao homem e às suas propriedades, em razão da possibilidade de ocorrência de processo geológico, induzido ou não”.

Siefert e Santos (2012) destacam que fatores como planejamento urbano podem ajudar a entender e apontar a ocorrência de movimentos de massa para além de fenômenos naturais, mas também sendo influenciados por ações antrópicas.

“O monitoramento da dinâmica das paisagens atua em conjunto com os estudos dos processos hidrológicos, pedológicos e

geomorfológicos na escala de pequenas propriedades (...) considerando-se que o estudo da geomorfologia ambiental está diretamente relacionado com a Geologia, Climatologia, Planejamento Urbano, entre outras, estas devem ser levados em consideração para se compreender os processos ambientais e, assim, os processos erosivos” (Siefert & Santos 2012).

Seguindo o ponto em que ações antrópicas podem influenciar ativamente na reestruturação da paisagem e no acarretamento de processos erosivos, aponta-se o processo de urbanização e crescimento urbano, como intensificador da ocupação de zonas antes completamente vegetadas, sendo estas muitas vezes ocupadas de formas desordenada, ou sem planejamento, levando ao possível apontamento dessa ocupação como fato gerador de risco a escorregamento de massa naquela região. Existe, ainda, a direta ligação entre riscos de desastres e a ocupação desordenada, surgindo a hipótese de que tanto a habitação de áreas naturais pode trazer riscos à espécie humana que está por assentar ali como o inverso, onde podemos ver o impacto da inserção da população em uma área que antes desenvolvia suas funções ecossistêmicas naturalmente, sem intervenção antrópica (Carvalho & Galvão, 2006).

Em contraponto alguns autores apontam que o cenário de riscos a processos erosivos vem crescendo tanto devido à larga expansão territorial e a crescente demanda de produtos e insumos para exportação, práticas como o agronegócio vêm se intensificando para suprir as necessidades de exportação e importação das diversas nações ao redor do planeta (Campos *et al.* 2009) como pelo desmatamento, sendo este um agravante à situação, uma vez que áreas antes cobertas por vegetação são ocupadas e preparadas para a aplicação das atividades agropecuárias fazendo uso de práticas que removem a flora local e introduzem tanto espécies vegetais para alimentação do gado quanto o próprio animal alvo da produção que acaba por compactar e degradar o solo, reduzindo sua porosidade (Bonetti *et al.* 2015).

1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo foi analisar a ocorrência de sete feições erosivas em pontos de importância, definidos através do risco geológico estipulado para cada área do município de Paraíba do Sul e seus respectivos impactos, priorizando áreas com maiores impactos.

1.1.1. Objetivos Específicos

- Análise da malha urbana edificada do município de Paraíba do Sul.
- Apresentar os impactos das feições erosivas à malha edificada da cidade de Paraíba do Sul.
- Cálculo da área ocupada pela feição erosiva.
- Pontuar áreas de risco à movimentação de massa.
- Propor medidas mitigadoras para o agravamento das feições erosivas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O Município de Paraíba do Sul (figura 1), localizado na região Centro-Sul fluminense, possui 41.084 habitantes e uma densidade demográfica de 70,77 hab/Km² de acordo com o IBGE (2010). Ainda de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município dispõe de um território de 571,188 Km², sendo inserida no bioma Mata Atlântica.

A área do município dispõe de um histórico preexistente de processos erosivos severos e incêndios; apresenta, predominantemente, formações em altos relevos e morros o que favorece a ocorrência de processos erosivos. Considera-se também o crescimento urbano e os projetos de construção civil para a ocorrência da erosão, uma vez que cortes de morro podem influenciar ativamente no aumento da declividade e fragilização do local. (Tucci 2001)

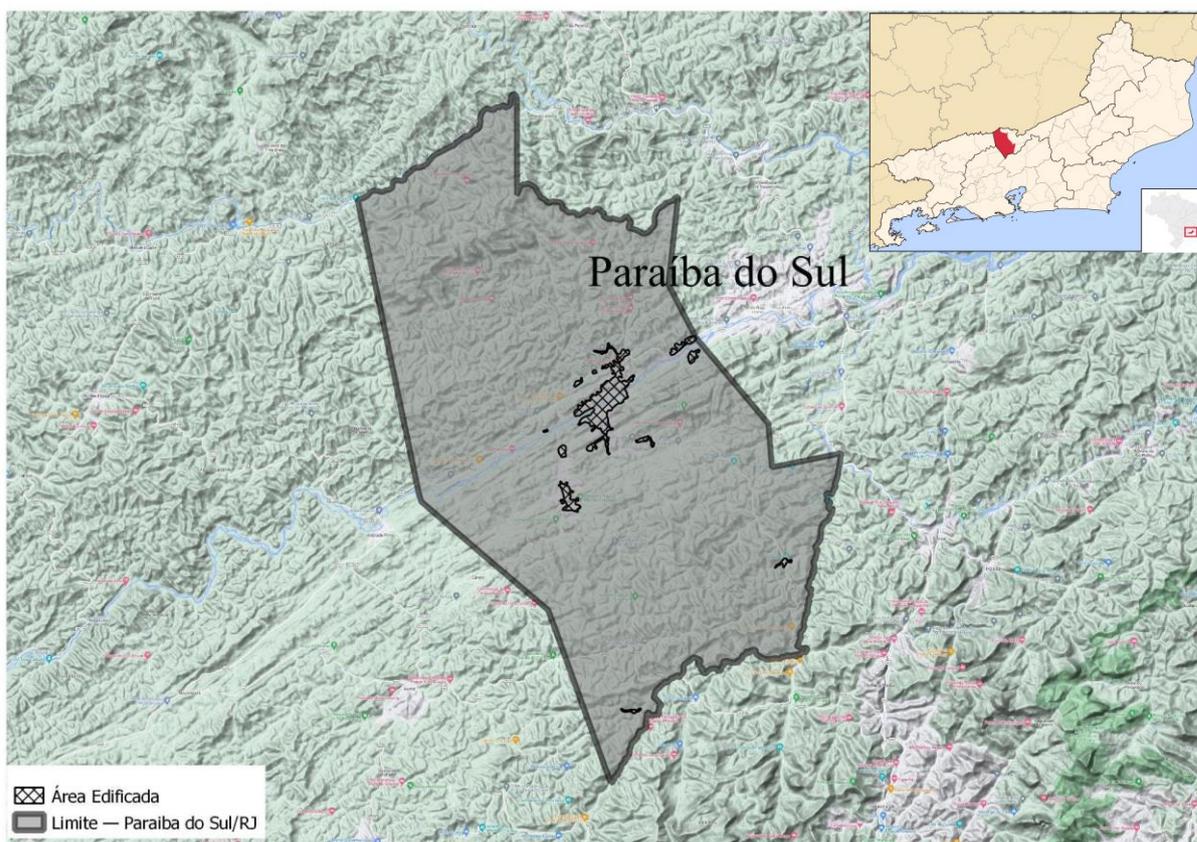


Figura 1: Localização do município de Paraíba do Sul no estado do Rio de Janeiro. (Fonte: IBGE, 2021)

2.2. MÉTODO

2.2.1 Mapas georreferenciados

1) Foi feita uma revisão bibliográfica sobre o tema em questão, analisando os pontos pertinentes ao atual estudo e paralelos à realidade do município.

2) Utilização do software Qgis, versão 3.14 para a elaboração e análise de dados espaciais através da confecção de mapas georreferenciados.

3) Posteriormente ao download do software supracitado, foi localizada a base de dados para a aplicação no estudo em portais como IBGE (Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística) E CPRM (Companhia De Pesquisa De Recursos Minerais). No site do IBGE foram obtidos os arquivos em shapefile referentes aos limites municipais, áreas edificadas, relevo e curvas de nível de Paraíba do Sul, os quais foram utilizados para delimitar o município e pontuar os 7 locais analisados nesse estudo.

4) Utilizando o arquivo shapefile das áreas edificadas de Paraíba do Sul, disponibilizado pelo IBGE (2018) e compilando esses dados com imagem de satélite do ano de 2023, foi elaborada uma malha atualizada da estrutura urbana edificada adicionando áreas antes não contempladas pelo shapefile.

2.2.2 Obtenção e análise de dados de feições erosivas e áreas de risco

Inicialmente, com o auxílio de imagens de satélite, do software Google Earth, do software Qgis (versão 3.14) foram identificadas as feições erosivas que representam grande risco potencial à população e ao patrimônio municipal em caso de escorregamento de massa ou deslizamento de terra, seja por motivo de circulação, acesso ao hospital, quantitativo populacional e/ou outras rotas de interesse. Em seguida foram realizadas visitas de campo por esses bairros visando reconhecer tais feições, bem como identificar outras feições não visíveis em imagens de satélite.

Através da análise do risco geológico e da vulnerabilidade de parcelas do município, foi possível evidenciar áreas sobre risco de maior impacto por feições erosivas e foram, então, selecionados sete locais dentro dos bairros visitados e feito um registro fotográfico das feições erosivas para posterior caracterização do tipo de feição erosiva, seus possíveis riscos e medidas mitigadoras. Foi elaborada uma planilha com estes pontos e essa foi projetada no software Qgis sob a malha edificada do município. O cálculo da área ocupada pela feição erosiva foi obtido através da elaboração de um polígono em imagem de satélite atualizada.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sete feições erosivas selecionadas, sobrepostas à imagem de satélite e a malha edificada do município de Paraíba do Sul são apresentadas na figura 2.



Figura 2: Mapa de pontos das feições erosivas analisadas no município de Paraíba do Sul/RJ.

A seguir é apresentada a descrição detalhada de cada feição erosiva, com sua localização e relação com os pontos de interesse no município, importantes para o funcionamento da cidade e o desenvolvimento das atividades cotidianas como rodovias e ferrovias, hospitais, etc. Cada ponto amostrado apresenta registros fotográficos autorais feitos em 2022 para análise de dados das feições erosivas encontradas na área e sua caracterização quanto ao tipo, tamanho médio e possíveis impactos da evolução dessas feições no ambiente ao entorno.

3.1 Caracterização da área e feições erosivas presentes e sua problemática.

Ponto 1:

O ponto 1 está localizado às margens da Avenida das Nações, logo após o portal de entrada da cidade, (Figura 3). É subdividido em pontos 1A e 1B, pois tratam-se de duas feições erosivas similares de pequeno porte. Esta avenida é de grande importância para o município uma vez que se encontra na entrada principal da cidade e dá acesso ao Hospital de Traumatologia e Ortopedia Dona Lindu, conhecido por sua importância no atendimento não só da população local como também da região. Ao redor da área afetada existe também um posto de gasolina e residências.

O avanço dos sedimentos advindos desse local ocasionando a obstrução da via e a interrupção do fluxo de veículos no local pode causar transtornos não só no fluxo de veículos de entram e saem diariamente da cidade, como também no fluxo de pacientes e urgências médicas.

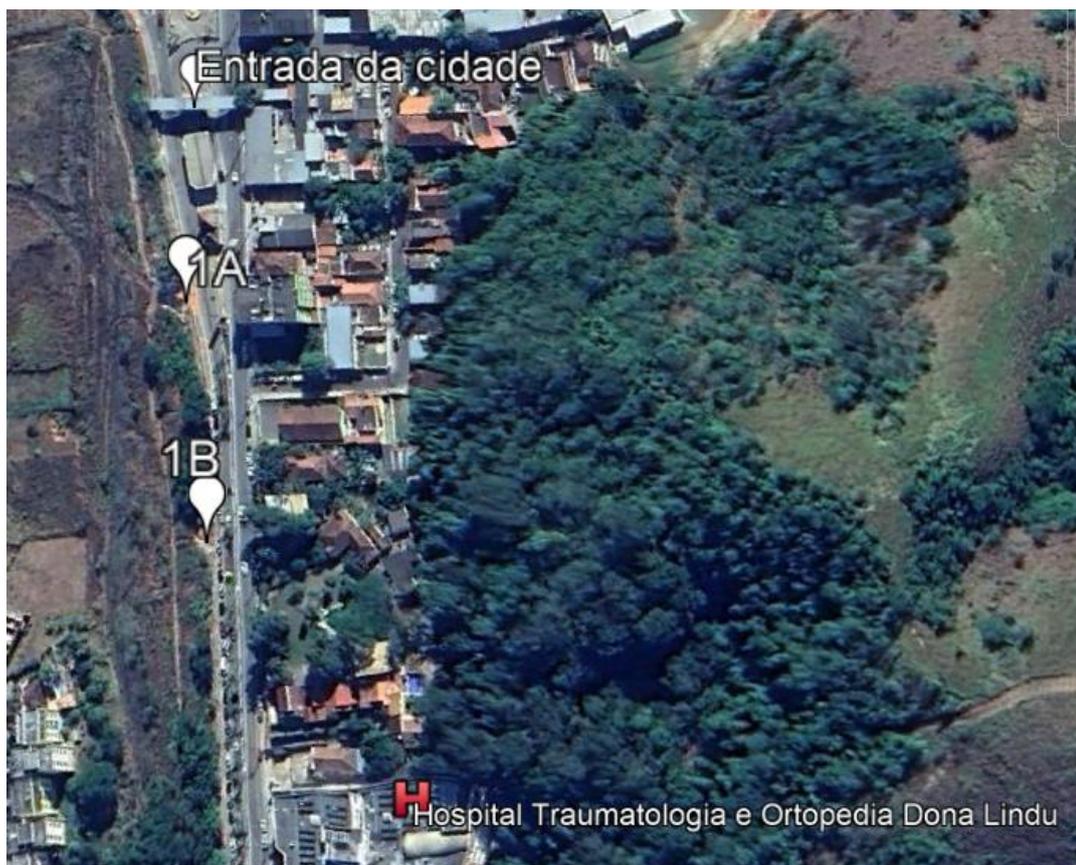


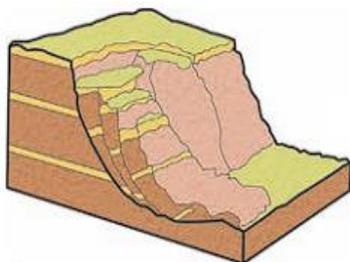
Figura 3: Ponto 1 (A e B), localizado na Av. das Nações, no município de Paraíba do Sul/ RJ. (Fonte: Modificado de Google Earth, 2022)

A feição erosiva 1A ocupa uma área de aproximadamente 143 m² e a feição erosiva 1B ocupa uma área de aproximadamente 43 m². Em ambos os locais se observa um deslizamento rotacional (ou circular) que se caracteriza por uma superfície de ruptura curva ao longo da qual se dá o movimento. Na figura 4, é possível observar a existência de solo espesso, homogêneo e argiloso.

Tominaga *et al.* (2009) ressaltam que o início do movimento rotacional é muitas vezes provocado pela execução de cortes na base desses materiais comum na implantação de uma estrada ou construção de edificações. Assim sendo, interpreta-se que as feições erosivas observadas ao longo da Avenida das Nações estão provavelmente associadas à implantação da mesma.

Ainda na figura 4 é possível observar a construção de muro no sopé da feição erosiva. Cabe ressaltar a natureza decorativa do muro, sem qualquer efeito para contenção do escorregamento de massa.

Para este, assim como para todas as feições descritas posteriormente, faz-se necessária a análise geotécnica através da contratação de um profissional da área para elaboração de obras de contenção e drenagem pluvial. Recomenda-se evitar movimentação de solo acima da feição ou qualquer outra intervenção que possa agravar a situação antes da realização das obras propostas pelo profissional; Obras de saneamento básico contemplando o direcionamento adequado da rede de esgoto das casas a montante do local sujeito a instabilidade são de grande importância, uma vez que a água é constituída como o principal agente intempérico.



DESASTRES NATURAIS. TOMINAGA, et al, 2009



Figura 4: Feição erosiva presente no ponto 1^a, na Avenida das Nações, no município de Paraíba do Sul/RJ, apresentando Movimento rotacional (2022)

Ponto 2:

Localizado ainda na Avenida das Nações, o ponto 2 (figura 5) se encontra a aproximadamente 450 m do ponto 1A. Dessa forma, o Hospital Dona Lindu se localiza entre os pontos 1B e 2A. Essa feição erosiva é subdividida em pontos 2A e 2B. Ambos os pontos se encontram na vertente leste do morro onde localiza-se o bairro Portal do Sol, sendo o ponto 2A localizado imediatamente abaixo do conjunto de prédios residenciais desse bairro e às margens da avenida e o ponto 2B acima da rua vicinal do bairro.



Figura 5: Ponto 2A e 2B e sua localização na Avenida das Nações, no município de Paraíba do Sul/ RJ, apresentando polígono de sua área. (Fonte: Modificado de Google Earth, 2022).

A feição erosiva 2A ocupava, em 2022, uma área de aproximadamente 5.300 m² e feição erosiva 2B ocupa uma área de aproximadamente 1.600 m². Em ambos os locais se observa um deslizamento rotacional de solo espesso, homogêneo e argiloso (Figura 6).



Figura 6: Feição erosiva do ponto 2A, na Avenida das Nações, no município de Paraíba do Sul/ RJ, apresentando movimento rotacional e deposição de sedimentos.

O ponto 2A consiste em uma feição larga e profunda que se estende desde o topo do morro até sua base, com presença de diversos sulcos e ravinas. O avanço desse escorregamento de massa deu origem a voçorocas, transportando toneladas de sedimentos que representam risco para a população que reside tanto sobre o morro como abaixo do mesmo (figura 7).



Figura 7: Voçorocas presentes no ponto 2ª, na Avenida das Nações, no município de Paraíba do Sul/ RJ.

Se por um lado o movimento rotacional do ponto 2A pode ter sua origem na execução do corte para a implantação da Avenida das Nações, por outro, a abertura da estrada vicinal do bairro Portal do Sol e os cortes para a construção de suas edificações parecem ter sido responsáveis pela ampliação da dimensão dessas feições.

Localizado na rua Vereador Marco Aurélio Bonfante, no bairro Portal do Sol, o ponto 2B encontra-se em uma curva de nível superior ao ponto 2A, sendo aqui considerada como a mesma feição erosiva agravada pela ampliação da malha urbana.

Juntos, as feições dos pontos 2A e 2B ganham maior amplitude, podendo causar a aceleração do movimento de massa e aumentando assim a distância que os sedimentos descolados dessa área poderiam chegar. A figura 8 apresenta uma imagem detalhada do ponto 2B com destaque para a suscetibilidade ao risco das edificações do bairro em relação à feição erosiva.



Figura 8: Ponto 2B, localizado na rua Vereador Marco Aurélio Bonfante, município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. (Fonte: Google Earth, 2022).

A figura 9 apresenta a formação de sulcos no ponto 2B e na figura 10 o surgimento de ravinas. As ravinas demonstram um grau já elevado de erosão, sendo causadas pela infiltração e lixiviação dos sedimentos em camadas mais fundas do solo, mais profundas do que os sulcos. Essas feições precedem a formação de voçorocas, como vistas no ponto 2A, localizado a poucos metros abaixo.



Figura 9: Feição erosiva do Ponto 2B, na Avenida das Nações, no município de Paraíba do Sul/ RJ.



Figura 10: Formação de ravinas no ponto 2B, na Avenida das Nações, no município de Paraíba do Sul/RJ.

É possível observar a evolução das feições erosivas 2A e 2B desde 2011 através de imagens disponíveis no Google Earth (Figura 11). Em setembro de 2011 já é possível observar as feições erosivas em estado menos avançado. Destaca-se ainda a presença de vegetação sobre o solo rotacionado da feição erosiva 2A, indicando um movimento recente.

Em maio de 2015 o processo erosivo encontrava-se estabilizado há quatro anos, entretanto em setembro de 2015 houve grande movimento de massa carreando o bloco rebaixado. A diferença entre as três imagens ressalta o caráter catastrófico e repentino dos eventos de escorregamento de massa.

A imagem de julho de 2016 demonstra ações de recuperação ambiental que surtem efeito nas em menos de um ano, entretanto, após as primeiras chuvas, novo evento de escorregamento acontece, como evidenciado em setembro do mesmo ano. Dessa forma, ressalta-se a importância da escolha adequada de medidas estruturais de contenção de encosta.

Por fim, a presença de vegetação em 2020 demonstra novamente a tentativa de recuperação ambiental da área. Tentativa essa novamente fracassada ao observarmos as imagens atuais que refletem novo avanço da feição erosiva.

Obras de engenharia para contenção de taludes, implantação de sistemas de drenagem e reurbanização de áreas envolvem alto custo e um projeto adequado faz-se necessário para evitar dispendiosos gastos recorrentes.



Figura 11: Localização do ponto 3. (Fonte: Google Earth, 2022)

Ponto 3:

O ponto 3 está localizado na Avenida das Nações ainda no bairro Portal do Sol, 100 metros a oeste do ponto 2A. Essa feição não é possível de ser identificada em imagem de satélite devido ao sombreamento da vegetação presente no local. Estima-se, visualmente, uma área de 30m² para a feição erosiva.

Encontra-se na principal via de acesso ao bairro estando paralelo à rua. Seu impacto está diretamente ligado à movimentação da população que se encontra alocada naquele bairro e à possível necessidade de evacuação da área em caso de movimentação e deslizamento de terra devido à influência do ponto 2. Ressalta-se, ainda, a restrição de acesso a serviços de emergência como bombeiros e defesa civil, impedindo assim a agilidade no processo de chegada e salvamento da população residente no bairro, além do risco imediato a estruturas próximas, como pode ser visto na figura 13 a existência de um muro paralelo à feição erosiva, aparentemente sem estrutura para suportar o impacto de um escorregamento de massa.



Figura 12: Localização do ponto 3, na Avenida das Nações, no município de Paraíba do Sul/ RJ. (Fonte: Google Earth, 2022)

A área apresenta vegetação rasteira (capim) com árvores esparsas. O escorregamento planar ou translacional, expõem o solo empobrecido. Formam-se, então, superfícies de ruptura

associadas à heterogeneidade do solo e descontinuidades mecânicas da geomorfologia do solo (figura 13). Para a mitigação do problema, a drenagem correta de água da chuva e a cobertura do solo com vegetação são altamente recomendados, com o auxílio de um profissional geotécnico, a medida de contenção por meio de projeto de reflorestamento adequado também é uma alternativa.



Figura 13: Feição erosiva do Ponto 3, na Avenida das Nações, no município de Paraíba do Sul/ RJ.

Ponto 4:

O ponto 4 encontra-se no Bairro Parque Morone, na rua Venezuela (figura 14). Localiza-se numa rua acima de pontos importantes do bairro, e do município, como a rodoviária responsável por transportes intermunicipais e interestaduais de grandes distâncias sendo sede de empresas de ônibus que disponibilizam serviços de transporte a cidades como Rio de Janeiro, e uma sede do Detran. Há, ainda, abaixo do ponto amostrado o posto de saúde do bairro e uma escola municipal de ensino primário até o fundamental. Possuindo área aproximada de 713m², a movimentação de massa advinda do ponto 4 impactaria diretamente os locais mencionados anteriormente.



Figura 14: Ponto 4, localizado na rua Venezuela, Parque Morone, no município de Paraíba do Sul/ RJ. (Fonte: Google Earth, 2022).

Neste ponto é possível identificar, como exposto na figura 15, a existência de solo exposto, sem cobertura, espesso, homogêneo e argiloso com o avanço de ravinas no relevo, estruturando um solo com muitos veios de grande espessura, teoricamente carreando muito sedimento e possível desenvolvimento de voçorocas futuramente. Ressalta-se que a área costuma ser alvo de queimadas periódicas, como pode ser visto na figura 14 nos arredores do ponto, aumentando a fragilidade do solo e impedindo o surgimento de vegetação secundária e duradoura, em fases mais avançadas de constituição para auxiliar a renovação e fixação do terreno, uma vez que o que pode ser visto na figura 15 são espécies pioneiras, em primeiro estágio. Faz-se necessário o impedimento e a fiscalização das queimadas existentes na região e a projeção de um programa de recuperação para a área degradada, com possível reflorestamento e contenção, afim de propor um uso alternativo para a área onde seja possível, também, cessar a erosão.



Figura 15: Feições erosivas do Ponto 5, localizado na rua Venezuela, Parque Morone, no município de Paraíba do Sul/ RJ.

Ponto 5:

Situado dentro da área do condomínio residencial Vale da Lua, na Cerâmica D'Angelo, o ponto 5 (figura 16) está inserido na parte mais alta do condomínio, sendo cercado por aproximadamente 80 lotes residenciais, sendo entre estes alguns já vendidos e edificadas e outros ainda a venda; A feição encontrada estende-se por 3.512 m², no topo do morro mais alto do condomínio e tendo área de impacto diretamente abaixo, onde estão localizadas as residências e os demais lotes.



Figura 16: Ponto 5, localizado no Condomínio Vale da Lua- Cerâmica D'Angelo, no município de Paraíba do Sul/ RJ.

Exemplificando a feição erosiva presente no ponto 5 as figuras 17, 18 e 19 mostram erosão laminar, sendo responsável pela remoção da cobertura do solo e favorecendo a compactação do mesmo, impedindo a infiltração da água e, portanto, acarretando na escolha de um caminho preferencial para o escoamento da água que acaba por desenvolver sulcos na formação ao longo de toda a extensão supracitada que, posteriormente, podem se desenvolver em ravinas e, então, em voçorocas. O local ainda é alvo de queimadas frequentemente, impedindo o desenvolvimento de vegetação. Recomenda-se aplicação de medidas com o intuito

de cessar a drenagem, como a realização de um projeto de reflorestamento compatível com a instalação do condomínio e o local desejado, realizado por um profissional competente.



Figura 17: Feição erosiva presente no ponto 6, localizado no Condomínio Vale da Lua- Cerâmica D'Angelo, no município de Paraíba do Sul/ RJ.



Figura 18: 2ª imagem de erosão presente no ponto 6, localizado no Condomínio Vale da Lua- Cerâmica D'Angelo, no município de Paraíba do Sul/ RJ..



Figura 19: Exemplo de feição erosiva ao longo da extensão do ponto 6, localizado no Condomínio Vale da Lua- Cerâmica D'Angelo, no município de Paraíba do Sul/ RJ.

Ponto 6:

O ponto 6 encontra-se estabelecido na ferrovia que passa entre as ruas Zoello Sola e Av. Irmãos Spino no Centro de Paraíba do Sul (figura 20) sendo estimada área no valor de 30m². A ferrovia citada é responsável pelo transporte de minério de ferro de Minas Gerais ao porto de Itaguaí. O impacto direto da feição erosiva sobre a ferrovia acarreta diretamente a economia do Brasil, uma vez que impede o fluxo de carga e, assim, influencia negativamente a exportação de matéria prima realizada pelo porto.

Para além, voltando o foco às residências localizadas diretamente acima da feição abordada, estas reforçam a importância de remediar o impacto da erosão presente no local pela segurança da população local.

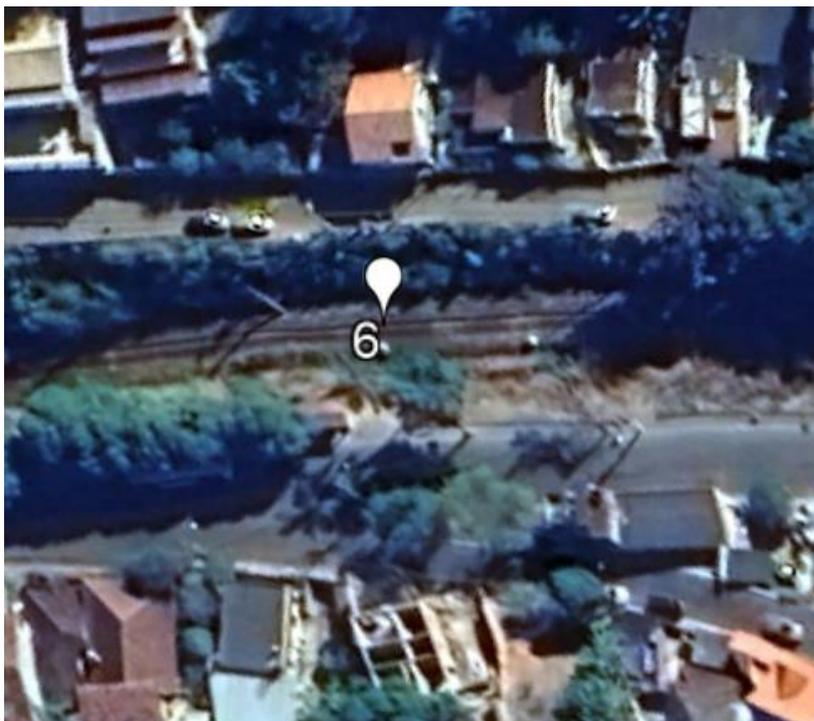


Figura 20: Ponto 6, localizado na ferrovia que corta Paraíba do Sul.

Na feição identificada no ponto 6, pode-se caracterizar a ocorrência de erosão laminar com a lixiviação de pequena parcela de sedimentos componentes do relevo, exemplificados na figura 21.



Figura 21: Feição erosiva presente no ponto 6, localizado na ferrovia que corta Paraíba do Sul, entre as ruas Zoello Sola e Av. Irmãos Spino .

Ponto 7:

O ponto 7 encontra-se localizado na principal via de acesso ao bairro Liberdade, Av. Prefeito Bento Gonçalves Pereira (figura 22). Nela estima-se que a feição erosiva apresenta cerca de 40m². Evidencia-se a problemática do bloqueio da via, impedindo a movimentação tanto de pedestres quanto de automóveis; o caminho interditado acarretaria a mudança de fluxo de carros pela outra saída mais próxima do bairro que sofre com alagamentos severos em períodos de fortes chuvas e atrasaria unidades de socorro e assistência como bombeiros, e pronto socorro à população imediatamente em risco. Como medidas de remediação da feição erosiva são recomendadas práticas como: Drenagem adequada da água da chuva, construção de um muro de arrimo e o saneamento básico com correto direcionamento da rede de esgoto das casas à montante da feição.

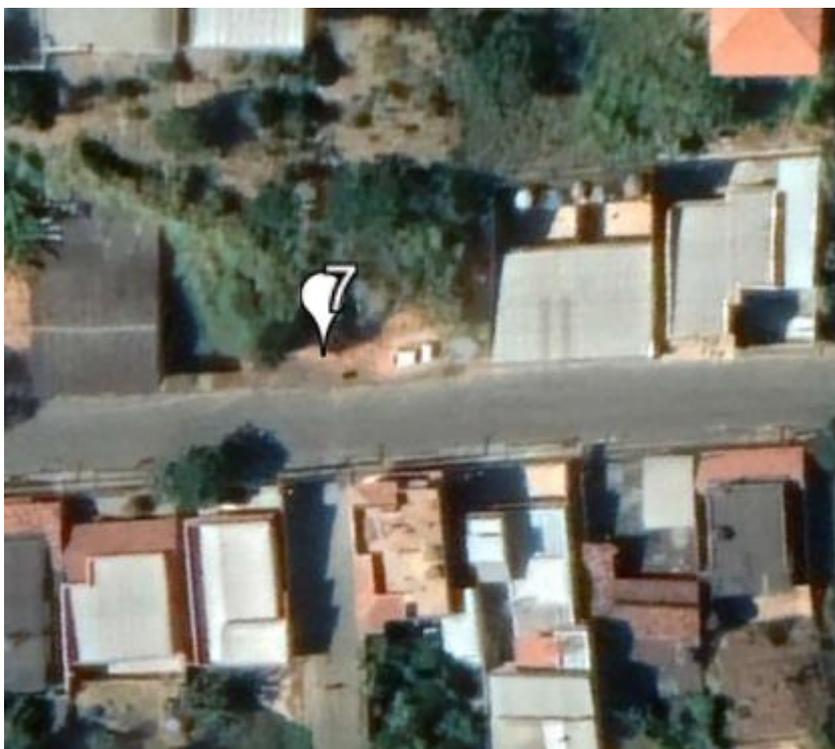


Figura 22: Ponto 7, localizado no bairro Liberdade, Avenida Prefeito Bento Gonçalves, no município de Paraiba do Sul/ RJ.

A feição erosiva apresenta sinais de escorregamento translacional, com a formação de superfícies de ruptura associadas a discontinuidades mecânicas da geomorfologia do solo e a existência de uma voçoroca aparente no local (figuras 23 e 24). Ressalta-se que a vegetação que

compõe o local é caracterizada por vegetação arbustiva, ou seja, não sendo aconselhadas recuperação de solo e contenção de deslizamentos.



Figura 23: Feição erosiva presente no ponto 7, localizado no bairro Liberdade, Avenida Prefeito Bento Gonçalves, no município de Paraíba do Sul/ RJ.



Figura 24: Evidenciação da voçoroca encontrada no ponto 7, localizado no bairro Liberdade, Avenida Prefeito Bento Gonçalves, no município de Paraíba do Sul/ RJ.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, a erosão é um problema sério que pode ter um impacto significativo no meio ambiente e na vida humana. A erosão pode causar perda de solo fértil, degradação da qualidade da água, aumento do risco de inundações e deslizamentos de terra e danos à infraestrutura e propriedade. Os efeitos negativos da erosão também podem ter impactos econômicos e sociais, pois a terra fértil se torna menos produtiva e as comunidades são forçadas a se mudar.

A análise das feições erosivas 1A à 2B demonstram que o corte de estrada feito para a implantação da Avenida das Nações desestabilizou a encosta às suas margens. Trata-se de um antigo problema ampliado pela expansão urbana da cidade. Sendo assim, pelo tamanho da área instável faz urgente e necessário a contratação de um geotécnico para elaboração de projeto adequado de contenção de encosta, com construção de muro de arrimo dimensionado para as forças atuantes, bem como projeto adequado de drenagem de águas pluviais. É necessário evitar a movimentação de solo no bairro Parque do Sol antes da execução do projeto, sob pena de novos eventos de fluxo de massa. Além disso, é urgente que o bairro seja contemplado com obras de saneamento básico que direcionem corretamente a rede de esgoto das casas à montante para uma estação de tratamento. Tanto as águas pluviais, quanto os efluentes residenciais constituem um peso a mais capaz de desestabilizar essa encosta; causando potencial risco de perda material e humana.

A análise da evolução da feição erosiva do ponto 2, em especial entre os anos de 2011 e 2015, ressalta o caráter catastrófico e repentino dos eventos de escorregamento de massa. Enquanto que a análise do segundo evento erosivo ocorrido entre julho e setembro do ano seguinte demonstra a importância da escolha adequada de medidas estruturais efetivas para a contenção de encosta.

Portanto, é crucial tomar medidas para mitigar a erosão e prevenir seus efeitos negativos. Ao implementar políticas públicas que visem estudar, acompanhar e, sobretudo prevenir a ocorrência ou o agravamento de feições erosivas no município através de práticas como conservação do solo, manejo da vegetação, estruturas de contenção, mantas de controle de erosão, reflorestamento, proteção de margens de rios, medidas de controle de sedimentos e culturas de cobertura, aplicação de projetos de drenagem adequados a cada situação abordada

nas diferentes parcelas do município, podendo, então, reduzir o impacto da erosão e preservar a integridade do ambiente.

Existem várias maneiras de mitigar a erosão como: práticas de conservação do solo: plantar vegetação como árvores, arbustos e gramíneas do tipo Capim Vetiver, por exemplo, seguindo projeto estruturado por profissional competente da área, sendo assim, uma das soluções para contenção de talude, e estabilização de terreno, podendo ajudar a reduzir a erosão causada pela vazão d água; estruturas de contenção, projetadas seguindo as orientações de um profissional especializado em feições erosivas, como um geotécnico, como: construção de muros de contenção, barragens e outras estruturas, pensadas exclusivamente pelo profissional para as áreas específicas, pode ajudar a prevenir a erosão do solo, retendo o solo e direcionando o fluxo de água; mantas de controle de erosão, sendo coberturas temporárias ou permanentes feitas de materiais biodegradáveis que são colocadas sobre o solo para reduzir a erosão, desde que estudadas as possibilidades e efeitos de sua aplicação por profissional competente; Sendo importante observar que o método mais eficaz de mitigar a erosão varia de acordo com as condições específicas do local e o tipo de erosão que está sendo tratado. Uma combinação de diferentes técnicas pode ser necessária para alcançar os resultados desejados.

Diante desses fatos, é importante reconhecer os perigos da erosão e a importância de mitigar seus efeitos. Ao analisar os aspectos relacionados não só à erosão, mas diversos desastres, é possível proteger nossas comunidades, bens materiais e recursos naturais e, assim, garantir um futuro sustentável.

5. REFERÊNCIAS

Castro, JMG (2006) Pluviosidade e movimentos de massa nas encostas de ouro preto. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Guerra AJT, Cunha SB (1994) Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro (RJ): Bertrand Brasil, p. 149-209, 1994.

Guimarães, STL, Junior SC, Godoy MBR, Tavares AC (2012) Gestão de áreas de Riscos e Desastres Ambientais. IGCE/UNESP/RIO CLARO Programa de Pós-Graduação em Geografia – IGCE ALEPH – Engenharia e Consultoria Ambiental KARMEL – Centro de Estudos Integrados. 1ª Edição.

Instituto De Pesquisas Tecnológicas - IPT. 1986. Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe – Paranapanema. São Paulo. 6 V. (IPT. Relatório, 24 739). (CP; ME).

Leite OC, Orlando PHK, Viola MR (2016) Mapeamento De Feições Erosivas Lineares Em Três Ranchos (GO). Espaço em Revista ISSN: 1519-7816 v. 18, n. 2, jul./dez. 2016. p. 100-110.

Meis MRM, Silva JX (1968) Considerações Geomorfológicas a propósito dos movimentos de massa ocorridos no Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Geografia.

Parizzi, MG. (2014) Desastres Naturais induzidos e o risco urbano. Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.

PROIN/CAPES e UNESP/IGCE. 1999. Material Didático: arquivos de transparências (CD). Rio Claro: Departamento de Geologia Aplicada.

Santos EO, Falcão NAM, Lima JVA (2022). Deslizamento de encostas urbanas: consequências e implicações sociais, ambientais e políticas, em Viçosa/AL, Brasil. Periódico DiversitasJournal. Volume 5, Número 3 (jul./set. 2020) pp: 1859-1886.

Silva LFTC, Castro UN, Guerra AJT, Lima FS, Mendes SP, Bezerra JFR (2012) Degradação Ambiental Em Áreas Destinadas À Pecuária Na Sub-Bacia Hidrográfica Do Rio Sana, Macaé – RJ. Artigo da Revista de Geografia (UFPE) V. 29, No. 1, 2012.

Tominaga LK, Santoro J, Amaral R (2009) Desastres Naturais conhecer para prevenir. Livro. Instituto Geológico Secretaria do Meio Ambiente Governo do Estado de São Paulo. 1ª Edição.

Tucci CEM (2001) Gerenciamento da Drenagem Urbana. Instituto de Pesquisas Hidráulicas- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/99/6137a1ef8fc1c04f81a9a6b46a3093dd_c80b83451c8ed0911a8b63bc1f8850cd.pdf Acesso em: 11 de março de 2023.

Valencio N, Siena M, Marchenzini V, Gonçalves JC (2009) SOCIOLOGIA DOS DESASTRES CONSTRUÇÃO, INTERFACES E PERSPECTIVAS NO BRASIL. Versão eletrônica. São Carlos: Rima Editora, 2009.

Vieira, AFG. Definições, classificações e formas de voçorocas. Anais do IV SINAGEO, São Luís- MA, p. 105-106, 2002. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/4/1/13.pdf> Acesso em: 22 de abril de 2022.