



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DAIANE RIBEIRO NUNES

**INVENTÁRIO DE MOVIMENTOS DE MASSA DO MUNICÍPIO DE CASTELO,
ESPÍRITO SANTO.**

**VITÓRIA
2023**

DAIANE RIBEIRO NUNES

**INVENTÁRIO DE MOVIMENTOS DE MASSA DO MUNICÍPIO DE CASTELO,
ESPÍRITO SANTO.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, sob a orientação do professor Dr. Eberval Marchioro.

**VITÓRIA
2023**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

N972i Nunes, Daiane Ribeiro, 1982-
Inventário de Movimentos de Massa do Município de Castelo, Espírito Santo. / Daiane Ribeiro Nunes. - 2023.
137 f. : il.

Orientador: Eberval Marchioro.
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

1. Deslizamentos. 2. Escorregamentos. 3. Geomorfologia. I. Marchioro, Eberval. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais. III. Título.

CDU: 91



Programa de Pós-Graduação em Geografia
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – ATA Nº 192 – 28/02/2023

Aos vinte e oito dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte e três, em sessão pública, às 14h, por webconferência, conforme Portaria Normativa nº 08, da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação/UFES de 01 de julho de 2021, reuniu-se a Comissão Examinadora de Defesa de dissertação de mestrado, do Programa de Pós-Graduação em Geografia, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. Eberval Marchioro - UFES (Orientador e Presidente da Sessão), Profª. Drª. Fabrícia Benda de Oliveira – UFES (Examinadora Interna) e Prof. Dr. Antônio José Teixeira Guerra – UFRJ, (Examinador Externo), para a apresentação da defesa da dissertação do discente **Daiane Ribeiro Nunes**, intitulado **"Inventário de Movimentos de Massa do Município de Castelo, Espírito Santo."**. Finalizada a apresentação, o Presidente passou a palavra aos examinadores, que procederam à arguição do candidato. Ao final, a Comissão, em sessão reservada, deliberou pela **APROVAÇÃO** da referida dissertação nos termos do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Geografia e alertou que o aprovado somente terá direito ao título de Mestre após entrega da versão final de sua dissertação, em meio digital, à Secretaria do Programa. Encerrada a sessão, eu, Prof. Dr. Eberval Marchioro, presidente da Comissão Examinadora, lavrei a presente ata que vai assinada por mim e pelos demais componentes da Comissão.

Documento assinado digitalmente
gov.br EBERVAL MARCHIORO
Data: 01/03/2023 12:21:34-0300
Verifique em <https://verificador.it.br>

Prof. Dr. Eberval Marchioro (UFES)
Orientador e Presidente da Sessão

Documento assinado digitalmente
gov.br FABRÍCIA BENDA DE OLIVEIRA
Data: 01/03/2023 14:48:15-0300
Verifique em <https://verificador.it.br>

Profª. Drª. Fabrícia Benda de Oliveira (UFES)
Examinador Externo

Prof. Dr. Antônio José Teixeira Guerra (UFRJ)
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Durante os anos de mestrado, estudo, esforço, empenho e colaborações foram indispensáveis para a execução deste estudo. Estudo este que só foi possível com o apoio de várias pessoas, a quem dedico especialmente os agradecimentos.

Agradeço à Deus, que em anos epidêmicos, abençoou a mim e aqueles que me eram próximos com saúde, o que contribuiu para que as angústias das incertezas fossem tranquilizadas, e assim meus estudos pudessem ter continuidade.

Ao meu orientador, Professor Dr. Eberval Marchioro, que me acompanha desde os tempos da graduação. Foi o seu entusiasmo e profissionalismo que me despertaram para o mundo da geomorfologia. Obrigada por todo conhecimento compartilhado! Agradeço a sua orientação dedicada ao longo desta trajetória, que muito contribuiu para enriquecer, passo a passo, todas as etapas desta pesquisa.

Aos meus colegas de Laboratório de Monitoramento e Modelagem de Sistemas Ambientais (LAMOSA), especialmente a Juliana Mendes Frechiani pela colaboração, conselhos e conversas.

Ao Professor Dr. Antônio José Teixeira Guerra, foi uma alegria ter a oportunidade de me tornar sua aluna e hoje poder dizer que somos colegas de área. Obrigada por todo conhecimento compartilhado.

À minha família, em especial minha Mãe, meu esposo Elcio, minhas filhas Eloah e Ayla por todo o incentivo e colaboração. Amo muito vocês!

E por fim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Try not. Do... or do not. There is no try.”
(Não tente. Faça... ou não faça. Não há
tentativa.)

Mestre Yoda - *Star Wars*

RESUMO

Este estudo tem por finalidade criar um inventário e analisar a espacialidade e temporalidade dos dados de movimentos de massa ocorridos no município de Castelo, Espírito Santo, contribuindo para nortear futuras ações de planejamento para mitigar ou diminuir a incidência desse tipo de evento. Para a realização deste trabalho, optou-se pela utilização do método tradicional de inventário, por meio de análise de arquivos históricos, jornalísticos, publicações científicas, relatórios técnicos e decretos de Defesa Civil Municipal e Estadual e identificação em campo com registro fotográfico das áreas das cicatrizes dos eventos de movimentos de massa ocorridos no município no período de 1983 a 2022. Entre os agentes condicionantes identificados neste estudo, podemos pontuar alguns exemplos que levaram à deflagração dos movimentos de massa. A chuvas acumuladas foram relacionadas a cerca de 84% dos eventos de movimentos de massa; 82,3% dos eventos ocorreram em declividades acima de 20 a 45%, do relevo forte ondulado, 98,7% das ocorrências localizam-se nas unidades geomorfológicas do Maciços do Caparaó I e II, caracterizando-se por um modelado intensamente dissecado; 61,9% ocorrerem nas proximidades de falha transcorrente sinistral e/ou lineamentos estruturais: traços de superfície S. 61, 9% dos eventos, 49,7% foram correspondentes a escorregamentos planares e 12,2% corresponderam a queda de blocos: rolamento. 38,1% dos movimentos de massa registrados não ocorreram nas proximidades de lineamentos demarcados na escala supracitada. Quanto a hipsometria, verificou-se que 59,5% dos eventos variam em altitudes de 100 a 300m, 14,2% em altitudes de 300 a 500m, 11,9% em altitudes de 500 a 700m e 14,2% dos eventos variam em altitudes de 700 a 900m. 79% ocorreram em áreas que sofreram modificações antrópicas, 66% se encontravam em área urbana, evidenciando a falta de planejamento territorial de ocupação e expansão urbana.

Palavras-chave: Deslizamentos. Escorregamento. Geomorfologia.

ABSTRAT

This study aims to create an inventory and analyze the spatiality and temporality of mass movements data that occurred in the municipality of Castelo, Espírito Santo, contributing to guide future planning actions to mitigate or reduce the incidence of this type of event. In order to carry out this work, it was decided to use the traditional method of inventory, through analysis of historical and journalistic archives, scientific publications, technical reports and decrees of Municipal and State Civil Defense and identification in the field with photographic records of the areas of scars from the mass movements that occurred in the municipality from 1983 to 2022. Among the conditioning agents identified in this study, we can point out some examples that led to the outbreak of mass movements. Accumulated rainfall was related to about 84% of landslide events; 82.3% of the events occurred on slopes above 20 to 45%, of the strong wavy relief, 98.7% of the occurrences are located in the geomorphological units of Massifs of Caparaó I and II, characterized by an intensely dissected pattern; 61.9% occurred close to a sinistral transcurrent fault and/or structural lineaments: surface traces S. 61, 9% of the events, 49.7% corresponded to planar landslides and 12.2% corresponded to falling blocks: rolling . 38.1% of the recorded mass movements did not occur close to lineaments demarcated in the aforementioned scale. As for hypsometry, it was found that 59.5% of the events vary at altitudes from 100 to 300m, 14.2% at altitudes from 300 to 500m, 11.9% at altitudes from 500 to 700m and 14.2% of the events range in altitudes from 700 to 900m. 79% occurred in areas that underwent anthropic modifications, 66% were in urban areas, evidencing the lack of territorial planning for occupation and urban expansion.

Keywords: Landslides. Landships. Geomorphology.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Figura 1 - Queda de blocos: Deslocamento, ocorrido no dia 28 de janeiro de 2019 na localidade de Lembrança, Castelo/ES..... | 19 |
| Figura 2 - Classificação de Movimento de Massa | 23 |
| Figura 3 - Comparação entre algumas propostas brasileiras de classificação dos Movimentos de Massa..... | 24-25 |
| Figura 4 - Cercas inclinadas e tronco curvado da árvore devido ao rastejo, Castelo/ES..... | 26 |
| Figura 5 - Rastejo (<i>creep</i>): modelo de rastejo de solo, com os elementos indicativos do processo..... | 26 |
| Figura 6 - Corrida, Comunidade de Ubá, 2020, Castelo/ES..... | 27 |
| Figura 7 - Tipos de escorregamento..... | 27 |
| Figura 8 - Representação esquemática (A) e fotografia (B) de escorregamento circular/rotacional. Observar o plano de ruptura em forma côncava em A e cicatriz que corresponde ao afloramento do mesmo em B | 29 |
| Figura 9 - Representação esquemática (A) e fotografia (B) de escorregamento planar/translacional. Observar o plano de ruptura conforme indicado por seta (A) e cicatriz que corresponde à exumação do mesmo em (B)..... | 30 |
| Figura 10 - Escorregamento em Cunha | 30 |
| Figura 11 - Queda de Blocos..... | 31 |
| Figura 12 - Tombamento de Blocos..... | 31 |
| Figura 13 - Rolamento de Blocos..... | 32 |
| Figura 14 - Deslocamento..... | 32 |
| Figura 15 - Localização do Município de Castelo/ES..... | 42 |
| Figura 16 - Distribuição média anual de precipitação (mm) e temperaturas médias, máximas e mínimas (°C) em Castelo/ES..... | 44 |
| Figura 17 - Mapa Geológico do Município de Castelo/ES..... | 47 |
| Figura 18 - Mapa Geomorfológico do Município de Castelo/ES..... | 52 |
| Figura 19 - Mapa da Vegetação do Município de Castelo/ES..... | 54 |
| Figura 20 - Mapa Pedológico do Município de Castelo/ES..... | 56 |
| Figura 21 - Delimitação da sub bacia hidrográfica do Rio Castelo (SBHRC), ressaltando a localização do Rio Castelo e seus principais afluentes, Rio Caxixe e | |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Rio da Prata, assim como a zona urbana..... | 57 |
| Figura 22 - Fluxograma das etapas metodológicas..... | 62 |
| Figura 23 - Modelo de entrevista utilizado na pesquisa..... | 63-64 |
| Figura 24 - Tabela principal para cada registro de evento..... | 65-66 |
| Figura 25 - Tabela auxiliar a ser relacionada com a tabela principal..... | 67 |
| Figura 26 - Base de dados cartográficos utilizadas no presente trabalho..... | 69 |
| Figura 27 - Legenda representativa dos eventos de movimentos de massa organizados em décadas..... | 70 |
| Figura 28 - Classes de declividade que foram consideradas na análise..... | 71 |
| Figura 29 - Tipologia dos Movimentos de ocorridos no Município de Castelo/ES entre os anos de 1983 e 2022..... | 72 |
| Figura 30 - Mapa localizando as tipologias dos eventos de Movimentos de Massa ocorridos em Castelo/ES..... | 73 |
| Figura 31 - Distribuição dos eventos de Movimento de Massa em relação à média de precipitação mensal, Castelo/ES..... | 75 |
| Figura 32 - Relação entre a estrutura geomorfológica e a distribuição dos eventos de Movimentos de Massa ocorridos em Castelo/ES..... | 77 |
| Figura 33 - Estrutura geológica e distribuição dos Movimentos de Massa ocorridos no período de 1983 a 2022 de Castelo/ES..... | 79 |
| Figura 34 - Foto A: Queda de blocos: rolamento, Rodovia Pedro Cola km 30, Castelo/ES, 2020. Foto B: Queda de blocos: deslocamento, Localidade de Pedreira, Castelo/ES, 2022..... | 80 |
| Figura 35 - Distribuição dos eventos de movimentos de Massa ocorridos em Castelo/ES em sua declividade..... | 81 |
| Figura 36 - Distribuição dos eventos de Movimentos de Massa na hipsometria de Castelo/ES no período de 1983 a 2022..... | 83 |
| Figura 37 - Movimento de Massa ocorrido em área de ações antrópicas..... | 84 |
| Figura 38 - Distribuição dos eventos de movimentos de massa de Castelo/ES no período de 1983 a 2022 espacializados sobre o mapa de uso e cobertura da terra 2012/15..... | 85 |

LISTA DE SIGLAS

- AHP – Processo Hierárquico Analítico (*Analytic Hierarchy Process*).
- AW – Clima Tropical Úmido.
- BHRI – Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim.
- COMPDEC – Coordenadoria Municipal de Proteção à Defesa Civil de Castelo/ES.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais.
- DEMs – Modelos Digitais de Elevação.
- EHIS – Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- EM-DAT – Banco de Dados Internacional de Desastres (*International Disaster Database*).
- ES – Espírito Santo.
- G1 ES – Portal de notícias da Central Globo de Jornalismo no Espírito Santo.
- GEOBASES – Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo.
- GIS – Sistema de Informações Geográficas.
- GPS – Sistema de Posicionamento Global.
- HCS – Região Hidrográfica Costeira do Sudeste.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- ICL – Consórcio Internacional sobre Movimentos de Massa (*International Consortium on Landslides*).
- IDNDR – Década Internacional de Redução de Desastres Naturais.
- IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente.
- IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves.
- INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
- IPL – Programa Internacional de Movimentos de Massa (*International Program on Landslides*).
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.
- LiDAR – Detecção e Variação da Luz.
- MBH – Micro Bacia Hidrográfica.
- MDE – Modelo Digital de Elevação.
- MDS – Modelo Digital de Superfície.
- MEc – Massa equatorial continental.

MEc – Massa equatorial continental.

MG – Minas Gerais.

MPa – Massa polar atlântica.

MPa – Massa polar atlântica.

MTa – Massa tropical atlântica.

MTa – Massa tropical atlântica.

MTc – Massa tropical continental.

ONU – Organização das Nações Unidas.

PDM - Plano Diretor Municipal de Castelo.

RADAMBRASIL - Projeto Radar da Amazônia

RRD - Ações de Redução de Risco

SAR – Radares de Abertura Sintética.

SBHRC – Sub Bacia Hidrográfica do Rio Castelo.

SHALSTAB – Modelo de Estabilidade de Talude Raso (*Shallow Slope Stability Model*)

SINMAP – Mapeamento do Índice de Estabilidade (*Stability Index Mapping*).

TRIGRS – Infiltração de precipitação transitória e Regional baseado em Grade (*Transient Rainfall Infiltration and Grid-based Reguinal*).

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo.

UNDRO – Programa de Mitigação de Desastres das Nações Unidas (*United Nations Disaster Relief Organization*).

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

VANTs – Veículos Aéreos Não Tripulados.

WP/WLI – Grupo de Trabalho do Inventário Mundial de Deslizamentos.

ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul.

ZCO - Zonas Comerciais e de Serviços.

ZEIS 1 – áreas públicas ou particulares com assentamentos irregulares e clandestinos ocupados pela população de baixa renda, significativamente precários.

ZEIS 2 – áreas públicas ou particulares com assentamentos irregulares ou clandestinos ocupados por população de baixa renda, com atendimento parcial das demandas.

ZEIS 3 – imóveis públicos ou particulares edificados ou não, não utilizados.

ZEIS– Zonas Especiais de Interesse Social.

ZEITA – Zonas Especiais de Interesse turístico-ambiental.

ZEPP – Zonas Especiais de Proteção Permanente.

ZIN - Zonas Industriais.

ZM – Zonas Mistas.

ZOR – Zona de Ocupação Restrita.

ZR - Zonas Residenciais.

ZRU1– Zonas Rurais urbanizadas.

ZRU2 – Zonas Rurais não urbanizadas.

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 17 |
| 2. OBJETIVOS | 20 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 20 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 20 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 21 |
| 3.1 TERMINOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE MASSA | 21 |
| 3.2 FATORES CONDICIONANTES DOS MOVIMENTOS DE MASSA | 33 |
| 3.3 INVENTÁRIO DE MOVIMENTOS DE MASSA | 36 |
| 3.4 DEFESA CIVIL CASTELO/ES | 39 |
| 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 41 |
| 4.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA | 41 |
| 4.2 CLIMA | 43 |
| 4.3 GEOLOGIA | 44 |
| 4.4 GEOMORFOLOGIA | 49 |
| 4.5 VEGETAÇÃO | 51 |
| 4.6 SOLOS | 53 |
| 4.7 HIDROLOGIA | 55 |
| 4.8 USO E COBERTURA DA TERRA | 56 |
| 5 METODOLOGIA | 59 |
| 5.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 61 |
| 5.2 INVESTIGAÇÃO, ANÁLISE E REVISÃO DE ARQUIVOS HISTÓRICOS | 62 |
| 5.2.1 Estruturação do Banco de Dados | 65 |
| 5.2.2 Classificação dos Eventos de Movimentos de Massa | 66 |
| 5.2.3 Verificação em Campo | 66 |
| 5.3 CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 66 |
| 5.4. INVENTÁRIO | 67 |
| 5.4.1 Caracterização dos Parâmetros Geomorfológicos | 68 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 70 |
| 6.1 INVENTÁRIO DOS MOVIMENTOS DE MASSA | 70 |
| 6.2 RELAÇÃO ENTRE OS MOVIMENTOS DE MASSA E A PRECIPITAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CASTELO/ES | 72 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.3 RELAÇÃO ENTRE OS MOVIMENTOS DE MASSA E O PARÂMETROS GEOMORFOLÓGICOS DO MUNICÍPIO DE CASTELO/ES..... | 73 |
| 6.4 USO E COBERTURA DA TERRA | 80 |
| 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 84 |
| REFERÊNCIAS..... | 86 |
| APÊNDICES..... | 99 |
| APÊNDICE A - Queda de Blocos: Rolamento - Morro do Niterói, Castelo/ES, 1983..... | 99 |
| APÊNDICE B - Escorregamento Planar, Pedra Lisa, Castelo/ES, 1987..... | 101 |
| APÊNDICE C - Escorregamento Circulares e Rastejo - Serra dos Monos - Rodovia Pedro Cola (ES 166), Castelo/ES, 2001..... | 103 |
| APÊNDICE D - Escorregamento Circulares e Rastejo - Serra dos Monos - Rodovia Pedro Cola (ES 166), Castelo/ES, 2009..... | 105 |
| APÊNDICE E - Queda de Blocos: Rolamento - Serra dos Monos, Rodovia Pedro Cola (ES 166), Castelo/ES, 2011..... | 109 |
| APÊNDICE F - Escorregamento Planar - Entroncamento das ruas Alcino Rangel com a Rodovia Pedro Cola (ES-166), Castelo/ES, 2012..... | 111 |
| APÊNDICE G - Escorregamento Planar - Bairro Nossa Senhora Aparecida, Castelo/ES, 2013..... | 113 |
| APÊNDICE H - Escorregamento Planar – Rodovia Pedro Cola -Km 30, Castelo/ES, 2013..... | 115 |
| APÊNDICE I - Queda de Blocos: Desplacamento – Lembrança, Castelo/ES, 2019..... | 117 |
| APÊNDICE J – Queda de Blocos: Rolamento, Morro Niterói, Castelo/ES, 2019..... | 121 |
| APÊNDICE K - Corrida, Queda de Blocos: Rolamento e Escorregamento Planares - Córrego do Ubá, Castelo/ES, 2020..... | 123 |
| APÊNDICE L - Escorregamento Planar, Rodovia Pedro Cola – Km 20, Castelo/ES, 2020..... | 126 |
| APÊNDICE M - Queda de Blocos: Rolamento - Rodovia Pedro Cola - Km 30, Castelo/ES, 2020..... | 128 |
| APÊNDICE N - Escorregamento Planar, Alto Chapéu, Castelo/ES, 2020..... | 131 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| APÊNDICE O - Escorregamento Planar, Mundo Novo, Castelo/ES, 2021..... | 134 |
| APÊNDICE P - Queda de blocos: Desplacamento, Pedreira, Castelo/ES, 2022..... | 136 |

1. INTRODUÇÃO

Movimentos de massa são processos geomorfológicos que atuam sobre o relevo, representando a busca do equilíbrio dinâmico ao longo do tempo, ocasionando problemas ambientais de magnitude e frequência sobre a paisagem.

Pode-se salientar que existem um conjunto de agentes condicionantes desses eventos de ordem natural como o Clima (intensidade, duração e frequência); geologia (substrato rochoso, falhamentos e lineamentos); Relevo (orientação, forma e comprimento da encosta); Hidrológicos (fluxo de águas Superficiais e Subsuperficiais; infiltração); Vegetação (estrutura, densidade, sistema radicular entre outros) e cobertura da terra (Tipos de ocupação urbana, densidade da ocupação; Agricultura; e Obras de engenharia) (VEDOVELLO; MACEDO, 2007).

Nas últimas décadas, os movimentos de massa têm sido acelerados pelas ações antrópicas, como por exemplo, o uso e ocupação desordenada das encostas, corroborando de forma imediata para perda de bens materiais e vidas humanas (SMALL; CLARK, 1982; ROSA; LACERDA, 1997; BERTOLINO *et al*, 2012).

O Brasil, por suas condições climáticas e grandes extensões de maciços montanhosos, está sujeito aos desastres associados aos movimentos de massa nas encostas (FERNANDES; AMARAL, 2019). A frequente ocorrência destes processos, no país, causa a deterioração de moradias, gerando muitas perdas econômicas com vítimas letais e aumentando, anualmente, o número de áreas de risco (LISTO *et al.*, 2021), que são mais frequentes nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste (TOMINAGA, 2009).

Segundo Brabb (1993) e Fernandes e Amaral (2019) a documentação e investigação de movimentos de massa são etapas fundamentais para a definição do modelo fenomenológico destes eventos. O registro busca garantir a catalogação dos processos ocorridos no passado e no presente para, assim, gerar dados de análises visando a previsão de deslizamentos no futuro, bem como servir de base para a modelagem física dos processos, facilitando o avanço do conhecimento sobre os mecanismos dos movimentos (BRABB, 1993; FERNANDES; AMARAL, 2019).

A avaliação da suscetibilidade a deslizamentos começa com a preparação de um mapa de inventário de deslizamento abrangente e realista, exibindo a localização,

extensão espacial, data de ocorrência e tipo de deslizamento (GUZZETTI *et al.* 2012; LISTO, 2021).

O inventário beneficia também a identificação da distribuição espacial dos movimentos de massa, serve como base para a produção de mapas de suscetibilidade e de risco de escorregamento, como também para prever a ocorrência de eventos futuros (PARISE, 2001; VAN WESTEN; CASTELLANOS; KURIAKOSE, 2008; LISTO, 2021).

Trabalhos como os de Amaral (1992), Reimer (2006) e Flach e Meurer (2017), desenvolvidos no Rio de Janeiro e no Rio Grande do Sul são exemplos de cadastro técnico de movimentos de massa, desenvolvido a partir do modelo proposto pelo Grupo de Trabalho do Inventário Mundial de Deslizamentos (WP/WLI, 1990). Este cadastro permite o acesso aos eventos de deslizamentos históricos que causaram danos consideráveis (FERNANDES; AMARAL, 2019).

Segundo Ross (2000) a Geografia e a Geomorfologia exclusivamente, são fundamentais no trabalho de inventariar e analisar o quadro ambiental, que é antes de mais nada um espaço, humanizado ou não, eminentemente geográfico. A realização de estudos visando diagnósticos ambientais, perpassa por uma série de mecanismos operacionais que possibilitam atingir resultados interpretativos, frutos da pesquisa técnico-científica.

No caso dos países, como o Brasil, verifica-se a falta de planejamento territorial de ocupação e expansão urbana, onde a ocupação rápida e desordenada das encostas para a construção de casas e ruas, sem as devidas infraestruturas de saneamento básico dimensionado para suportar o crescimento urbano, é a principal responsável pela ocorrência desses processos, que causa a morte de dezenas de pessoas (GRAEFF; GUERRA; JORGE, 2012).

Eventos recentes como o do dia 28 de janeiro de 2019, no qual um escorregamento de quedas de blocos: deslocamento ocorridos na localidade de Lembrança (Figura 1 e Apêndices I e P), interior de Castelo, provocou a interdição de 5 casas e o isolamento de 20 famílias devido a estrada ficar bloqueada (G1/ES, 2019), ressalta a necessidade do estudo desse tema, na intenção de prever esse tipo de evento e contribuir para a diminuição de danos a população vulnerável.

Figura 1: Queda de blocos: Desplacamento, ocorrido no dia 28 de janeiro de 2019 na localidade de Lembrança, Castelo/ES.



Fonte: Acervo Defesa Civil Castelo/ES (2019).

Movimentos de Massa como este, são evidências que o crescimento de áreas urbanizadas no município de Castelo, acompanham falta de planejamento territorial, falta de catalogação, classificação da atividade do evento, identificação das áreas suscetíveis ou de riscos, como também o monitoramento das áreas que sofreram com eventos de movimentos de massa.

Portanto, este estudo se propõe a elaborar um inventário dos movimentos de massa ocorridos no município de Castelo - ES, que servirá de base de dados na intenção de impulsionar formas de mitigar os impactos às populações vulneráveis aos desastres ambientais devido à falta de políticas públicas efetivas de planejamento territorial e ambiental.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Este estudo tem por finalidade elaborar um inventário e analisar a espacialidade e temporalidade dos movimentos de massa ocorridos no Município de Castelo, no Estado do Espírito Santo (ES), contribuindo para nortear futuras ações de planejamento para mitigar ou diminuir a incidência desse tipo de evento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os movimentos de massa que ocorreram no município de Castelo - ES no período de 1983 a 2022.
- Investigar e examinar as inter-relações de alguns parâmetros geomorfológicos (geologia, geomorfologia, declividade e hipsometria) para com os movimentos de massa.
- Identificar e avaliar as ações antropogênicas e os eventos de movimentos de massa.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 TERMINOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE MASSA

Desde os primeiros estudos de movimentos de massa existem controvérsias em relação à terminologia genérica aplicada e às diferentes formas de classificação dos mesmos. A grande variedade de terminologias e classificações de movimentos de massa deriva da grande variedade de materiais e processos envolvidos nos mesmos. A terminologia é vasta e cada autor usa termos semelhantes para caracterizar determinados processos (GUERRA, 2011 e 2014; EFFGEN, 2018).

Segundo Silveira (2008), na bibliografia internacional, os movimentos de solo e rocha são conhecidos e classificados como *landslides* pelos autores americanos, *landships* pelos ingleses, *mass movements* por alguns engenheiros geotécnicos e geomorfólogos, *slope movements* pela maioria dos engenheiros geotécnicos e *mass wasting* pela maioria dos geomorfólogos. Desses, talvez o mais empregado seja *landslide*, que em sua tradução para a língua portuguesa pode ser denominado por deslizamento e/ou escorregamento (NUMMER, 2003; SILVEIRA, 2008; GUERRA, 2011 e 2014; RIFFEL; GUASSELLI; BRESSANI, 2016).

Os movimentos de massa atuam esculpindo e modelando o relevo desde a origem da superfície da Terra (LISTO *et al.*, 2021). Consistem em um importante processo natural ou de origem antrópica que atua na dinâmica das vertentes, fazendo parte da evolução geomorfológica das encostas (TOMINAGA, 2009; FERNANDES; AMARAL, 2019; SOUZA; FRANCISCO, 2021).

Envolvem uma massa ou volume de solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente sob a ação direta da gravidade, que se desloca em conjunto a partir da contribuição de outro meio, como água ou gelo. Ocorre pela redução da resistência dos materiais de vertente e/ou pela indução do comportamento plástico e fluido dos solos por períodos de intensa precipitação pluvial e, inclusive, a atividade vulcânica. A água pode tornar o processo ainda mais catastrófico, mas não é necessariamente o principal agente desse processo geomorfológico (BRUNSDEN; PRIOR, 1984; SASSA, 1989; CRUDEN, 1991; SELBY, 1993; GOUDIE, 1995; JATOBÁ; LINS, 1998; GUERRA, 2008; TOMINAGA, 2009; GUERRA; JORGE, 2013; EFFGEN, 2018; LISTO *et al.*, 2021).

Os primeiros estudos voltados para Movimentos de Massa, surgiram entre 1875 e 1910 e tinham como base a atuação da força da gravidade de forma direta (ex. quedas de blocos), ou indireta, com a contribuição da água, do vento e do gelo (ex. avalanches) (SHARPE, 1938; VIEIRA, 2007; LISTO *et al.*, 2021).

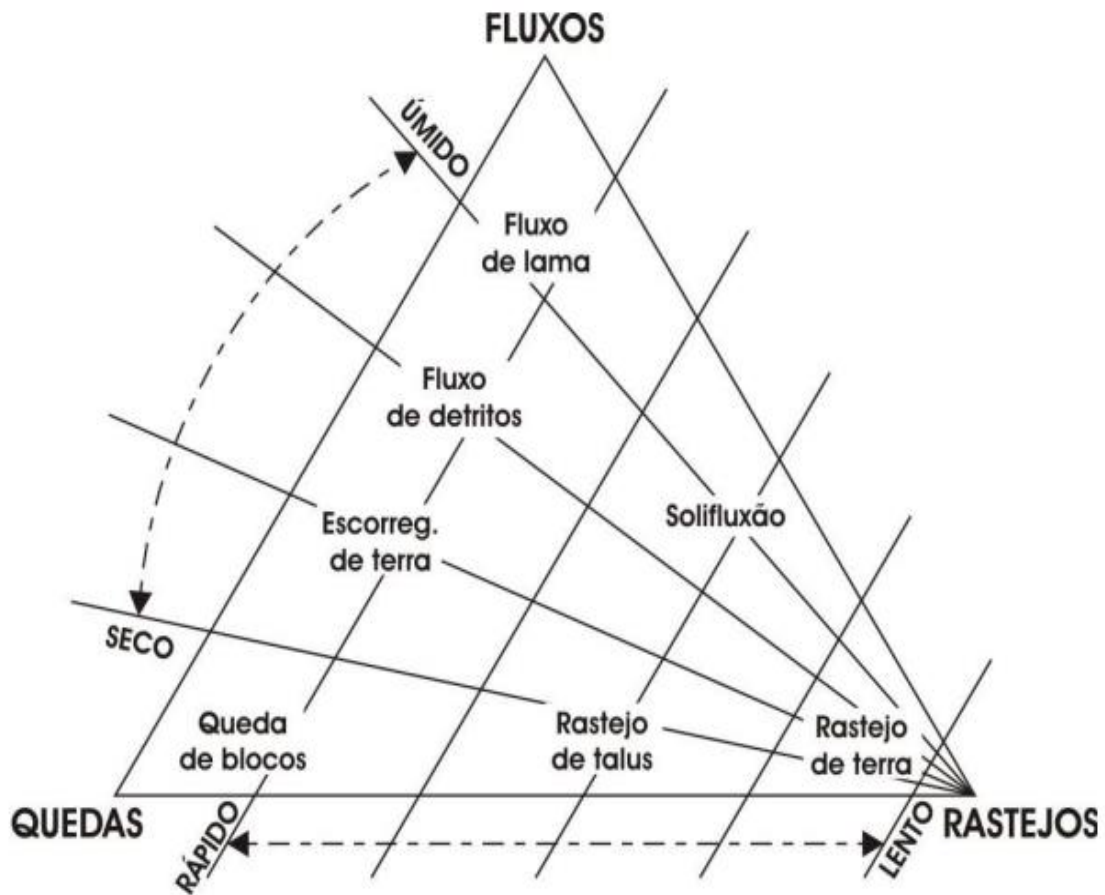
Por sua vez, em 1938, Sharpe de forma pioneira, desenvolveu uma classificação mais completa e abrangente, considerando não apenas as relações entre os diferentes tipos de movimentos de massa, mas também entre estes e os movimentos de transporte (*mass-transport*), nos quais os movimentos de massa são baseados no conteúdo de água no material, tipo de material movimentado (rocha, solo ou detritos), natureza do movimento (fluxo ou escorregamento), ritmo do movimento (lento ou rápido), ambiente climático e geomorfológico (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; SELBY, 1993; VIEIRA, 2007; LISTO *et al.*, 2021).

O referido autor, ainda, fez considerações à classificação proposta por Terzaghi (1925), considerada a mais detalhada da época, na qual, os movimentos de massa foram organizados de acordo com princípios físicos. Entretanto, conforme Guidicini e Nieble (1984), tal classificação foi considerada simplificada, passando a relacionar a velocidade e o tipo do deslocamento com o conteúdo do material transportado, de acordo com o ambiente geomorfológico e climático (VIEIRA, 2007; LISTO *et al.*, 2021).

Posteriormente, segundo Vieira (2007), inúmeras classificações internacionais foram desenvolvidas destacando-se a classificação proposta por Varnes (1958 e 1978), Hutchinson (1968), Carson e Kirkby (1975), Zaruba e Mencl (1976), Crozier (1986), Sassa (1989) e de Selby (1993). No Brasil, sobressaem-se as classificações de Freire (1965), Guidicini e Nieble (1984), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT (1991) e de Augusto Filho (1992).

Ao longo do tempo histórico, por exemplo, os movimentos de massa foram classificados quanto aos parâmetros de velocidade e mecanismos do movimento, o tipo de material, a geometria do movimento e o conteúdo de água (CARSON; KIRBY, 1975; SELBY, 1982; BAUZYS, 2012; FERNANDES; AMARAL, 2019), como pode ser visto na proposta da Figura 2.

Figura 2: Classificação de Movimentos de Massa.



Fonte: Adaptada de Carson e Kirkby (1975), Marcelino (2003) e Bauzys (2012).

Apesar das inúmeras classificações relacionadas aos movimentos de massa, que podem chegar a confundir o pesquisador, na Figura 3, podemos verificar de forma resumida e adaptada, algumas classificações de movimentos de massa propostas por autores brasileiros: Freire (1965), Guidicini e Nieble (1984) e Augusto Filho (1992).

Embora as classificações de tipos de movimento possam parecer limitadas, é difícil delimitar tais movimentos, assim como podem ocorrer mais de um tipo de movimento em um mesmo deslizamento de massa. Neste estudo, dentre as diversas classificações apresentadas, optou-se por apresentar de forma mais detalhada a proposta de Augusto Filho (1992), proposta esta que também será adotada para classificar os eventos que irão compor o inventário.

Figura 3: Comparação entre algumas propostas brasileiras de classificação dos Movimentos de Massa. (continua)

| FREIRE (1965) | GUIDICINI E NIEBLE (1984) | AUGUSTO FILHO (1992) |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Escoamentos: Rastejos Corridas | Escoamentos: Rastejos e Corridas | Rastejo (<i>creep</i>): Vários planos de deslocamento (internos); Velocidades muito baixas a baixas (cm/ano) e decrescentes com a profundidade; Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes; Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada; Geometria indefinida. |
| Escorregamentos: Rotacionais e Translacionais | Escorregamentos: Rotacionais, Transacionais, Queda de Blocos e Queda de Detritos | Escorregamentos (<i>slides</i>): Poucos planos de deslocamentos (externos); Velocidade médias (m/h) a altas (m/s); Pequenos a grandes volumes de material; Geometria e materiais variáveis. Planares = solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza. Circulares = solos espessos e homogêneos e rochas muito fraturadas. Em cunha = solos e rochas com dois planos de fraqueza. |
| Subsidências e Desabamentos | Subsidências: Subsidências, Recalques e Desabamentos | Quedas (<i>falls</i>): Sem planos de deslocamento; Movimento tipo queda livre ou em plano inclinado; Velocidades muito altas (vários m/s); Material rochoso; Pequenos e médios volumes; Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.; Rolamento de matacão; Tombamentos. |

Figura 3: Comparação entre algumas propostas brasileiras de classificação dos Movimentos de Massa. (conclusão)

| FREIRE (1965) | GUIDICINI E NIEBLE (1984) | AUGUSTO FILHO (1992) |
|---------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Formas de Transição Movimentos Complexos | Corridas (<i>flows</i>): Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação); Movimento semelhante ao de um líquido viscoso; Desenvolvimento ao longo das drenagens; Velocidades médias a altas; Mobilização de solo, rocha, detritos e água; Grande volume de materiais; Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas. |

Fonte: Adaptado de Freire (1965); Guidicini e Nieble (1984); Augusto Filho (1992).

RASTEJOS (*CREEP*) são os movimentos de massa mais lentos, com velocidade da ordem de cm/ano. Apresentam geometria indefinida, cuja massa em moção e a massa inerte são diferenciadas. Eles ocorrem ao longo de um grande período de tempo, sendo difícil sua visualização na diferenciação da geometria do talude. O movimento é gravitacional, com influência de variações de temperatura e umidade, que podem provocar movimentos em pulsos (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; AUGUSTO FILHO, 1992; TOMINAGA, 2009; LISTO *et al.*, 2021).

São quase imperceptíveis, com exceção em observações de longa duração, e quase viscosos, uma vez que as forças cisalhantes são suficientes para provocar deformação, mas pequenas demais para provocar o rompimento completo do material (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; SELBY, 1993).

Seu potencial de destruição é menor que dos demais tipos de movimentos de massa. Porém, pode ser facilmente identificado pela mudança na verticalidade das árvores, postes, muros, etc., como pode ser observado na Figura 4 (SELBY, 1993; AUGUSTO FILHO, 1994).

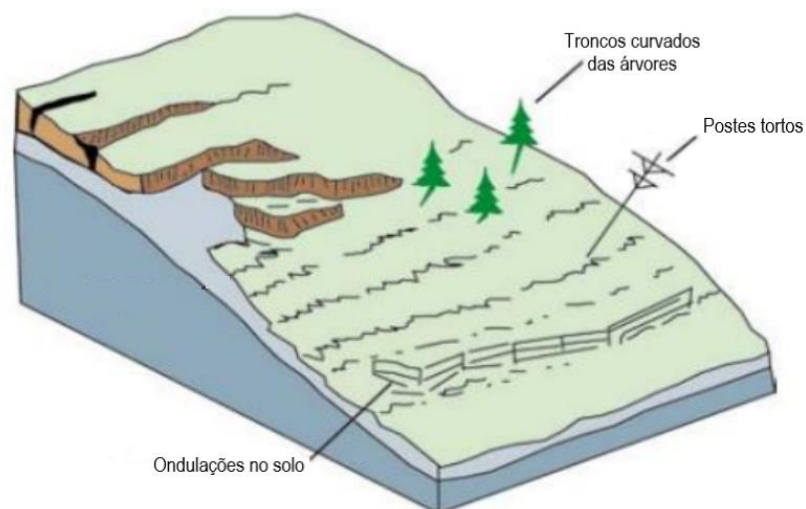
Figura 4: Cercas inclinadas e tronco curvado da árvore devido ao rastejo, Castelo/ES.



Fonte: Autora (2022).

O rastejo normalmente atua sobre os horizontes superficiais dos solos, em horizontes de transição solo/rocha e até mesmo em rochas em profundidades maiores (BRASIL, 2006). Segundo Queiroz (2009) este fenômeno é comum em solos residuais e em clima tropical úmido onde o intemperismo é intenso, esses fatores acarretam num vagaroso aumento da espessura da camada de solo e por consequência em alguns casos, devido ação da gravidade (Figura 5 e Apêndices C e D).

Figura 5: Rastejo (*creep*): modelo de rastejo de solo, com os elementos indicativos do processo.



Fonte: Highland; Brobowsky (2009)

CORRIDAS (DEBRIS-FLOWS), por sua vez, são movimentos rápidos e liquefeitos. O excesso de água causa a perda de atrito interno do corpo movimentado, fazendo com que o mesmo se mova como um fluido (o grau de fluidez é determinado pela quantidade de água). O movimento pode ser iniciado por conta de eventos de chuvas acumuladas e umidade antecedente do solo e pela ocorrência de outros tipos de movimentos de massa, por exemplo, escorregamentos em áreas serranas podem gerar corridas em direção as áreas planas (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; SELBY, 1993; IPT, 2014).

[...] As corridas de detritos abrangem uma gama variada de denominações na literatura nacional e na internacional (corrida de lama –*mud flow*, corrida de massa – *mass flow*, corrida de blocos –*debris flow* etc.), principalmente em função de suas velocidades e das características dos materiais que mobilizam. (RIFFEL; GUASSELLI; BRESSANI, 2016, p. 295-296).

Estes movimentos são gerados a partir de grande aporte de materiais como solo, rocha e árvores que, ao atingirem as drenagens, formam uma massa de elevada densidade e viscosidade (Figura 6 e Apêndice K). A massa deslocada pode atingir grandes distâncias com extrema rapidez, mesmo em áreas pouco inclinadas, com consequências destrutivas muito maiores que os escorregamentos (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; LOPES, 2007; TOMINAGA, 2009; FERNANDES; AMARAL, 2019).

Figura 6: Corrida, Comunidade de Ubá, 2020, Castelo/ES.



Fonte: G1/ES (2020).

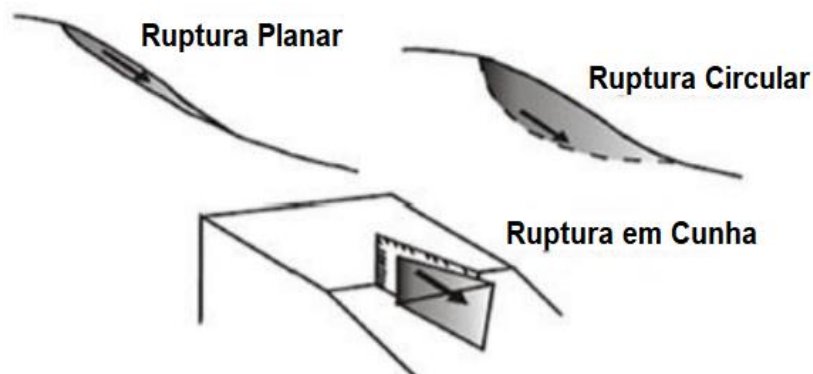
ESCORREGAMENTOS (SLIDES) referem-se de modo geral, aos movimentos chamados de *slides* nas classificações de Sharpe (1938), Varnes (1958 e 1978), Augusto Filho (1992) e WP/WLI (1994), entre outros. Estes se caracterizam como movimentos rápidos, de curta duração, com volume movimentado bem definido e, normalmente, ocorrem em encostas de declividade média a alta.

De acordo com Augusto Filho (1992), o mecanismo de ruptura desses deslizamentos se dá pelo aumento das tensões atuantes e/ou diminuição da resistência do solo, que acabam por levar a encosta a ruptura por tensões de cisalhamento. Para que ocorram, as tensões cisalhantes atuando no corpo movimentado devem ser maiores que a resistência ao cisalhamento. A velocidade é ligada à declividade e natureza do terreno e a causa inicial do movimento, a deflagração pode acontecer em decorrência de eventos de alta intensidade de precipitação ou com grandes acumulados de chuva e condicionado por fatores intrínsecos do terreno (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; IPT, 2007; EFFGEN, 2018).

Dentre as várias formas e processos de movimentos de massa, destacam-se os deslizamentos nas encostas em função da sua interferência grande e persistente com as atividades do homem, da extrema variância de sua escala, da complexidade de suas causas e mecanismos, além da variabilidade de materiais envolvidos (TOMINAGA, 2009; FERNANDES; AMARAL, 2019).

Segundo Augusto Filho (1992) e Tominaga (2009), levando em consideração a geometria e a natureza dos materiais, os escorregamentos podem ser subdivididos em três tipos (Figura 7): Escorregamentos Circulares ou Rotacionais, Escorregamentos Planares ou Translacionais e Escorregamentos em Cunha.

Figura 7: Tipos de Escorregamentos

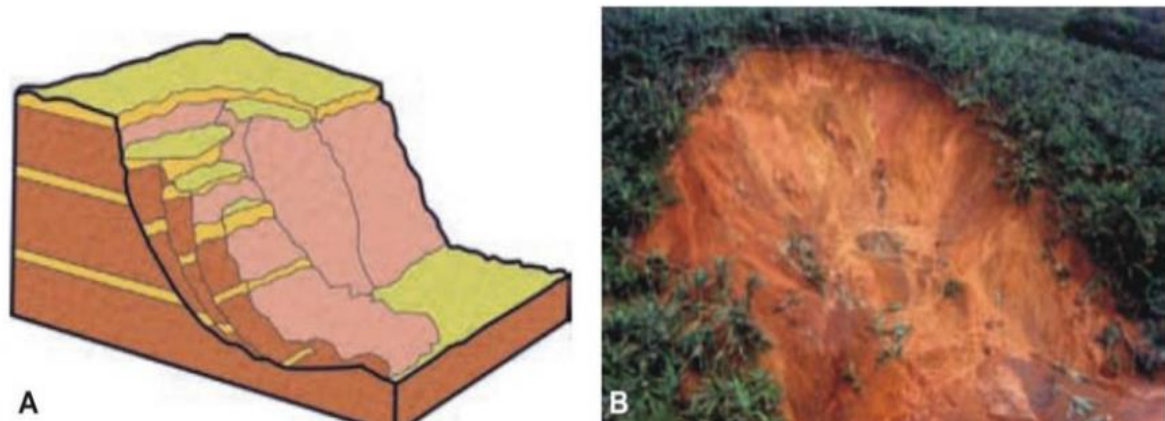


Fonte: Adaptado de IPT (1991).

► **Escorregamentos Circulares ou Rotacionais (*slumps*)** tem superfície de ruptura curva, côncava para cima, com o corpo em movimento rotacional para fora do talude e menor alcance que os escorregamentos translacionais (Figura 8 e Apêndices C e D).

Solos espessos e homogêneos favorecem a ocorrência desse tipo de escorregamento. No Brasil, acontecem com frequência no Sudeste por causa da presença de grandes mantos de alteração nas encostas. Ocorrem, com frequência, em taludes que tiveram a base cortada por ação antrópica, erosão fluvial ou ação de ondas (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; SELBY, 1993; IPT, 2007; FERNANDES; AMARAL, 2019).

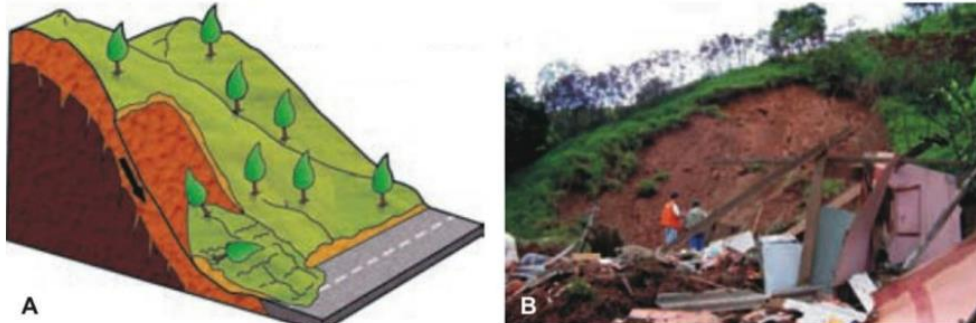
Figura 8: Representação esquemática (A) e fotografia (B) de escorregamento rotacional. Observar o plano de ruptura em forma côncava em A e cicatriz que corresponde ao afloramento do mesmo em B.



Fonte: Tominaga (2009).

► **Escorregamentos Planares ou Translacionais**, são os movimentos de massa mais comuns. A forma planar da superfície de ruptura costuma ser condicionada por eventuais anisotropias do interior maciço (características físicas diferentes conforme as direções), onde tais anisotropias formam planos de descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas, como: xistosidade, acamamentos, fraturas, contatos solo-solo, solo-rocha, rocha-rocha, depósitos de encostas, entre outros (Figura 9 e Apêndices B,F,G,H,K,L,N,O). Costumam ocorrer depois de eventos de precipitação intensa e/ou acumulada, quando a poro-pressão no interior dos solos é reduzida (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; SELBY, 1993; IPT, 2007; TOMINAGA, 2009; FERNANDES; AMARAL, 2019).

Figura 9: Representação esquemática (A) e fotografia (B) de escorregamento translacional ou planar. Observar o plano de ruptura conforme indicado por seta (A) e cicatriz que corresponde à exumação do mesmo em (B).

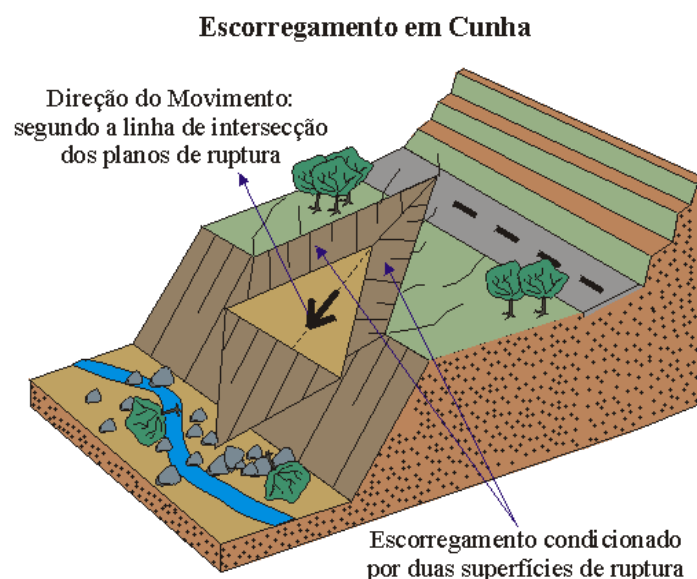


Fonte: Tominaga (2009).

► **Escorregamento em Cunha:** São restritos às regiões de relevo controlado por estruturas geológicas. (TOMINAGA, 2009; GUESSER, 2013). São associados a maciços rochosos pouco ou muito alterados, nos quais a existência de duas estruturas planares, desfavoráveis à estabilidade, condiciona o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes planos (TOMINAGA, 2009).

Sua maior incidência se dá nas regiões que passaram por desconfinamento, seja por ação do homem ou natural. São comuns em taludes que sofrem influência antrópica, geralmente com cortes, ou erosão. A Figura 10 apresenta um exemplo de escorregamento em cunha e do seu perfil esquemático.

Figura 10: Escorregamento em Cunha

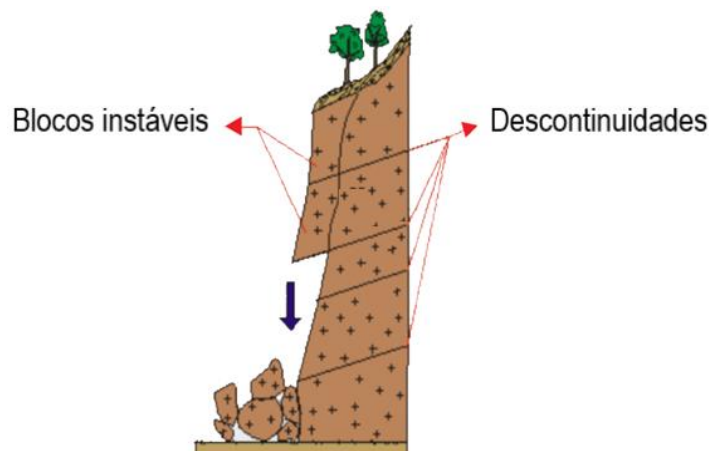


Fonte: Adaptado de Infanti Júnior e Fornasari Filho (1998).

QUEDAS DE BLOCOS OU QUEDAS/TOMBAMENTOS (ROCK FALLS) são movimentos gravitacionais abruptos de materiais rochosos, nas encostas íngremes de paredões rochosos, que formam, posteriormente, depósitos de tálus, sendo divididos em 4 tipos:

► **Queda de Blocos:** envolve materiais rochosos de volume e litologia diversos, que se destacam de taludes ou encostas íngremes e se deslocam em movimentos tipo queda livre (Figura 11).

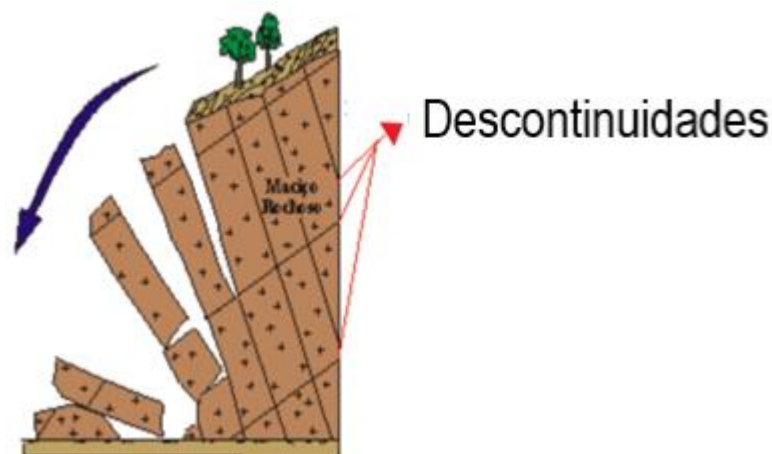
Figura 11: Queda de blocos



Fonte: Adaptado de Infanti Júnior e Fornasari Filho (1998).

► **Tombamento de Blocos:** movimento que ocorre por rotação de blocos rochosos, condicionado por estruturas geológicas no maciço rochoso, com grande mergulho (Figura 12). Como foi o caso da tragédia em Capitólio - Minas Gerais (MG), que ocorreu em janeiro de 2022.

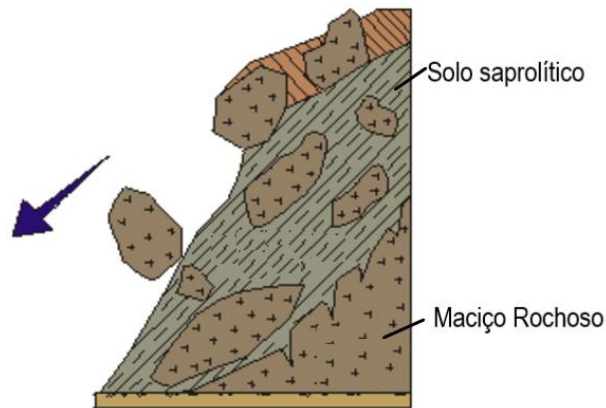
Figura 12: Tombamento



Fonte: Adaptado de Infanti Júnior e Fornasari Filho (1998).

► **Rolamento de Blocos:** movimento de blocos rochosos ao longo de superfícies inclinadas, que ocorre geralmente pela perda de apoio (Figura 13 e Apêndices A, E, H, I, J K e M).

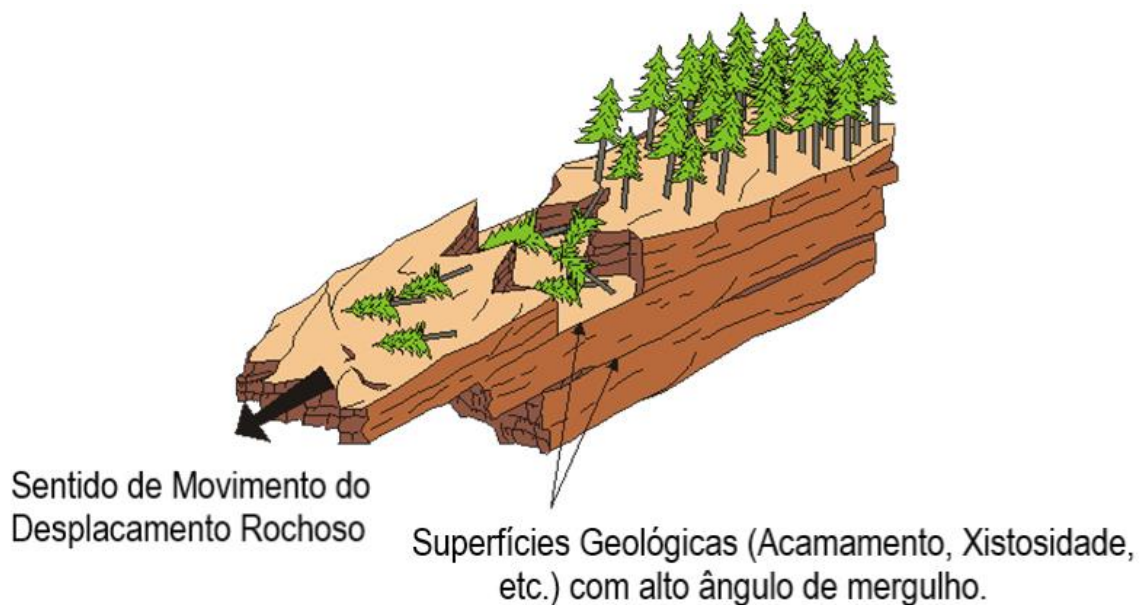
Figura 13: Rolamento



Fonte: Adaptado de Infanti Júnior e Fornasari Filho (1998).

► **Desplacamento:** consiste no desprendimento de lascas ou placas de rocha que se formam a partir de estruturas (xistosidade, acamamento) que ocorre devido às variações térmicas ou por alívio de pressão, o movimento pode se dar em queda livre ou por deslizamento ao longo de superfícies inclinadas (Figura 14 e Apêndice P).

Figura 14: Desplacamento



Fonte: Adaptado de Infanti Júnior e Fornasari Filho (1998).

Podem ser predispostos por discontinuidades (fraturas e bandamentos composicionais) do material (litoestruturais) e por intemperismo químico e físico (ação da água e calor que degradam o material) e causados por vibrações, terremotos, etc. (GUIDICINI, NIEBLE, 1984; SELBY, 1993; IPT, 2014; FERNANDES; AMARAL, 2019).

Segundo Vieira (2007), em muitos casos, essas discontinuidades também aumentam a percolação da água, elevando bruscamente as pressões de água dentro do maciço e conseqüente ruptura da encosta.

3.2 FATORES CONDICIONANTES DOS MOVIMENTOS DE MASSA

Os fatores condicionantes dos movimentos de massa, também denominados por agentes predisponentes por Guidicini e Nieble (1984) podem ser naturais, em função das características dos solos, rochas, relevo, da forma e orientação da vertente, vegetação, clima, do regime de chuvas, nível do lençol freático e gravidade, ou induzidos, através de interferências antrópicas no ambiente. Sendo rara a ocorrência de um evento com apenas um desses condicionantes (VARNES, 1978; GUIDICINI; NIEBLE, 1984; FERNANDES *et al.*, 2001; BIGARELLA; PASSOS, 2003; TOMINAGA, 2009; OLIVEIRA, 2010; REICHENBACH *et al.*, 2018).

Com relação aos condicionantes climáticos, a pluviosidade é um dos fatores de maior destaque, uma vez que os índices pluviométricos podem causar a saturação do solo ou da rocha, reduzindo a resistência à desagregação e influenciando na perda de estabilidade das encostas (GUIDICINI; NIEBLE, 1984; PINTO; PASSOS; CANEPARO, 2013).

[...] os de 'ordem hidroclimática', considerando-se a precipitação como o 'fator de ignição' e chamando-se a atenção para os efeitos diferenciados dos parâmetros quantidade, intensidade e duração dos episódios chuvosos, em associação com as (...) condições de infiltração, circulação e capacidade de armazenamento de água no solo; os de 'ordem geológica' tendo em conta aspectos relacionados com a litologia e tectónica (rede de falhas e fraturas), expressos, nomeadamente, pelas características dos materiais no seu comportamento face a processos de alteração diferencial e pelas formações superficiais derivadas (i.e. textura e espessura); os fatores de 'ordem geomorfológica', em que se destacam o declive, forma e comprimento das vertentes, e o encaixe e morfologia dos vales; finalmente, os fatores de 'ordem antrópica', salientando-se que "(...) muitas vezes é a intervenção do Homem que vai desencadear o processo ou transformá-lo uma catástrofe" (SOARES; BATEIRA, 2013, p. 367-368).

Os fatores condicionantes geológicos englobam as características lito-estruturais e tectônicas, a composição física e química dos tipos de rochas e as propriedades

mecânicas por possuírem sua origem associada a processos geológicos e geomorfológicos que atuaram no passado e que, em muitos casos, ainda atuam naqueles locais (PINTO; PASSOS; CANEPARO, 2013; FERNANDES; AMARAL, 2019; SOUZA; FRANCISCO; 2021).

Fraturas e falhas podem estar relacionadas a processos geológicos internos, podendo gerar movimentos de massa de queda de blocos sob a forma de tombamentos (Figura 9); outras tem sua origem associada a eventos tectônicos, como é o caso da fratura de alívio de tensão (BIGARELLA; PASSOS, 2003;). As falhas atuam como caminhos preferenciais de alteração, permitindo que a frente de intemperismo avance para o interior do maciço de modo muito mais efetivo. Intersecção destes planos de falha com outras descontinuidades, resulta na individualização de blocos não alterados no interior de uma massa mais intemperizada, podem ocasionar a ocorrência de escorregamentos (BIGARELLA; PASSOS, 2003; FERNANDES; AMARAL, 2019).

Quando os movimentos de massa ocorrem em áreas com regolito mais espesso, há significativa mobilização de material alterado, já em áreas com regolito pouco espesso, o material mobilizado constitui-se principalmente de blocos de rochas (BIGARELLA; PASSOS, 2003). Em encostas constituídas por solos saprolíticos, que podem estar diretamente relacionados às características das fraturas relíquias, pode gerar predominantemente escorregamentos circulares (FERNANDES; AMARAL, 2019).

Os condicionantes geomorfológicos levam em consideração as relações entre a forma e a hidrologia das encostas, englobando parâmetros relacionados a declividade, forma da encosta, área de contribuição, orientação das vertentes, espessura do solo, comprimento da encosta, assimetria/simetria dos vales e elevação (FERNANDES, *et al.*, 2001). Ou seja, os movimentos de massa são influenciados principalmente, pela morfologia da vertente, sendo a altura da vertente e inclinação, fatores importantes a serem considerados (BIGARELLA; PASSOS, 2003).

Os condicionantes pedológicos exercem influência e sofrem ação dos fatores erosivos devido às diferenças de textura, estrutura, permeabilidade e densidade. As propriedades dos solos superficiais e subsuperficiais, bem como a composição

litológica subjacente interferem no desencadeamento de movimentos de massa, enquanto fator desencadeante e enquanto o próprio material envolvido (PINTO; PASSOS; CANEPARO, 2013). Outro destaque se dá ao regolito, que pode conter descontinuidades e “feições estruturais relíquias do embasamento rochoso” e em função da condutividade e das descontinuidades hidráulicas, “atua como um dreno para os horizontes mais superficiais” (FERNANDES; AMARAL, 2019).

Alguns autores destacam também a vegetação como fator condicionante, na medida em que a presença da cobertura vegetal mantém o equilíbrio das vertentes (PINTO; PASSOS; CANEPARO, 2013), controlando a escoamento superficial e a infiltração da água (BIGARELLA; PASSOS, 2003).

No entanto, o uso e cobertura da terra, que influenciam na dinâmica natural das encostas através de desmatamentos, cortes nos terrenos, aterros para construção, retilinização de canais fluviais, dentre inúmeras outras atividades antrópicas (PINTO *et al.*, 2013), as chuvas acumuladas e a erosão fluvial e pluvial foram consideradas os fatores efetivos para o grande número de vítimas e elevado valor de perdas materiais. As características do ambiente serrano fornecem os materiais para as corridas de lama, ou seja, o material intemperizado (solo e saprolito) associados a blocos de rocha resultantes de fraturas de alívio (SILVA; BOTELHO, 2014).

Nas últimas décadas, os problemas ambientais urbanos têm sido acelerados pelas ações antrópica, sendo assim, a produção de encostas artificiais, feitas por cortes de talude para a construção de estradas, ruas, casas, prédios, mineração, represas, terraços, desmatamentos, disposição final do lixo e das águas servidas, com grandes danos associados, torna-se muito importante, em escala local (SMALL; CLARK, 1982; AMARAL, 1996; OLIVEIRA, 2010; GUIMARÃES, 2022).

Os Movimentos de massa que ocorrem em áreas construídas e, por vezes, com infraestrutura deficiente, podem significar verdadeiras tragédias, envolvendo elevados prejuízos financeiros diretos, oriundos da destruição do patrimônio público ou privado, e indiretos, devido perdas econômicas associadas à interrupção de tráfego por interdição de estradas e paralisação de serviços, incluindo atividades turísticas. Isso sem mencionar a ocorrência de óbitos (SILVA; BOTELHO, 2014). Por sua vez, Brabb (1993), considera que por muitas vezes, os danos associados são mascarados ou confundidos com acidentes associados a outros desastres.

3.3 INVENTÁRIO DE MOVIMENTOS DE MASSA

Um dos primeiros passos na análise de movimentos de massa é a construção de inventários (DIAS; HÖLBLING; GROHMANN, 2021). Um inventário confiável de movimentos de massa é um requisito fundamental para a compreensão de paisagens dominadas por deslizamentos, processos de encostas e perda de massa e atividades de deslizamentos (MALAMUD *et al.*, 2004; VAN WESTEN; CASTELLANOS; KURIAKOSE, 2008; GUZZETTI *et al.*, 2009; TANYAS *et al.*, 2017; GÖRÜM, 2019).

A identificação de movimentos de massa ocorre no tempo (passado e presente) e no espaço, tendem a ocorrer onde ocorreram anteriormente (TEMME *et al.*, 2020; CARDOZO *et al.*, 2021; GUZZETTI, 2021). Os inventários representam a localização espacial dos processos e podem ser considerados dados de entrada para diferentes métodos preditivos, pois fornecem o tipo, a distribuição e a frequência de ocorrência, os mecanismos de falha, os fatores causais, os volumes e os danos causados (GUERRA, 1998; PARISE, 2001; VIEIRA, 2007; VAN WESTEN; CASTELLANOS; KURIAKOSE, 2008; FERNANDES; AMARAL, 2019). Podendo incluir informações como tipo, tamanho, forma e estado de atividade (PARISE, 2001; BAUZYS, 2012).

Os inventários de deslizamentos podem ser obtidos a partir de métodos convencionais, como arquivos históricos, jornalísticos, publicações científicas, relatórios técnicos, decretos de Defesas Cíveis Municipais e Estaduais, mapeamento direto baseado em campo, fotos aéreas e de imagens de alta resolução multiespectrais. Além dessas abordagens convencionais, novos métodos, como Radars de Abertura Sintética (SAR), Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) e Detecção e Variação de Luz (LiDAR) podem ser usados para mapear os deslizamentos de forma automatizada, semiautomático ou com base em especialistas, método heurístico como o modelo de Processo Hierárquico Analítico - AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e métodos matemáticos como o Modelo de Estabilidade de Talude Raso - SHALSTAB (*Shallow Slope Stability Model*), Mapeamento do Índice de Estabilidade - SINMAP (*Stability Index MAPping*) e Infiltração de precipitação transitória e Reguinal baseado em Grade - TRIGRS (*Transient Rainfall Infiltration and Grid-based Reguinal*) (GUZZETTI *et al.*, 1994; GLADE, 2001; BAUZYS, 2012; CEPED UFSC, 2012; COROMINAS *et al.*, 2014; BERNARDES *et al.*, 2019; GÖRÜM, 2019).

Muitos países geraram ou estão gerando bancos de dados de inventário de deslizamentos em diferentes escalas (ou seja, nível nacional e/ou regional). Apesar dos avanços tecnológicos modernos no campo da sementeira remota, a interpretação de fotos aéreas continua sendo o método mais comum para mapear deslizamentos de terra (GUZZETTI *et al.*, 2012).

Um dos desenvolvimentos mais importantes é o uso de imagens de relevo sombreado produzidas a partir de Modelos Digitais de Elevação e de Detecção e Variação da Luz - DEMs LiDAR, dos quais os objetos (por exemplo, vegetação) na superfície da Terra foram removidos, para a interpretação visual de fenômenos de deslizamento de terra (COROMINAS *et al.*, 2014). A complexidade das etapas de coleta e processamento de dados SAR e LiDAR e o custo de aquisição de dados, especialmente para o LiDAR, são possivelmente as principais razões para os métodos serem menos preferidos (GÖRÜM, 2019).

[...] Desde a década de 2000, o uso crescente de LiDAR aerotransportado em estudos de deslizamentos facilitou o mapeamento de deslizamentos com maior precisão e exatidão para áreas amplas (CHIGIRA *et al.*, 2004; MCKEAN; ROERING, 2004; HANEBERG *et al.*, 2005; GLENN *et al.*, 2006; SCHULZ, 2007; EECKHAUT *et al.*, 2007; ANDERS; SEIJMONSBERGEN, 2008; RAZAK *et al.*, 2011; BELL *et al.*, 2012; RAZAK *et al.*, 2013; PETSCHKO *et al.*, 2016). Comparado com imagens ópticas e outros dados de sensoriamento remoto convencionais, a principal vantagem do LiDAR aerotransportado é que ele permite o mapeamento de depósitos de deslizamentos sob densa cobertura florestal, além de sua capacidade de fornecer dados topográficos de altíssima resolução (GOLD, 2004; ROERING *et al.*, 2013); portanto, é certamente o método de maior sucesso na produção de inventários de escorregamentos para regiões florestadas. Além disso, os dados de nuvem de pontos obtidos por meio de reconhecimento do LiDAR permitem a classificação de estruturas feitas pelo homem, como edifícios, estradas e linhas de transmissão de energia, que fazem contribuições significativas para a identificação de elementos em risco, especialmente em encostas florestadas sujeitas a deslizamentos (GÖRÜM, 2019 Elsevier, V. 258, p. 2).

Hoje em dia, o uso de dados do *Google Earth* é uma boa alternativa para muitas áreas, e muitas partes do mundo são cobertas por imagens de alta resolução que podem ser baixadas e combinadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG) com um modelo digital de elevação para gerar imagens estereoscópicas, que são essenciais na interpretação do deslizamento de terra. O mapeamento de inventário de deslizamentos usando interpretação de imagem estéreo visual é uma tarefa demorada e requer extensas habilidades, treinamento e perseverança. Em muitos casos, interpretações qualificadas não estão disponíveis, ou inventários de

escorregamentos devem ser produzidos em um curto período de tempo após a ocorrência de um evento desencadeador, exigindo a aplicação de métodos de detecção automatizados com base em sensoriamento remoto (COROMINAS *et al.*, 2014).

Portanto, a literatura revela uma falta sistemática de padrões para construir, validar e classificar a qualidade dos mapas de inventário de movimentos de massa (GUZZETTI *et al.*, 2012; MONDINI *et al.*, 2021). Isso reduz a credibilidade dos mapas de inventários, uma lacuna que precisa ser preenchida com urgência (GUZZETTI *et al.*, 2021)

No campo dos movimentos de massa, existem dois projetos específicos patrocinados pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e Cultura - UNESCO dentro do Programa da Organização das Nações Unidas - ONU: o primeiro é o projeto do Inventário Mundial de Deslizamento com uma contribuição para a Década Internacional de Redução de Desastres Naturais (IDNDR), que procura entender a distribuição dos deslizamentos em escala mundial (WP/WLI, 1990). Dentro do seu contexto inclui-se, também, a proposta do Grupo Internacional de Pesquisas sobre movimentos de massa (BRABB, 1993) de elaboração de um projeto mundial de documentação e mapeamento destes movimentos durante esta década.

O segundo projeto, Programa de Mitigação de Desastres das Nações Unidas – Undro (*United Nations Disaster Relief Organization*), procura transferir tecnologia de previsão de movimentos de massa em áreas montanhosas, com base em sistemas informatizados (VAN WESTEN, 1994), aproveitando recursos do sensoriamento remoto e dos sistemas de informações geológicas (GUZZETTI *et al.*, 1994; FERNANDES; AMARAL, 2019).

No ano de 2002 foi lançado o Programa Internacional de Movimentos de Massa - IPL (*International Program on Landslides*) como uma iniciativa do Consórcio Internacional sobre Movimentos de Massa - ICL (*International Consortium on Landslides*). O principal objetivo do programa é conduzir pesquisas cooperativas e capacitação em mitigação de riscos de movimentos de massa, com ênfase particular nos países em desenvolvimento (CASAGLI; FALORNI; TOFAN, 2009).

Existem na atualidade diferentes inventários e bancos de dados como o Banco de Dados Internacional de Desastres - EM-DAT (*International Disaster Database*), o Catálogo Global de Deslizamentos da NASA (*NASA Global Landslide Catalogue*) e o Banco de dados Global de Deslizamentos Fatais (*Global Fatal Landslide Database*), porém seu uso deve ser comedido, uma vez que há estudos, como Kirschbaum, Stanley, Simmons (2015), que mostram uma subestimação de escorregamentos ocorridos de cerca de 1400% para o EM-DAT, devido a escala de análise.

É importante também ressaltar os compromissos que os governos em nível mundial têm tomado em relação à diminuição das consequências dos desastres diante da importância que as discussões sobre esses eventos adversos têm alcançado. O Marco de Sendai para a Redução de Riscos de Desastres 2015-2030 representa um importante passo para uma redução significativa das mortes, destruições e deslocamentos causados pelos desastres. Os 187 países que compareceram à Terceira Conferência Mundial da ONU para a Redução de Riscos de Desastres também reafirmaram a necessidade de antecipar, planejar e reduzir o risco para proteger pessoas, comunidades e países de forma mais efetiva. Construir uma maior resiliência também é considerada uma medida “urgente e crítica” (ONU, 2015; RIFFEL; GUASSELLI; BRESSANI, 2016).

Segundo Cardozo *et al.* (2021), no Brasil não há um inventário nacional unificado e diferentes estudos foram realizados para criar inventários para determinados eventos, como Lopes *et al.* (2007), Bauzys (2012), Flach e Meurer (2017), Couto (2018) e Gonçalves (2018).

Os inventários de movimentos de massa no Brasil geralmente são criados manualmente por meio da interpretação visual de imagens (usando fotografias aéreas, imagens de satélite não especificadas e imagens do *Google Earth Pro*), sem considerar padrões e diretrizes comuns, e sua base metodológica não é abordada com frequência em publicações. Portanto, as diretrizes para o inventário de movimentos de massa são cruciais e podem influenciar a precisão das análises subsequentes com base nesses inventários (DIAS; HÖLBLING; GROHMANN, 2021).

3.4 DEFESA CIVIL DE CASTELO/ES

No Brasil, devido ao contexto sucessivo de Desastres Naturais, 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 elaboração de planos de implantação de obras e serviços para a redução de desastres, promovendo inclusive reassentamento das famílias instaladas em áreas de risco¹ ou de proteção ambiental, devendo promover moradia temporária para estas.

É importante ressaltar que a legislação nacional avançou em relação à redução de desastres, com a Lei No 12.608 de 2012, que institui a política nacional de Proteção Civil e define como responsabilidade da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios a adoção de medidas necessárias à redução dos riscos de desastres. Essa lei abrange também as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e à Defesa Civil (RIFFEL; GUASSELLI; BRESSANI, 2016).

Segundo Bateira (2006), a análise dos riscos naturais aparece cada vez mais como uma análise que integra o meio físico e a ação humana. O homem é um elemento da vida e da dinâmica terrestre, o que torna mais difícil a análise do risco natural separadamente da análise de todos os outros riscos, nomeadamente os riscos tecnológicos. A relação do homem com o meio tem se intensificado, mas apenas atualmente a sociedade está percebendo as consequências de suas ações. A análise dos conceitos de risco e vulnerabilidade, conceitos ligados diretamente à sociedade, são conceitos essenciais ao se trabalhar com movimentos de massa.

No município de Castelo/ES a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Castelo - COMPDEC, foi criada pela Lei nº 2.205, de 19 de janeiro de 2004, tendo seus membros nomeados pelo Decreto nº 9.272 de 04 de agosto de 2010 (CASTELO, 2004).

Efetivamente, a estruturação da COMPDEC se deu somente com o fomento do projeto do Governo de Estado do Espírito Santo em fevereiro de 2012, quando foi

¹ Área de risco é a área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, no contexto das cidades brasileiras, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (BRASIL; IPT, 2007, p. 26).

assinado o convênio é realizada a entrega do *kit* de Defesa Civil contendo: veículo *pick up diesel* com tração 4x4, um barco de alumínio, um reboque para o barco e um *kit* multimídia contendo computador, impressora funcional, aparelho fax, aparelho GPS e máquina fotográfica digital, além de mobília, incluindo mesas, cadeiras e arquivos.

Atualmente a COMPDEC possui uma sala na Rua Antônio Machado, nº 35, no bairro Centro, em Castelo/ES. Mesmo com uma equipe reduzida formada pelo coordenador e uma agente de Defesa Civil/técnica, esta Coordenadoria Municipal desenvolve atividades em Castelo seguindo as diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e se destaca no Estado do Espírito Santo com suas boas práticas.

Apesar da presença desta instituição no Município de Castelo/ES, faz-se necessários ampliar e incorporar profissionais de diferentes áreas das geociências para ter uma visão difusa do processo ocorrido e do modelo observacional de inventário, tal como os profissionais da Geografia, com sua visão integradora da espacialidade e temporalidade.

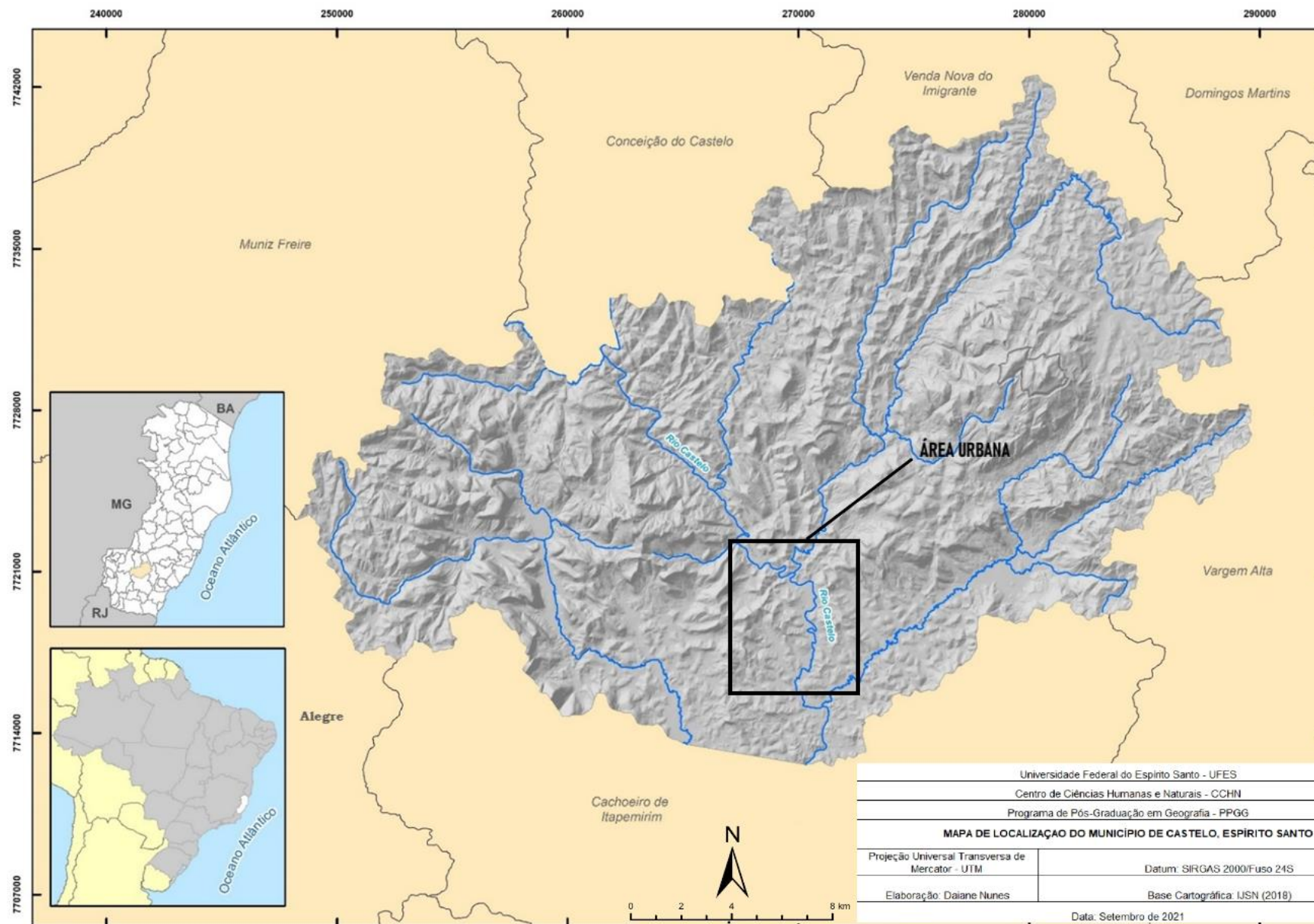
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

O município de Castelo situa-se na porção sul do Estado do Espírito Santo, possuindo uma área de 663,515 km², estando geograficamente localizado entre as coordenadas 20° 36' 13" S e 41° 11' 05" W (Figura 15). Está a uma distância de aproximadamente 95 km da cidade de Vitória, capital do Estado. Os municípios limítrofes correspondem a Venda Nova do Imigrante ao Norte, Cachoeiro de Itapemirim ao Sul, Domingos Martins a Nordeste, Vargem Alta Sudeste, Conceição do Castelo, Muniz Freire a Noroeste e Alegre a Sudoeste.

A população total do Município de Castelo é estimada em 37956 pessoas, segundo o IBGE (2010). Atualmente, a sede do município é composta por 24 bairros, totalizando uma população urbana de aproximadamente 23 mil habitantes. O interior do município é composto por 5 distritos (Estrela do Norte, Limoeiro, Montepio e Patrimônio do Ouro) totalizando uma população rural aproximada de 14 mil habitantes.

Figura 15: Localização do Município de Castelo/ES



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

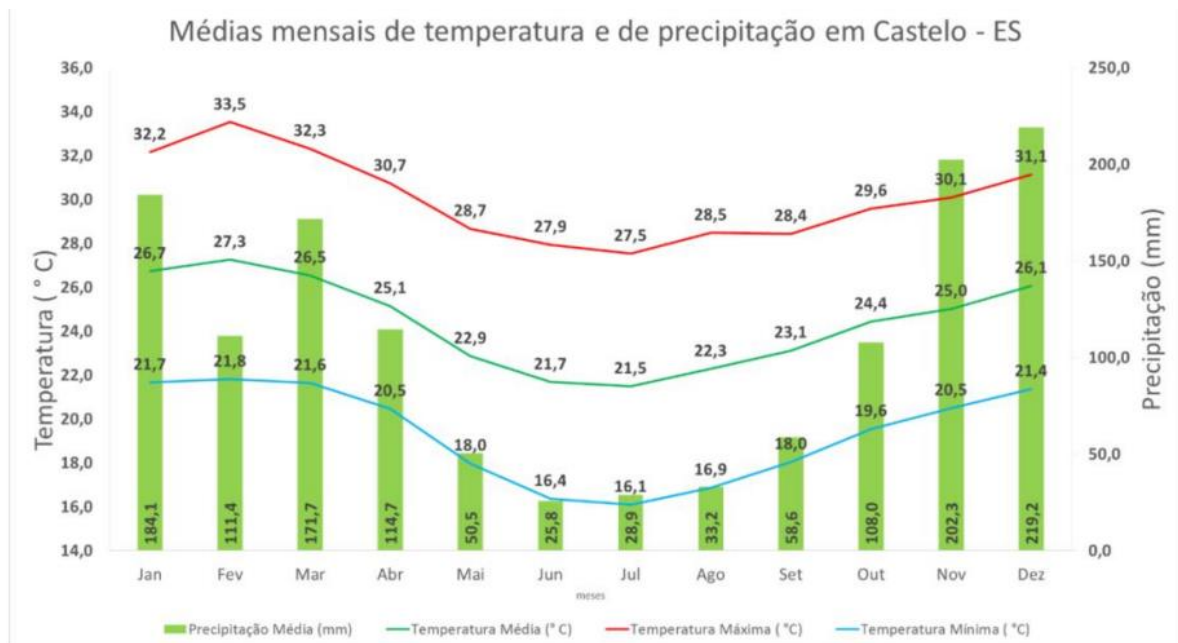
4.2 CLIMA

Quanto ao clima da região, classifica-se como sendo um clima Tropical Úmido (Aw) conforme a classificação de *Köppen* caracterizado pela presença de índice pluviométrico anual variando entre 1.000 e 1.200 mm e temperatura média anual em torno de 34°C (INCAPER, 2021).

Devido a inexistência de informações climáticas específicas do Município de Castelo/ES, será utilizado como referência de dados climatológicos a Estação Meteorológica de Pacotuba, distrito de Cachoeiro de Itapemirim/ES, com coordenadas: 20° 7' 50" S e 41° 22' 8" W, e altitude de 50 m, com base nos dados entre a década de 1982 a 2022 levantados pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER.

Observou-se na análise de precipitação mensal (Figura 16), que os meses chuvosos se estendem desde de outubro até abril com precipitações, de maneira geral, acima de 170 mm. O período de estiagem se concentra principalmente no inverno, com precipitações abaixo de 50 mm mensais.

Figura 16: Distribuição média anual de precipitação (mm) e temperaturas médias, máximas e mínimas (°C) em Castelo/ES.



Fonte: INCAPER (2021).

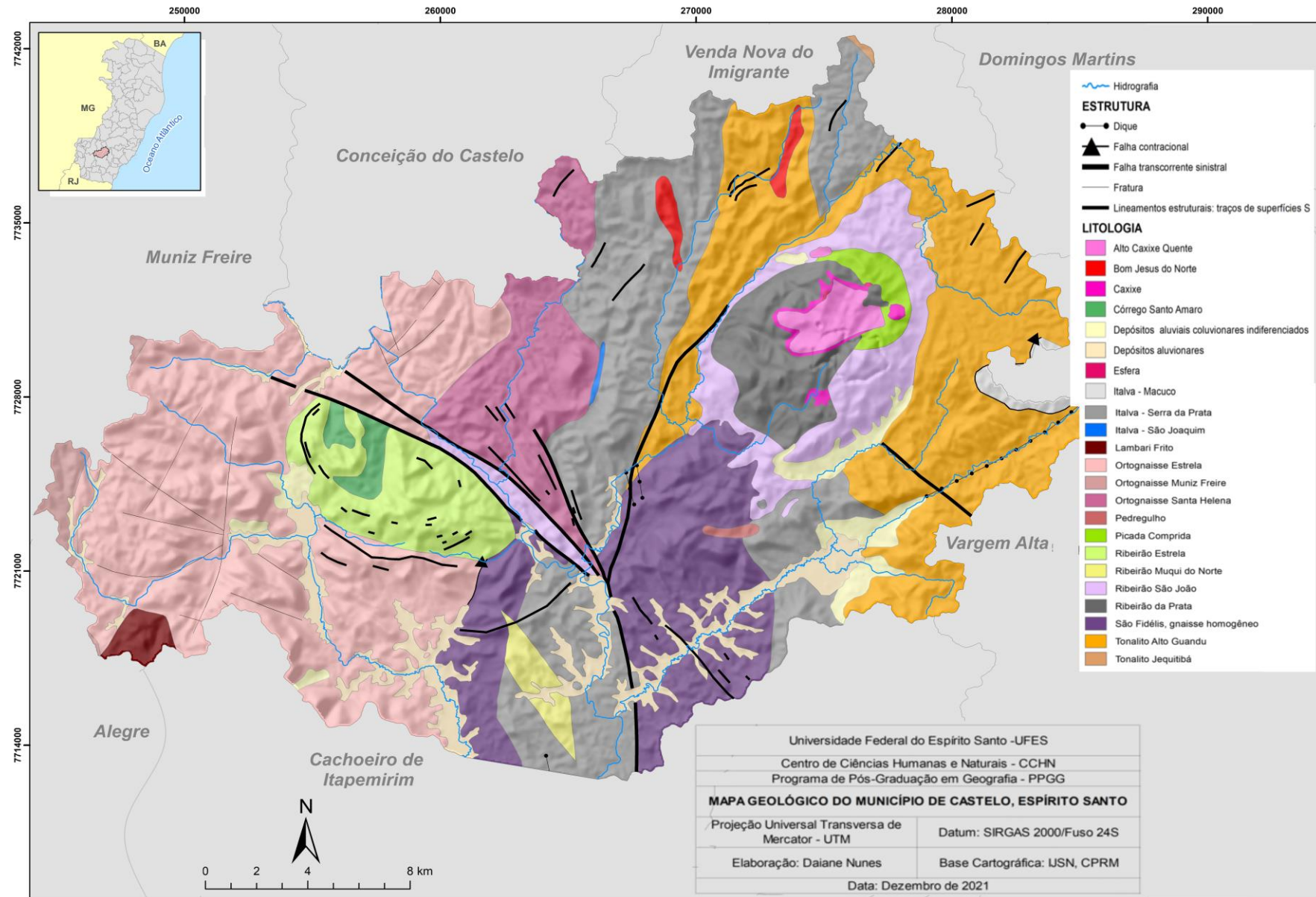
A temperatura média anual no município de Castelo é de 24,4 °C, com a maior média ocorrendo no mês de fevereiro (27,3 °C), caracterizando como um mês típico de verão e a menor média ocorre no mês de julho (21,5 °C), período em que ocorrem temperaturas amenas na região (Figura 16). Em relação às temperaturas máximas, os valores oscilam entre 27,5 °C em julho e 33,5 °C em fevereiro. Em relação às temperaturas mínimas, os valores oscilam entre 16,1 °C em julho e 21,8 °C em fevereiro. Considerando os aspectos sazonais de temperatura, o trimestre mais quente do ano normalmente ocorre entre os meses de janeiro a março, sendo observada a maior amplitude térmica no mês de fevereiro. Por outro lado, o trimestre mais frio ocorre normalmente entre os meses de junho a agosto, porém, a menor amplitude térmica é observada apenas no mês de novembro (Figura 16) (INCAPER, 2021).

As temperaturas médias, mínima e máxima mensais (Figura 16), são influenciadas no verão por meio das: Massa Equatorial Continental (mEc), Massa Tropical Continental (mTc), Massa Tropical Atlântica (mTa) e a Massa Polar Atlântica (mPa) e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Estas são formadas pelo anticiclone frio da Antártida, com campo de alta pressão ampliado, chegando a atingir 30°C, devido à queda sazonal da radiação verificada nessa época do ano no hemisfério sul (MARCHIORO, 2012). No inverno, com temperaturas amenas acima de 20°C, influenciados principalmente por meio das: Massa Equatorial Continental (mEc), Massa Tropical Atlântica (mTa) e Massa Polar Atlântica (mPa) (OLIVEIRA, 2014).

4.3 GEOLOGIA

Segundo o Vieira e Menezes (2015) e o CPRM (2018), no Mapa Geológico do Estado do Espírito Santo, na escala de 1:400.000, estão presentes no Município de Castelo as Unidades Estratigráficas: Grupo Italva (Unidade Serra da Prata, Unidade Macuco e Unidade São Joaquim); Grupo São Fidelis (Biotita gnaisse homogêneo); Unidades Litológicas do Estágio Pré- a Sin-Orogênico: Ortognaisses (Estrela, Jequitibá, Muniz Freire e Santa Helena); Tonalito Alto Guandu; Coberturas superficiais da era Cenozoica: Depósitos Aluviais Coluvionares Indiferenciados e Depósitos Aluvionares (Figura 17).

Figura 17: Mapa geológico do Município de Castelo/ES.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O **Grupo Italva**, definido pioneiramente por RadamBrasil (1983), está incluído nas unidades que formam a porção basal do Orógeno Araçuai presentes no Estado do Espírito Santo. Definido como conjunto constituído de granada-hornblenda gnaisses, mármore e anfibolitos, três de suas unidades são identificadas geologicamente no município de Castelo:

- Unidade São Joaquim - corresponde a uma sequência meta carbonática com espessuras entre 500 e 1000 metros, constituída de mármore calcítico a dolomítico rico em grafita, com intercalações de anfibolito, rochas metaultramáficas, rochas calcissilicáticas e meta *chert* quartzoso.
- Unidade Macuco - foi individualizada a leste dos maciços Mimoso do Sul, Castelo e Aracê. É formada por um conjunto de gnaisses homogêneos, cujas características e associações com outros litotipos (rochas calcissilicáticas, anfibolitos Muscovita sillimanita-granada-biotita gnaisses) ou unidades (Unidade Serra da Prata) sugerem, fortemente, origem Vulcano sedimentar. As melhores exposições dessas rochas estão em afloramentos do tipo cortes de estrada, lajedos e lajes em leitos de rios, paredões, blocos e matacões em meia encosta e lajedos em topos de morros. Quando alterada, a rocha gera solo areno-argiloso ocre e se associa a ravinas, sulcos e colinas (em geral próximo ao mármore).
- Unidade Serra da Prata - Corresponde à unidade ps71 de Vieira *et al.* (2018) e a unidade Pps3. Sendo que ambos os autores incluíram as lentes de mármore nesta unidade. Estes autores descreveram que ocorre biotita-anfibólio gnaisses, bandados, cinza a cinza escuro, com marcante foliação de transposição, com intercalações de anfibolitos, calcissilicáticas, quartzitos e mármore.

O **Grupo São Fidélis** tem sido amplamente utilizado na literatura (REIS; MANSUR, 1995) como referência a um conjunto de gnaisses kinzigísticos. Segundo CPRM (2018) o Grupo São Fidélis é definido como uma unidade de caráter metassedimentar constituída por quatro unidades distintas: kinzigito com intercalações de paragneisses, rochas calcissilicáticas, anfibolitos e quartzitos feldspáticos; biotita gnaiss homogêneo com intercalações de rochas calcissilicáticas e anfibolitos; sillimanita-biotita gnaiss bandado ou homogêneo com intercalações de quartzito; e quartzito.

Geologicamente, apenas uma unidade do Grupo São Fidélis é identificada na região de Castelo, referindo-se à unidade (CPRM, 2018):

- Biotita gnaiss homogêneo com rocha dominante biotita anfibólio gnaiss bandado, migmatizado, evoluindo localmente para termos mais homogêneos, predominantemente quartzo-feldspáticos. Contém associados corpos anfibolíticos, calci silicáticos e de quartzitos. Os gnaisses bandados migmatíticos exibem uma estrutura bandada irregular e descontínua, alternando-se em faixas leucocráticas, predominantemente quartzo-feldspáticas, com aquelas melanocráticas xistosas, essencialmente biotitas e/ou anfibolíticas. Localmente exhibe uma laminação bastante regular e uniforme.

Com relação as unidades Litológicas do Estágio Pré- a Sin-Orogênico, a região de Castelo possui quatro tipos de Ortognaisses, sendo eles (CPRM, 2018):

- Ortognaisse Estrela - O maior corpo desta unidade ocorre entre os maciços Santa Angélica e Alto Chapéu. Três pequenos corpos ocorrem a sul e sudoeste do Maciço Santa Angélica. De acordo com Vieira *et al.* (2018) trata-se de um gnaiss granitoide leuco a mesocrático, de cor branco-acinzentada, granulação média a grosseira e porfiroblástico. A foliação é marcada pelos agregados de biotita e anfibólio. Possui uma matriz composta por quartzo, feldspato e biotita que envolve porfiroblastos de feldspato esbranquiçados, às vezes mal formados, geralmente tabulares, contendo inclusões de biotita e quartzo, podendo atingir até 5cm de dimensões. Estes porfiroblastos estão geralmente dispostos segundo a foliação da rocha, estando às vezes transversal a mesma.
- Ortognaisse Jequitibá - Sob esta designação estão individualizados dezessete corpos de ortognaisse de composição tonalítica² e um corpo de composição granítica³.
- Ortognaisse Muniz Freire - Esta unidade situa-se na porção sudoeste do Estado do Espírito Santo. Possui forma alongada, com aproximadamente 86 km de

² Os ortognaisses de composição tonalítica - Geralmente possuem cor cinza-clara a esbranquiçada, às vezes cinza-escuro, granulação grosseira e são compostos de quartzo, feldspato, biotita, pouca granada e, localmente anfibólio. São descritos veios de quartzo, aplíticos e pegmatíticos, que cortam estas rochas ou preenchem fraturas.

³ Corpo de composição granítica - representada por granulito quartzo-feldspáticos, granada-piroxênio granulito estratoides (com enclaves de quartzitos e calcissilicáticas), bem como ortognaisses graníticos granatíferos, caracterizados como produtos de anatexia parcial dos gnaisses kinzigíticos do atualmente denominado Complexo Nova Venécia.

comprimento, com a largura variando de 6 a 9 km, disposta segundo a direção SW-NE. De acordo com e Signorelli (1993) o granito é a litologia predominante.

- **Ortognaiss Santa Helena**- Esta unidade situa-se a norte do Maciço Alto Chapéu. Segundo Signorelli (1993) trata-se de uma rocha de composição granítica, porém com uma foliação gnáissica impressa. Possui granulação média a grosseira e feldspatos ocelares que podem atingir 0,5 cm. Possui matriz de coloração cinza a cinza escura e visualiza-se macroscopicamente o quartzo, feldspato, biotita e anfibólio.

O **Tonalito Alto Guandu**, possui uma forma aproximada norte-sul e ocorre entre a lente de mármore da Unidade São Joaquim - Grupo Italva, a norte da localidade de Cachoeiro de Itapemirim e os maciços Castelo e Aracê. Estão incluídos os ortognaisses granodioríticos com fácies tonalítica, granulação média a grosseira, localmente porfiroblástico com enclaves de gnaiss bandado e os ortognaiss graníticos. Portanto, nesta área geológica corre extração de rocha ornamental cuja denominação comercial é Cinza Andorinha, com granulação grossa cor cinza claro (FRECHIANI, 2021).

Depósitos aluviais e coluviais indiferenciados – Assim denominados todos os depósitos argilo-arenosos encontrados nos vales frequentemente acima do limite atingido pela penúltima transgressão, ocorrida no Pleistoceno.

Segundo o CPRM (2018), os principais recursos minerais extraídos em Castelo são: Granito Cinza Corumbá Suíte (unidade geológica Intrusiva Pedregulho/Santa Angélica); Mármore Marbela e Granito Golden Bordeaux (Grupo Italva), Mármore e Granito Ornamental e Calcário agrícola e industrial.

Por meio da verificação do Mapa Geológico do Estado do Espírito Santo (CPRM, 2018), observa-se que na porção sul do Estado do Espírito Santo, há um predomínio de lineamentos na direção NESW, com a presença de feixes de lineamentos na direção NW-SE, tendo relação com a estruturação da Faixa Ribeira esse domínio apresenta falhas, fraturas e foliações de direção NE-SW cortadas por estruturas de orientação NE-SW quase que perpendicularmente (BRICALLI, 2011).

A partir da análise da estrutura geológica de Castelo podemos identificar especificamente a presença de Dique, falha contracional e transcorrente sinistral, fraturas e lineamentos estruturais: traços de superfícies S (Figura 17).

4.4 GEOMORFOLOGIA

O município de Castelo está inserido no Domínio Morfoestrutural Cinturões Móveis Neoproterozóicos⁴, no contexto geomorfológico da faixa de Dobramentos Remobilizados⁵ na Região de Serras da Mantiqueira⁶/Caparaó, sendo composto de Unidades de Serras, Planaltos e dos Depósitos Sedimentares⁷, conforme o IBGE (2009) na escala 1:5.000.000 (Figura 18).

Por apresentar unidades geomorfológicas do Maciços do Caparaó I e II, caracteriza-se por um modelado intensamente dissecado com altitudes médias em torno de 600m, destacado por grandes elevações maciças, algumas superiores a 2.000 metros de altitude.

A conjugação de influências dos eventos tectônicos sobre essas rochas e de climas predominantemente úmidos é percebida nas formas de dissecação intensamente orientadas por falhas intercruzadas, escarpas adaptadas e falhas e elevações residuais.

Distingue-se das demais áreas da região Sul Capixaba por ressaltar níveis de dissecação escalonados formando patamares, delimitados por frentes escarpadas adaptadas a falhas voltadas para noroeste e com caimento topográfico para sudeste, sugerindo blocos basculados em decorrência de impulsos epirogênicos relacionados com a atuação dos ciclos geotectônicos, devido a área do município estar localizada nos Patamares Escalonados do Sul Capixaba.

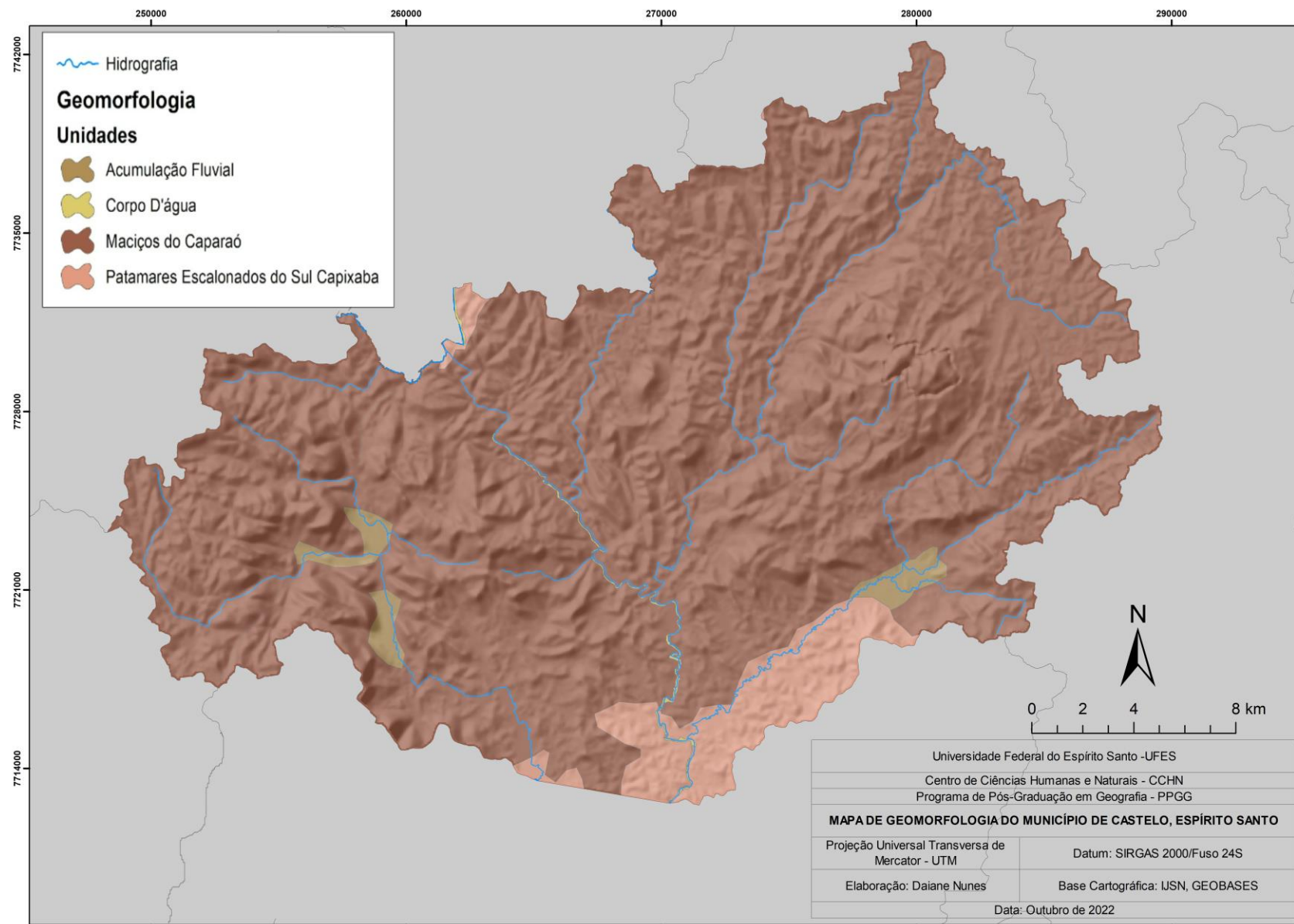
⁴ Definido no Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009) como extensas áreas representadas por planaltos, alinhamentos serranos e depressões interplanálticas elaborados em terrenos dobrados e falhados, incluindo principalmente metamorfitos e granitóides associados.

⁵ Essas faixas caracterizam-se pelas evidências de movimentos crustais, com marcas de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, impondo nítido controle estrutural sobre a morfologia atual (IJSN, 2012).

⁶ Planaltos da Mantiqueira Setentrional, que possui formação planáltica possui aspecto montanhoso fortemente dissecado, incluindo altitudes variadas dispostas geralmente em níveis altimétricos relacionados com as fases de dissecação comandadas pelos rios, adaptados às fraquezas litológicas e estruturais.

⁷ Depósitos sedimentares caracterizam-se pela ocorrência de sedimentos arenosos e argilo-arenosos com níveis de cascalho, basicamente do grupo da Formação Barreiras e dos ambientes costeiros, depositados durante o período Cenozóico.

Figura 18: Mapa de Geomorfológico do Município de Castelo/ES.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

4.5 VEGETAÇÃO

A classificação da vegetação a partir dos dados do RadamBrasil (1983), na escala 1:250.000 foi obtido pelo IBGE (1992), demonstra que o município de Castelo é contemplado por sete tipos vegetacionais: Floresta Ombrófila Densa⁸; Floresta Ombrófila Densa Montana⁹; Floresta Ombrófila Densa Submontana¹⁰; Floresta Estacional Semidecidual¹¹; Floresta Estacional Semidecidual Submontana¹²; vegetação Secundária sem Palmeiras em Floresta Ombrófila Densa¹³; Vegetação Secundária sem Palmeiras em Floresta Estacional Semidecidual¹⁴ (Figura 19).

⁸ Caracteriza-se por fanerófitos, lianas e epífitas em abundância, onde sua formação é condicionada pela ocorrência de temperaturas elevadas, em média 25°C, e altas precipitações, bem distribuídas durante o ano, cujo período seco varia de 0 a 60 dias.

⁹ Podem ser encontradas na faixa de altitude entre 500 e 1.000 metros. A estrutura florestal do dossel aberto, de 15 a 20 metros, é representada por ecótipos relativamente finos com casca grossa e rugosa, folhas miúdas e de consistência coriácea.

¹⁰ Se estendem pelas encostas das serras entre as altitudes de 50 a 500 metros, podendo ocorrer em vales e grotões protegidos nas cotas superiores. Trata-se da formação florestal característica das representações da Mata Atlântica.

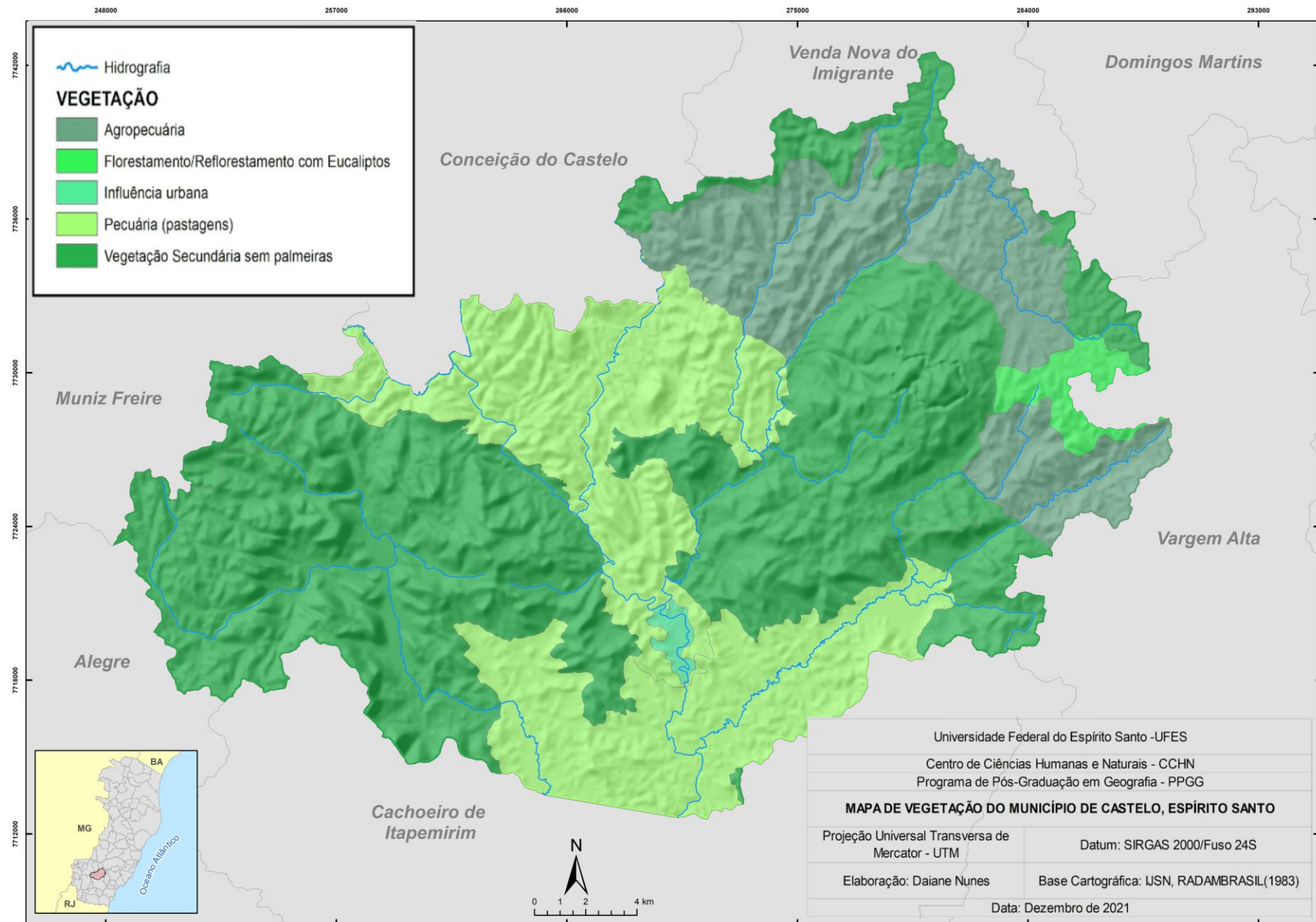
¹¹ Apresenta um porte em torno de 20 metros (estrato mais alto) e apresenta, como característica importante, uma razoável perda de folhas no período seco, notadamente no estrato arbóreo. Na época chuvosa, a sua fisionomia se confunde com a da floresta ombrófila densa.

¹² Se estendem pelas encostas das serras entre as altitudes de 50 a 500 metros, podendo ocorrer em vales e grotões protegidos nas cotas superiores.

¹³ Nesta classificação da vegetação brasileira os pastos, as capoeiras e os capoeirões, que são fases antrópicas da Vegetação Secundária.

¹⁴ São aquelas áreas onde houve intervenção humana para o uso da terra, seja com finalidade mineradora, agrícola ou pecuária, descaracterizando a vegetação primária.

Figura 19: Mapa de Vegetação do Município de Castelo/ES.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

4.6 SOLOS

Com base na classificação de solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA na escala 1:400.000, os solos que se desenvolvem em Castelo são descritos a seguir e podem ter sua distribuição espacial visualizada na Figura 20 (EMBRAPA, 2018):

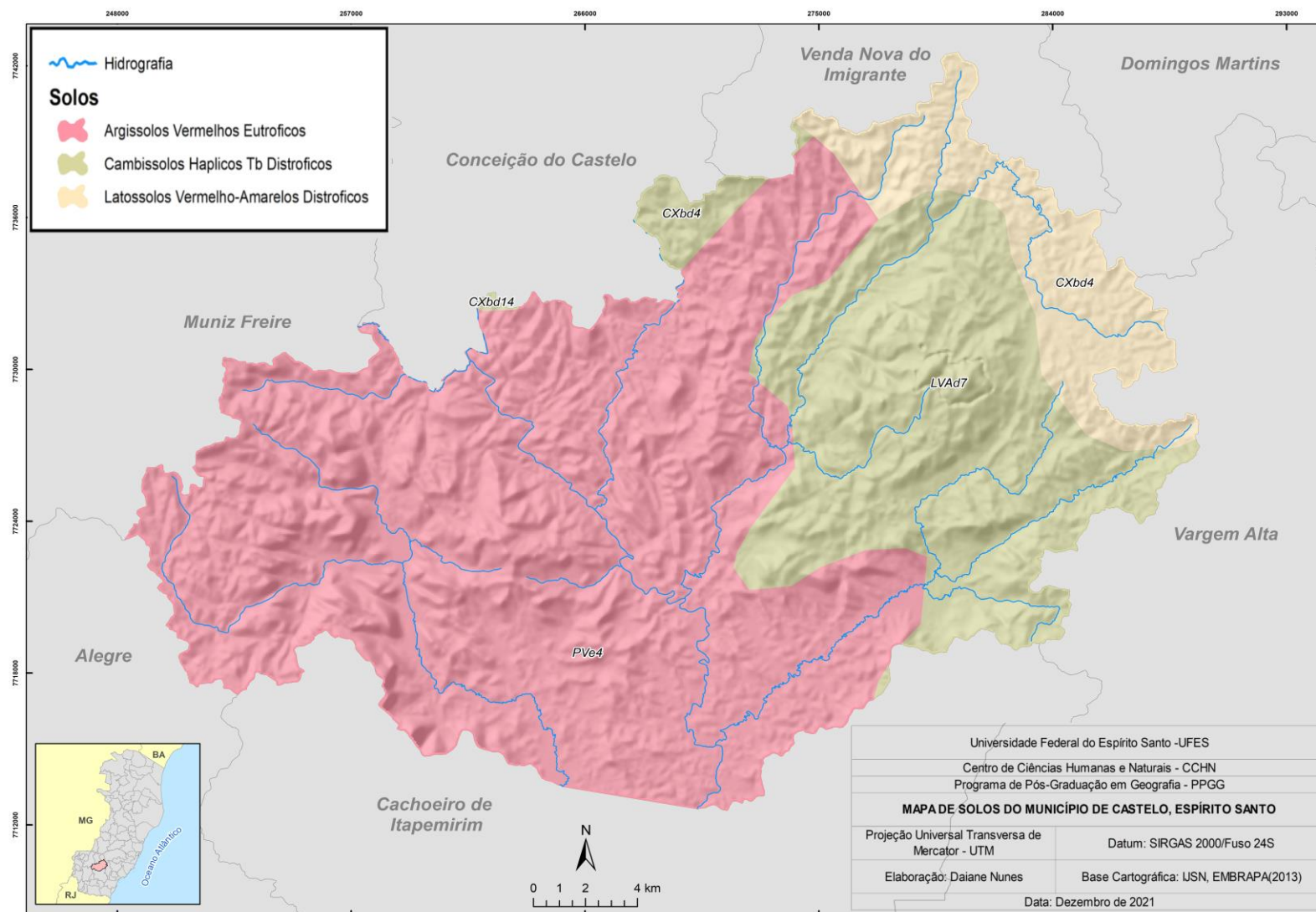
- Argissolo Vermelho Eutrófico - devido a teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário, em ambientes bem drenados. Apresenta fertilidade natural muito variável devido à diversidade de materiais de origem. O teor de argila no horizonte subsuperficial (de cor vermelha) é bem maior do que no horizonte superficial, sendo esse incremento de argila percebido sem dificuldade quando se faz o exame de textura, no campo.

Ocorrem geralmente em áreas de relevo ondulado, mas podem ser identificados em áreas menos declivosas, o que favorece a mecanização. As principais limitações são os declives dos terrenos mais acidentados e a deficiência de fertilidade.

- Cambissolos Háplicos Tb Distróficos –identificados normalmente em relevos forte ondulados e/ou montanhosos, que não apresentam horizonte superficial. São solos de fertilidade natural variável. Apresentam como principais limitações para uso, o relevo com declives acentuados, a pequena profundidade e a ocorrência de pedras na massa do solo.

- Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos - são identificados em extensas áreas dispersas em todo o território nacional associados aos relevos, plano, suave ondulado ou ondulado. Ocorrem em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade São muito utilizados para agropecuária apresentando limitações de ordem química em profundidade ao desenvolvimento do sistema radicular. Em condições naturais, os teores de fósforo são baixos. Outra limitação ao uso desta classe de solo é a baixa quantidade de água disponível às plantas.

Figura 20: Mapa Pedológico do Município de Castelo/ES.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

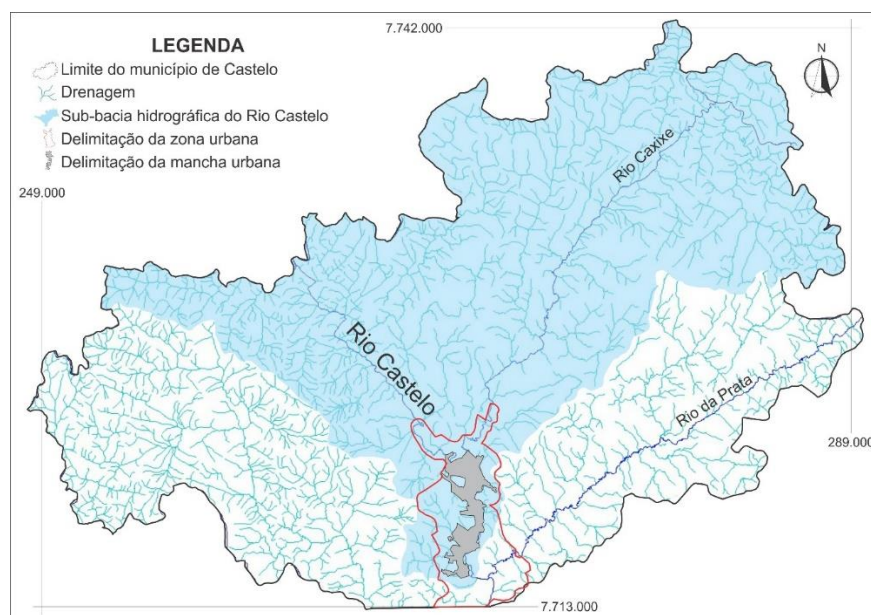
4.7 HIDROLOGIA

O município de Castelo, situado no sul do Estado do Espírito Santo, se desenvolveu no baixo curso da planície de inundação do Rio Castelo. Esta condição coloca a zona urbana do município em situação de risco, em relação às inundações. A Sub Bacia Hidrográfica do Rio Castelo (SBHRC) é parte integrante da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim (BHRI), que por sua vez pertence à Região Hidrográfica Costeira do Sudeste (RHCS), sendo essa última constituída pelas bacias hidrográficas de rios que deságuam no Atlântico (LOPES; LANA, 2012).

Segundo Santos (2016) a SBHRC, possui uma área de drenagem de aproximadamente 1500 km², onde o rio Castelo é um importante afluente do Rio Itapemirim e possui sua nascente em território do município de Conceição do Castelo, percorrendo parte dos territórios de Muniz Freire, Venda Nova do Imigrante, Vargem Alta e Castelo, fixando a sua foz no encontro com as águas do Rio Itapemirim dentro dos limites de Cachoeiro de Itapemirim (Figura 21).

No município de Castelo, os principais afluentes deste rio geram cinco microbacias hidrográficas, que são: MBH do Córrego Santo Amaro, MBH do Ribeirão São João, MBH do Rio Caxixe, MBH do Rio Castelo e MBH do Rio da Prata (CASTRO JUNIOR; SOBREIRA; BORTOLOTTI, 2007).

Figura 21: Delimitação da sub bacia hidrográfica do Rio Castelo (SBHRC), ressaltando a localização do Rio Castelo e seus principais afluentes, Rio Caxixe e Rio da Prata, assim como a zona urbana.



Fonte: SANTOS (2016).

4.8 USO E COBERTURA DA TERRA

O uso e cobertura da terra do município de Castelo é baseado na Lei Complementar Nº 002/2007 que institui o Plano Diretor Municipal de Castelo – PDM (2016), o ordenamento territorial abrange todo o território municipal, envolvendo áreas urbanas e rurais.

O território municipal divide-se em duas macrozonas, denominadas macrozona urbana e macrozona rural. A Macrozona Urbana do Município de Castelo é aquela ocupada ou já comprometida com a ocupação, bem como as zonas destinadas e necessárias ao crescimento do Município. A ocupação e o uso do solo na macrozona urbana de Castelo, considerando-se a disponibilidade de infraestrutura, o meio físico, a capacidade de adensamento e o grau de incômodo e poluição causados ao ambiente urbano, ficam estabelecidos com os seguintes conceitos e definições (PDM, 2016):

I - ZR - Zonas Residenciais são aquelas em que prevalece o uso para moradias unifamiliares ou multifamiliares e as atividades de apoio a esse uso, compatíveis entre si;

II – ZCO - Zonas Comerciais e de Serviços são aquelas em que prevalecem as atividades comerciais e de prestação de serviços, classificadas de acordo com as intensidades dessas atividades, admitida à incidência de uso residencial e de atividades econômicas ligadas aos setores primário e secundário;

III – ZM – Zonas Mistas são aquelas em que as atividades residenciais, comerciais, de serviços, industriais e agrícolas, compatíveis entre si, coexistem, sem a predominância de qualquer dessas atividades;

IV – ZIN - Zonas Industriais são aquelas em que prevalece a existência de indústrias e de atividades correlatas do setor secundário e incluem aquelas de seu apoio, viabilidade e complementação, compatíveis entre si;

V – ZOR – Zona de Ocupação Restrita, é a composta por áreas com restrições no aumento da ocupação urbana pela declividade do terreno e pela localização próxima com as áreas de vegetação significativa.

A Macrozona Rural engloba toda área que esteja fora da Macrozona Urbana. Ficam estabelecidas dentro da macrozona rural as seguintes Zonas:

I – ZRU1– Zonas Rurais urbanizadas, constituídas dos distritos da Estrela do Norte, Limoeiro, Monte Pio e Patrimônio do Ouro;

II – ZRU2 – Zonas Rurais não urbanizadas, constituídas de todas as demais áreas localizadas dentro da macrozona rural.

Segundo o IBGE (2017), em 2010 37,2% da população total de Castelo habitavam suas áreas rurais. Para a macrozona rural ficam estabelecidas as seguintes Zonas Especiais a seguir, por suas especificidades, deverão ter diretrizes que prevalecerão sobre as demais zonas.

I – ZEITA¹⁵– Zonas Especiais de Interesse turístico-ambiental;

II - ZEPP¹⁶ – Zonas Especiais de Proteção Permanente;

III – ZEIS¹⁷ – Zonas Especiais de Interesse Social.

As Zonas Especiais de Interesse Social classificam-se em três categorias:

I - ZEIS 1 – áreas públicas ou particulares com assentamentos irregulares e clandestinos ocupados pela população de baixa renda, significativamente precários do ponto de vista urbanístico e habitacional, predominantemente localizados em encostas com altas declividades e topos de morros, com acessibilidade inadequada, riscos e demandas por serviços urbanos e equipamentos comunitários, devendo o Poder Público promover a regularização fundiária e urbanística;

II - ZEIS 2 – áreas públicas ou particulares com assentamentos irregulares ou clandestinos ocupados por população de baixa renda, com atendimento parcial das demandas por infraestrutura e serviços urbanos e equipamentos comunitários, devendo o Poder Público promover a regularização fundiária e urbanização complementar.

¹⁵ São áreas formadas por sítios, ruínas, lugares, obras, monumentos, objetos e conjuntos de relevantes expressões junto ao subjetivo coletivo da população castelense, ou de expressões arquitetônicas, históricas, culturais, paisagísticas, que necessitam de políticas específicas para efetiva proteção, recuperação e manutenção deste patrimônio

¹⁶ São áreas públicas ou privadas destinadas à proteção e recuperação da paisagem e do meio ambiente.

¹⁷ Correspondem às áreas destinadas à manutenção e à instalação de Habitação de Interesse Social (HIS) e aos programas de regularização urbanística e fundiária.

III - ZEIS 3 – imóveis públicos ou particulares edificados ou não, não utilizados, dotados parcialmente de infraestrutura e serviços urbanos, necessários à implantação de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social – EHIS, com respectivos equipamentos comunitários e urbanização complementar adequados, que serão objeto de parcelamento, edificação ou utilização compulsórios.

Com relação às Áreas de Proteção Ambiental, Castelo conta com resquícios da cobertura florestal original, restando um total de 11.256 ha que correspondem a 17,0% da área total do município (ATLAS SOS MATA ATLÂNTICA, 2008).

As atividades econômicas do município de Castelo concentram-se em seu setor agropecuário, sendo que as principais atividades rurais, agrícolas e não agrícolas são: cafeicultura (arábica e conilon), pecuária mista (leite e corte), hortaliças, fruticultura, avicultura (corte e postura), silvicultura (eucalipto), culturas alimentares, suinocultura, ovinocultura, piscicultura, apicultura, agroindústria, artesanato e turismo rural.

A cafeicultura é a principal atividade econômica na zona rural do município de Castelo, desempenha uma importante função social na distribuição de renda para as famílias do campo, pois a cafeicultura está presente nas propriedades de predomínio de agricultura familiar, onde as lavouras são conduzidas pela família do proprietário ou em sistema de parceria agrícola (colonos). Estima-se que a atividade envolve um número de aproximadamente 4.000 famílias rurais, onde a cafeicultura é a principal fonte de renda para estas famílias. Esta atividade ocupa uma área de 12.976 hectares.

As principais produções animais no município são a pecuária de leite e pecuária de corte. Também em menor escala de produção temos a atividade de ovinocultura e caprinocultura.

O Município de Castelo apresenta grande potencial para a atividade de piscicultura. A partir de 2014, após um longo período de estiagem, os produtores rurais passaram a investir em armazenamento de água em suas propriedades. Com isso, mais de 300 novas barragens de médio e pequeno porte foram construídas. E em grande maioria a atividade de piscicultura foi inserida buscando o lazer, consumo e composição de renda familiar. A principal espécie cultivada é a tilápia, mas espécies como carpas, tambaqui, Tambacu e bagres (PDM, 2016).

5. METODOLOGIA

Existe, na atualidade, uma diversidade de metodologias aplicadas ao estudo de movimentos de massa, tais como: os inventários de movimento de massa; mapeamentos heurísticos¹⁸; modelos estatísticos (estatísticas multivariadas ou bivariadas); e modelos determinísticos que são modelos de bases físicas e matemáticas (VAN WESTEN; CASTELLANOS; KURIAKOSE, 2008; MARCHIORO, 2012; GUZZETTI *et al.*, 2012; EFFGEN *et al.*, 2017; LISTO *et al.*, 2021).

A metodologia anteposta para a pesquisa baseou-se na criação de um inventário de movimentos de massa a partir de arquivos históricos¹⁹ e verificação em campo²⁰ de alguns eventos do passado e do presente. Os eventos passados, devido à dificuldade de visualização da cicatriz no presente, foram identificados a partir de arquivos históricos (arquivos jornalísticos, relatórios técnicos e decretos de Defesas Civil Municipal), conversas com moradores afetados e visitação em campo da área de ocorrência do movimento de massa para tentativa de análise das características do evento passado.

Um requisito primário de um programa de pesquisa sobre a ocorrência do processo é determinar as frequências dos eventos em tantas escalas de tempo e espaço quanto possível. Assim, a análise de arquivos é, potencialmente, uma preliminar essencial para o estudo da ocorrência temporal de eventos de movimento de massa (BRUNSDEN; IBSEN, 1996).

Os movimentos de massa tendem a ocorrer onde ocorreram anteriormente (TEMME *et al.*, 2020; GUZZETTI, 2021). Para Guzzetti (2021) uma maneira de avaliar onde eles são esperados é inventariar os movimentos de massa antigos e novos.

O método utilizado foi respaldado em abordagens realizadas por Guzzetti *et al.* (1994), Brunsdn e Ibsen (1996); Glade (2001); Salaroli (2003). Inventários com base em arquivos, de forma geral, são encontrados em escala regional ou nacional e

¹⁸ Podem ser diretos, ou seja, baseados em levantamentos de campo, ou indiretos, que se utilizam da combinação de diversos mapas temáticos, com pesos assinalados aos diferentes parâmetros.

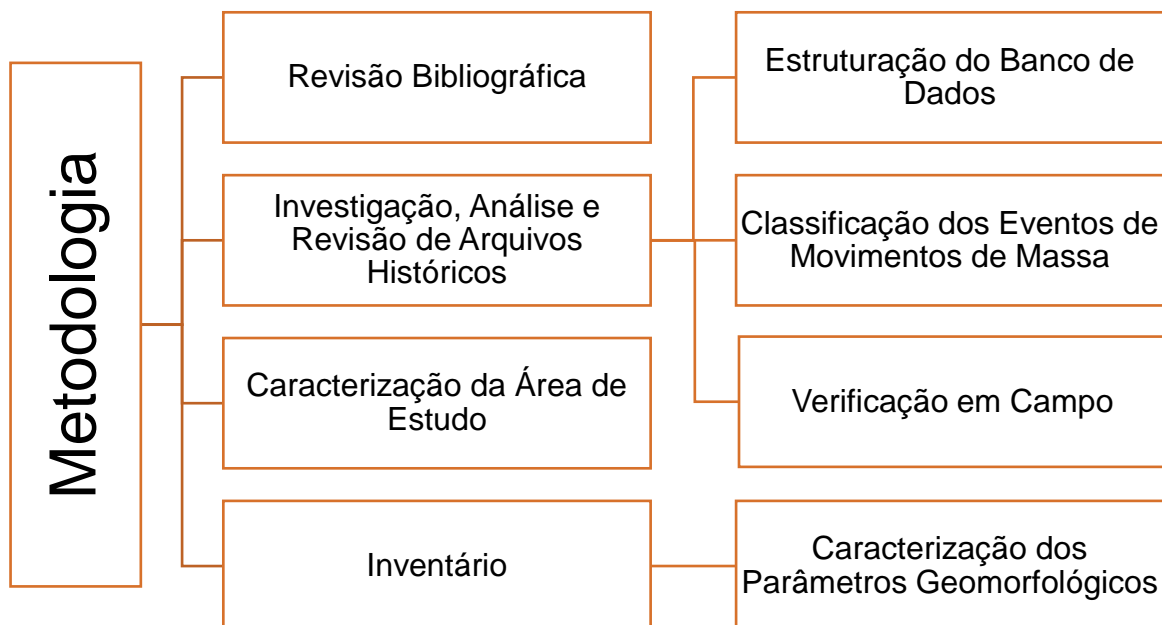
¹⁹ Arquivos da Prefeitura Municipal de Castelo/ES; reportagens de jornais locais, regionais e nacionais; laudos, relatórios técnicos e decretos da Defesa Civil Municipal e Estadual; entrevistas com moradores afetados e boletins de ocorrência.

²⁰ Registro da cicatriz do evento por meio de fotografias retiradas da área do evento, identificação do posicionamento geográfico por meio do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e descrição das observações realizadas em tabela. No campo, também foram realizadas entrevistas com moradores que foram afetados.

buscam alimentar bancos de dados com informações obtidas por meio de arquivos jornalísticos, publicações científicas, relatórios técnicos e decretos de Defesas Cíveis Municipais. Estes podem ser complementados por investigação de campo, de acordo com os tipos de movimento, magnitudes e impactos à sociedade (CEPED UFSC, 2012; BERNARDES *et al.*, 2019; LISTO *et al.*, 2021).

Para este estudo foi considerada a escala Municipal para a criação do inventário dos movimentos de massa. A fim de perfazer os objetivos propostos, a metodologia da presente pesquisa desenvolveu-se em 4 etapas inter relacionadas, apresentadas no fluxograma (Figura 22).

Figura 22: Fluxograma das etapas metodológicas.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

5.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A bibliografia foi revisada e apresentada no capítulo 3 da presente dissertação. O embasamento resultante desse estudo bibliográfico permitiu o conhecimento de diferentes classificações, quanto à tipologia dos movimentos de massa e metodologias de pesquisa para inventariá-los. Portanto, a revisão literária nacional e internacional auxiliou na escolha da classificação e metodologia empregada, por meio do programa Gerenciador de Referências Bibliográficas - Mendeley e bases de

dados do portal de periódicos do Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

5.2 INVESTIGAÇÃO, ANÁLISE E REVISÃO DE ARQUIVOS HISTÓRICOS

A segunda etapa consistiu na coleta de dados por meio da investigação, análise e revisão de arquivos históricos dos movimentos de massa ocorridos em Castelo. Os dados foram obtidos por meio da pesquisa em Arquivos da Prefeitura Municipal de Castelo; Reportagens de jornais locais, regionais e nacionais; Laudos, relatórios técnicos e decretos da Defesa Civil Municipal e Estadual; Entrevistas por meio de questionário semiestruturado com moradores afetados (Figura 23); e Boletins de ocorrência.

Figura 23: Modelo de entrevista utilizado na pesquisa.

(continua)

| ENTREVISTA | |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Campos | Descrição |
| Nome do entrevistado | Nome da pessoa que relatou e informou a ocorrência do evento. |
| Local do Evento | Nome da localidade que o evento ocorreu. Exemplo: bairro, rua ou distrito. |
| Data/Hora do evento | Data e hora aproximada da ocorrência do evento. |
| Fator deflagrador | Possível causa do evento. Exemplo: chuva, corte de talude, etc. |
| Atingidos | Número de pessoas feridas ou desabrigadas. |
| Afetados | Número de pessoas levemente feridas ou desalojadas. |
| Desaparecidos | Número de pessoas que foram afetadas, atingidas ou mortas durante o evento e não foram localizadas ao término do mesmo. |
| Mortes | Número de pessoas que perderam a vida no evento. |
| Danos públicos e privados de infraestrutura | Registro do tipo e número de bens públicos e/ou privados que foram danificados pelo evento. Exemplo: Escola, Unidades de Saúde, Estradas, Unidades agropecuárias, Lojas etc. |
| Descrição do evento | Breve descrição do evento. |

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

A entrevista realizada com moradores afetados em eventos de movimentos de massa foi necessária para a realização do inventário, pois como citado no capítulo 3, item 3.5 que dispõe sobre a origem e atuação da Defesa Civil Municipal de Castelo/ES, o órgão possui apenas 11 anos de atuação, motivo pelo qual foram encontrados poucos registros documentais e laudos descrevendo eventos ocorridos no Município.

O modelo de entrevista do estudo, utilizou de forma sucinta, algumas perguntas que foram utilizadas nas tabelas principal e relacional proposta por Duarte *et al.* (2016) (Figuras 24 e 25). As questões utilizadas consistem em informações fornecidas pelos entrevistados que auxiliaram no levantamento de investigações sobre eventos de movimentos de massa que ocorreram em Castelo/ES. Os dados das entrevistas permitiram estruturar o banco de dados sobre os eventos.

5.2.1 Estruturação do Banco de Dados

Para organização do banco de dados foi escolhido a proposta de Duarte *et al.* (2016) na qual propõe uma estrutura de banco de dados espacial e de fácil preenchimento, consonante com as principais ferramentas nacionais e internacionais e pelo qual se pode registrar eventos relacionados a movimentos de massa, facilitando e gerando informações estratégicas para as tomadas de decisão em escala estadual e municipal.

A proposta de Duarte *et al.* (2016) consiste em estrutura de banco de dados que é apresentada em uma tabela principal, uma tabela auxiliar para determinar a tipologia dos eventos e duas tabelas relacionais a serem relacionadas com a tabela principal.

Para estruturação da coleta de dados para o inventário, houve a necessidade de adaptar o modelo da tabela proposto por Duarte *et al.* (2016), utilizando-se a tabela principal (Figura 24) e uma tabela relacional (Figura 25), pois por se tratar de um inventário de Movimentos de Massa, não houve a necessidade de caracterizar outro tipo de evento, como também Ações de Redução de Risco - RRD.

Para a caracterização da tipologia dos eventos de Movimentos de massa, optou-se por utilizar a classificação de Augusto Filho (1992) (Figura 3), classificação mais utilizada atualmente em estudos referentes a movimentos de massa.

Figura 24: Tabela principal para cada registro de Evento.

(Continua)

| TABELA PRINCIPAL | | | |
|------------------|-------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
| | | Tipologia | Tipologia do processo perigoso (tab. auxiliar 1) |
| | | ID | Número de identificação do evento |
| | | Localização | Componente espacial – Localização e geometria |
| | | Data da Ocorrência | Data da ocorrência do evento |
| | | Hora da Ocorrência | Hora da ocorrência do evento |
| | Evento | Duração da Ocorrência | Duração do fator deflagrador que gerou o evento |
| | | Fator Deflagrador | Exemplo: Chuva, terremoto, tornado, etc... |
| | | Nome Característico | Nome que o evento ficou conhecido |
| | | Descrição do Evento | Breve descrição sobre o evento |
| | | Observação (opcional) | Informações consideradas importantes que não constem dos campos de Banco de Dados. |
| | | Atingidos | Número de pessoas feridas ou desabrigadas com médio a longo prazo de tempo para restabelecer a normalidade. |
| P&D | Danos Humanos | Afetados | Número de pessoas levemente feridas ou desalojadas com curto prazo de tempo para restabelecer a normalidade |
| | | Desaparecidos | Número de pessoas que foram afetadas, atingidas ou mortas durante o evento e não foram localizadas ao término do mesmo |
| | | Mortes | Número de pessoas que perderam a vida no vento. |
| P&D | Danos Públicos e de Infraestrutura | Escolas | Número de estabelecimentos de ensino que sofreram perdas e danos durante o evento (subdividido em perda total ou parcial). |
| | | Unidades de Saúde | Número de estabelecimentos de saúde que sofreram perdas e danos durante o evento (subdividido em perda total ou parcial) |

Figura 24: Tabela principal para cada registro de Evento.

(Conclusão)

| TABELA PRINCIPAL | | | |
|------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
| | | Outros Prédios Públicos | Número de edificações do Corpo de Bombeiros, Polícia, Prefeitura, Praça, etc... que sofreram perdas e danos durante o evento (subdividido em perda total ou parcial). |
| | | Sistema Viário ou Transporte | Extensão em Km de infraestrutura ligada ao sistema de transporte que sofreram perdas e danos durante o evento (subdividido em perda total ou parcial). |
| | | Rede Abastecimento Atingidas | Extensão em Km de infraestrutura ligada à rede de abastecimento (água, energia elétrica, esgoto, internet, telefonia, etc...) que sofreram perdas e danos durante o evento (subdividido em perda total ou parcial). |
| | | Unidades Habitacionais | Número de moradias (por família) que sofreram perdas e danos durante o evento (subdividido em perda total ou parcial). |
| | Danos Privados | Unidades de Comércio | Número de edificações comerciais (lojas, restaurantes, indústrias) que sofreram perdas e danos durante o evento (subdividido em perda total ou parcial). |
| | | Agropecuária | Quantidade de unidades agropecuárias que sofreram perdas e danos durante o evento (subdividido em perda total e dano parcial). |
| | | Nome do Coletor da Informação | Nome da pessoa ou instituição que coletou originalmente o dado. |
| Fonte | | Referência de Dado | Referências bibliográficas, links de internet ou quaisquer informações que referencie a origem do dado. |
| | | Data do Preenchimento | Data do preenchimento do formulário. |

Fonte: Duarte *et al.* (2016).

Figura 25: Tabela auxiliar a ser relacionadas com a tabela principal.

| TABELA AUXILIAR – ARQUIVOS | |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Campos | Descrição |
| ID | Número de Identificação do arquivo que associa ao evento. |
| Tipo de Arquivo | Tipo do arquivo associado ao evento (imagem, vídeo ou outros - JPEG/MP4/DOC). |
| Nome do Arquivo | Nome do Arquivo. |
| Fonte/Autor | Nome da pessoa ou instituição que coletou originalmente o dado. |
| Descrição do Arquivo | Descrição do conteúdo do arquivo. |
| Localização | Componente espacial – Localização e geometria. |
| Observação (opcional) | Informações consideradas importantes que não constem nos campos. |

Fonte: Duarte *et al.* (2016).

Para a complementação da tabela base, foram adicionadas aos Apêndices de A a P fotografias analógicas e digitais, reportagens e entrevistas realizadas a fim de comprovação dos eventos. A partir da estruturação dos eventos ocorridos em Castelo por meio das tabelas, foi possível classificar os eventos quanto a sua tipologia.

A temporalidade dos eventos foi determinada pelo período de dados coletados por meio dos arquivos históricos e da verificação em campo. O período considerado totalizou 39 anos, entre 1983 a 2022. A fonte dos dados foi descrita nas tabelas que compõem o apêndice.

5.2.2 Classificação dos Eventos de Movimentos de Massa

Na quarta etapa, inter relacionada com a terceira, foi realizada a classificação dos eventos de movimentos de massa que ocorreram no Município de Castelo seguindo a classificação de Augusto Filho (1992) que está referenciada no capítulo 3, item 3.3.2. da Classificação.

A classificação foi realizada por meio da revisão dos arquivos históricos e verificação em campo, com registro da tipologia identificada dos eventos nas tabelas estruturais, possibilitando caracterizar individualmente cada evento de Movimento de Massa ocorrido.

5.2.3. Verificação em Campo

A verificação em campo de alguns eventos para validação dos mesmos e coleta de dados de áreas que não foram vistoriadas pela Defesa Civil Municipal se tornou necessária para o desenvolvimento da pesquisa.

Observou-se durante a coleta de arquivos históricos, que os laudos referentes a eventos de movimentos de massa que ocorreram no Município de Castelo, eram poucos, em virtude da falta de profissionais capacitados para a produção dos laudos, como também eventos que foram desprezados pelo órgão em virtude de não terem sido notificados pela população.

A coleta de dados realizada por entrevistas foi inter relacionada com as visitas em campo, pois os moradores afetados, ou não, próximos as áreas vistoriadas, possibilitaram a complementação de informações pertinentes aos eventos.

Em campo, também foi realizada a validação dos eventos a partir de fotografias das cicatrizes do evento (passado e presente) e correção da localização do posicionamento geográfico por meio do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Configuradas no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e pelo Sistema Geodésico de referência SIRGAS 2000, zona 24S.

É importante salientar que alguns pequenos movimentos de massa foram identificados em campo, no entanto foram escolhidos os mais relevantes para serem analisados no presente trabalho.

5.3 CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para o presente trabalho a escala escolhida foi a Municipal, as características da área de estudo estão citadas no capítulo 4. Nesta etapa houve a necessidade do levantamento de informações referentes a área de estudo, como também a produção do mapeamento das características físicas do Município de Castelo por meio do *software ArcGis™ 10.6* (2018), a partir de informações do RADAMBRASIL (1983), CPRM (2018), do GEOBASES (2012/18), vinculado ao IJSN (2012) e a EMBRAPA (2013), os dados dos mapas referentes a fonte, ano e escala estão presentes na Figura 26.

Figura 26: Base de dados cartográficos utilizadas no presente trabalho.

| Base de dados cartográficos | Fonte /Ano | Escala |
|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Localização | IJSN (2018) | 1:20.000 |
| Vegetação | RADAMBRASIL (1983) | 1:250.000 |
| Geologia | IJSN (2018)/CPRM (2018) | 1:400.000 |
| Geomorfologia | IJSN (2012)/GEOBASES (2012, 20/20) | 1:250.000 |
| Hipsometria | IJSN (2012)/GEOBASES (2012, 20/18) | 1:5.000 |
| Vegetação | RADAMBRASIL (1983) | 1:250.000 |
| Solos | EMBRAPA (2013) | 1:5.000.000 |
| Uso e Cobertura da terra | IJSN (2012)/GEOBASES (2012, 20/20) | 1:20.000 e 1:5.000 |

Fonte: RADAMBRASIL, (1983);GEOBASES (2012/20); IJSN (2012 /18); CPRM (2018); EMBRAPA, (2018).




5.4 INVENTÁRIO

Nesta etapa metodológica foi realizada a compilação dos resultados a partir dos dados coletados por meio dos arquivos históricos e verificação em campo. Os arquivos históricos e a verificação em campo permitiram identificar a espacialidade e a temporalidade dos eventos ocorridos em Castelo e principalmente identificar a recorrência de eventos em uma mesma área.

As análises morfométricas foram realizadas por meio do *software ArcGis™ 10.6* (2018), a partir do Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando a base cartográfica do Geobases, na qual foi possível obter a identificação da localização dos eventos de movimentos de massa. As bases cartográficas foram configuradas no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e o Sistema Geodésio de referência SIRGAS 2000, zona 24S. Essas configurações são de suma importância, pois, garantem ao mapeamento integridade e padronização cartográfica (PARISE, 2001; VAN WESTEN; CASTELLANOS; KURIAKOSE, 2008; GUZZETTI *et al.* 2012; LISTO, 2021).

Por meio do *software ArcGis™ 10.6* (2018) foi realizada a compilação da temporalidade com a espacialidade dos eventos em pontos, identificados a partir da coleta de dados. A construção da legenda representou os pontos organizadas em décadas, com coloração diferenciada, conforme a Figura 27.

Figura 27: Legenda representativa dos eventos de movimentos de massa ocorridos em Castelo/ES, organizados em décadas.

| Eventos de Movimentos de Massa ocorridos em Castelo/ES | |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Década | Coloração |
| 80 - 90 |  |
| 2000 - 2010 |  |
| 2010 - 2022 |  |

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Os dados reunidos no Inventário foram agrupados através de mapas temáticos, gráficos e tabelas, permitindo definir a tipologia, quantificar os movimentos de massa, identificar a distribuição temporal (meses e anos) e espacial (localização) de maior frequência, os parâmetros geomorfológicos e as ações antrópicas.

Cada evento foi registrado em uma tabela descritiva proposta por Duarte *et al.* (2016), nas quais dados como tipologia, descrição e data de ocorrência dos eventos foram registrados. Para validação dos dados foram incorporadas fotografias e entrevistas nas tabelas dos eventos de movimento de massa, totalizando 42 tabelas. As tabelas dos eventos principais estão anexadas no apêndice deste trabalho.

5.4.1 Caracterização dos parâmetros geomorfológicos

Os movimentos de massa segundo Bigarella e Passos (2003) e Flach e Meurer, (2017), são influenciados principalmente por parâmetros geomorfológicos. A partir dos dados inventariados houve a necessidade da compilação da localização dos eventos com os parâmetros geomorfológicos, buscando assim relacionar a espacialidade e a temporalidade dos eventos.

Para georreferenciar a localização dos eventos e relacioná-los com os parâmetros geomorfológicos, os mapas temáticos de caracterização da área de estudo e do levantamento do inventário, foram elaborados a partir da utilização do *software ArcGis™* 10.6 (2018).

- mapa geológico - os dados geológicos foram adquiridos em arquivo *shape* (*shp*), através do mapa geológico em escala 1:400.000 do CPRM (2018), sendo preservados os padrões de cores e símbolos nas representações.
- mapa declividade - para a elaboração do mapa de declividade, utilizou-se a ferramenta *topo raster* com dados de entrada as curvas de nível com espaçamento de 5 x 5m. Posteriormente, aplicou-se a ferramenta *slope* do ArcGis™ 10.6 (2018) e conseqüentemente, a reclassificação a partir da EMBRAPA (1999), conforme a Figura 28:

Figura 28: Classes de declividade que foram consideradas na análise.

| CLASSES DE DECLIVIDADE | |
|------------------------|-------------|
| Relevo | Faixa (%) |
| Plano | 0 a 3 |
| Suave Ondulado | 3 a 8 |
| Ondulado | 8 a 20 |
| Forte Ondulado | 20 a 45 |
| Montanhoso | 45 a 75 |
| Escarpado | Acima de 75 |

Fonte: EMBRAPA (1999).

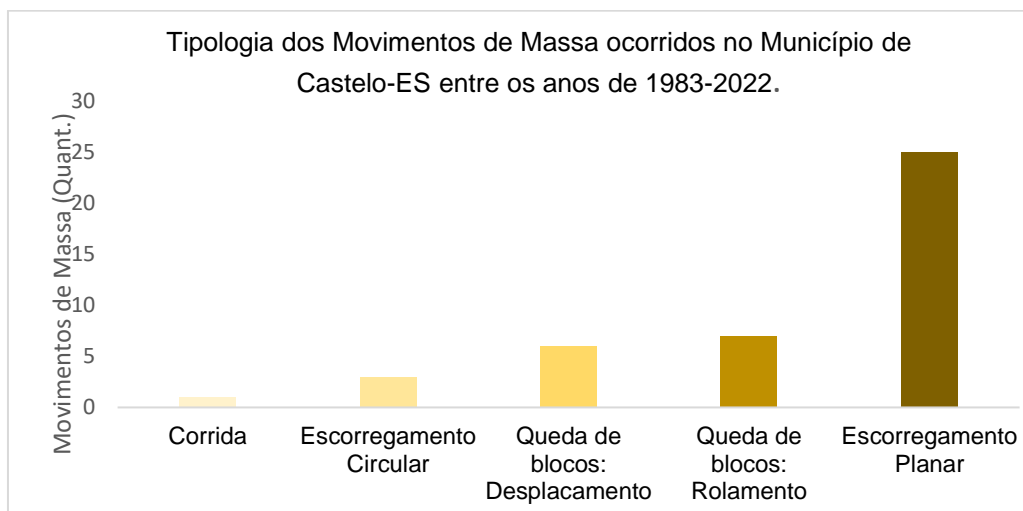
- mapa hipsométrico - Para a elaboração do mapa de hipsometria, utilizou-se como base curvas de nível com espaçamento de 5 x 5m e aplicou-se a ferramenta *slope* do ArcGis™ 10.6 (2018). Foi criado o *raster* com representação hipsométrica através da ferramenta *Build DEM*, onde a cor verde representa altitudes mais baixas, enquanto as de tons marrom e branco representam as altitudes mais elevadas de Castelo (Figura 37).
- mapa geomorfológico - para a construção do mapeamento geomorfológico foi utilizado a base de dados do IJSN (2012) e o do GEOBASES (2012/18) com a escala 1:250.000.
- mapa uso e cobertura da terra - foi processado através de fotointerpretação da base de dados do IJSN na escala 1:20.000 e por meio da classificação de acordo com as definições utilizadas no mapeamento do GEOBASES (2012, 20/18), na escala 1:5.000.

6.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 INVENTÁRIO DOS MOVIMENTOS DE MASSA

A partir da investigação dos dados, por arquivos históricos e verificação em campo, foram identificados 42 eventos de movimentos de massa, com a temporalidade entre os anos de 1983 a 2022, totalizando 39 anos de dados, os quais foram classificados segundo a tipologia de Augusto Filho, 1992 (Figura 30) em: escorregamentos planares - 25 (vinte e cinco), escorregamento circulares - 3 (três), queda de blocos: rolamento – 7 (sete), queda de blocos: deslocamento - 6 (seis) e corrida - 1 (um) (Figura 29 e Figura 30). Foram identificados 2 pontos/eventos de rastejo que estavam presentes na mesma área de escorregamento circular, para este estudo foi evidenciado o escorregamento circular sobre o rastejo.

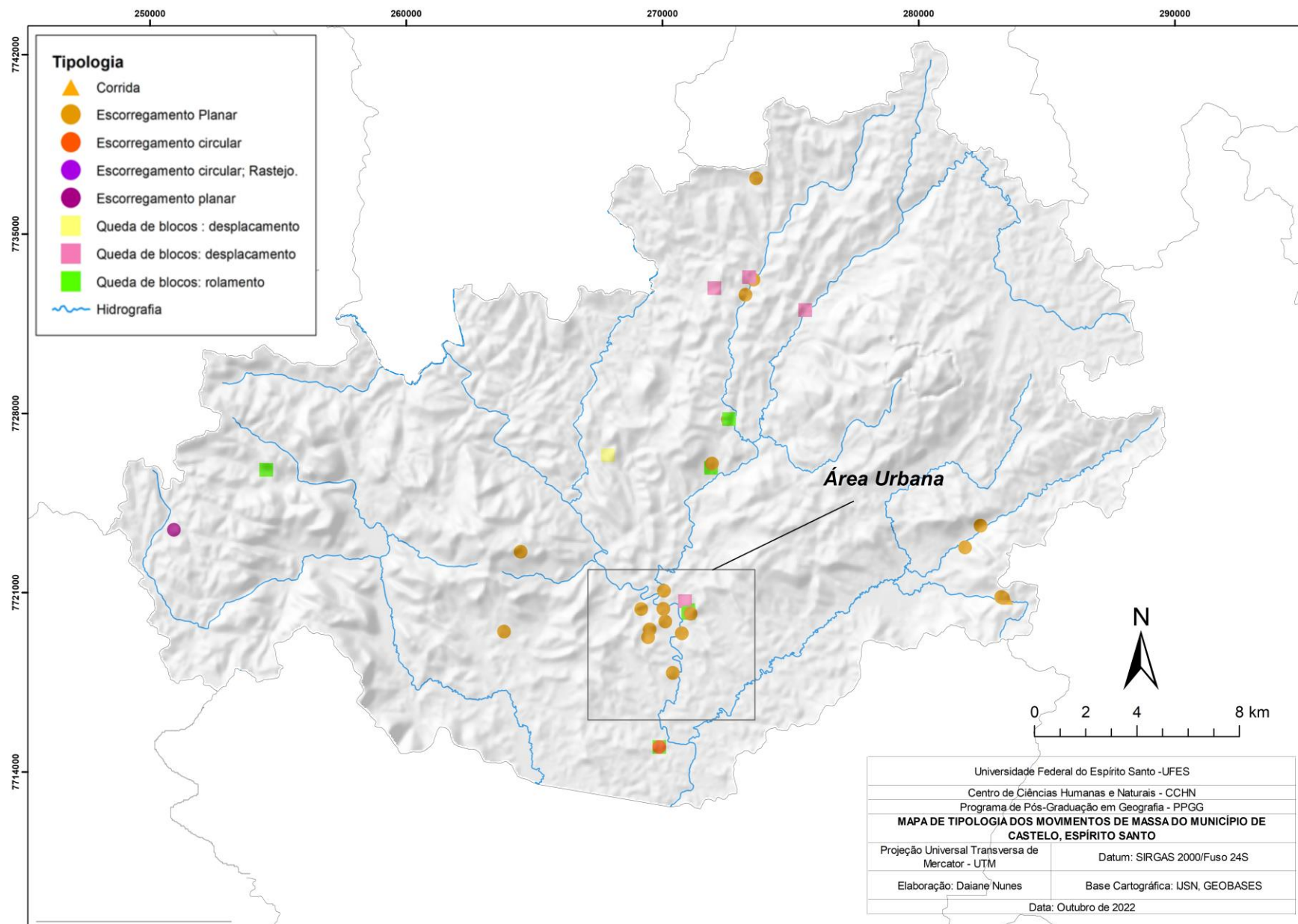
Figura 29: Tipologia dos Movimentos de ocorridos no Município de Castelo/ES entre os anos de 1983 e 2022.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Segundo Temme *et al.* (2020) e Guzzetti (2021), os movimentos de massa tendem a ocorrer onde ocorreram anteriormente. Desse total de 42 pontos de eventos identificados 16,6% deles foram recorrentes, destacam-se os pontos nomeados como Niterói (ocorrências nos anos de 1983, 2019 e 2020); Serra dos Monos (ocorrências em 2001 e 2009); Rodovia Pedro Cola Km 30 (ocorrências nos anos 2013 e 2020).

Figura 30: Mapa localizando as Tipologias dos eventos de Movimentos de Massa ocorridos em Castelo/ES.



Fonte: elaborado pela autora (2022).

6.2 RELAÇÃO ENTRE OS MOVIMENTOS DE MASSA E A PRECIPITAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CASTELO/ES

Os dados sobre os índices pluviométricos do período de 1983 a 2022, nos locais dos eventos de movimentos de massa analisados são inexistentes em sua maioria, uma vez que os dados climatológicos e a Estação Meteorológica mais próxima, localiza-se em Pacotuba, Distrito de Cachoeiro de Itapemirim/ES, como também a falta de registros dos índices por meio da Defesa Civil de Castelo/ES, que possui apenas 11 anos de existência.

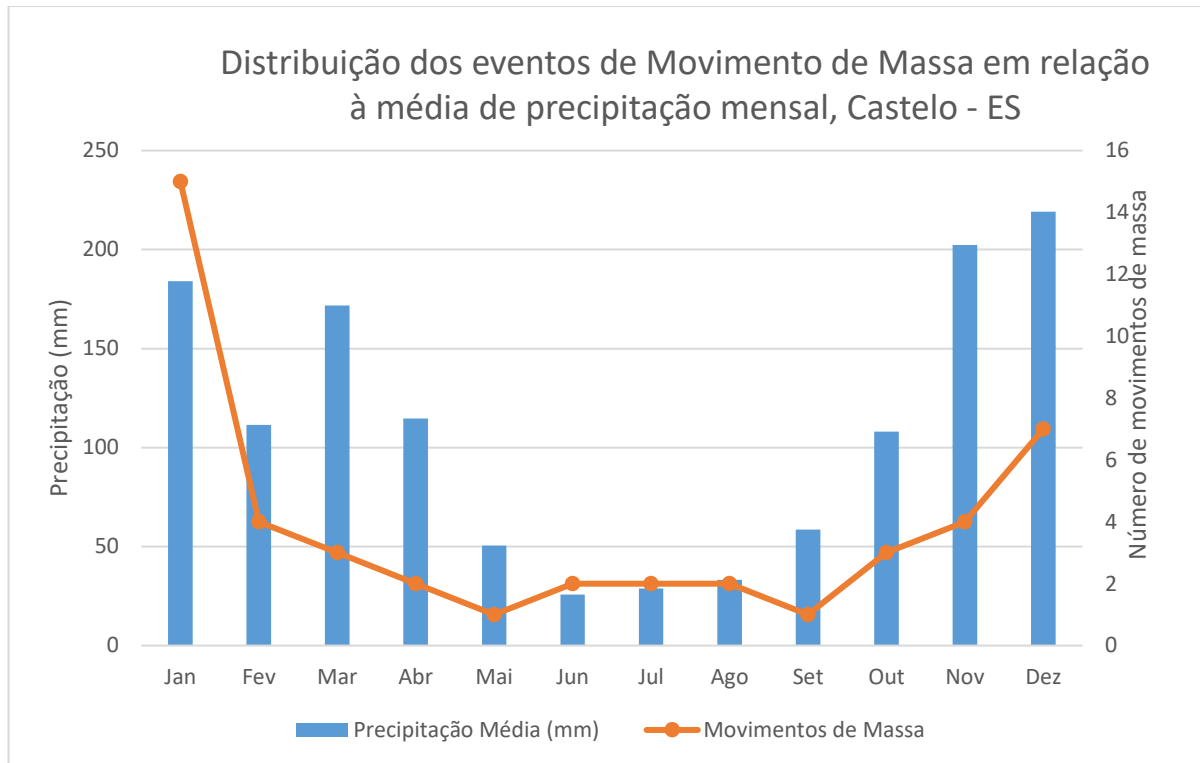
O clima de Castelo é o tropical úmido o que resulta em uma estação chuvosa (verão e primavera) e a outra seca (inverno e outono). A partir do levantamento dos dados, foi identificado a relação do período chuvoso com a ocorrência dos movimentos de massa identificados. Uma das justificativas seria a forte presença da ZCAS, principal sistema meteorológico do verão no Brasil responsável por um período prolongado de chuva frequente e volumosa sobre parte das Regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste. Mas este sistema também pode ocorrer durante a primavera. O elevado volume de chuva produzido durante a atuação da ZCAS, que em média atua por um período de 4 a 10 dias, pode representar grande parte da chuva do trimestre mais chuvoso do ano. Estas chuvas acumuladas, muitas vezes, deflagram movimentos de massa (TOMINAGA, 2009; MARCHIORO *et al*, 2012; SOUZA *et al.*, 2012; BOTELHO, 2014).

Dos eventos de movimentos de massa ocorridos em Castelo, 78,5% aconteceram nos meses chuvosos (Gráfico 2). Período este que se estende de outubro a abril, apresentando os maiores índices pluviométricos, de maneira geral acima de 170mm (Figura 31). Essa verificação vai de encontro com estudos como de Bauzys (2012), Marchioro *et al.* (2012), Flash e Meurer (2017), nos quais as chuvas acumuladas indicaram forte relação com movimentos de massa.

Não podemos deixar de ressaltar também aqui a importância de se avaliar o papel da umidade antecedente do solo como condicionante para com eventos de movimentos de massa. Sabendo que na literatura os movimentos de massa estão associados a chuvas acumuladas, quando é elevada a poro-pressão positiva em uma superfície de descontinuidade, alterando a estabilidade da encosta.

(GUIDICINI; NIEBLE, 1984; SELBY, 1993; IPT, 2007; TOMINAGA, 2009; MARCHIORO *et al*, 2012; FERNANDES; AMARAL, 2019;).

Figura 31: Distribuição dos eventos de Movimento de Massa em relação à média de precipitação mensal, Castelo/ES.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

6.3 RELAÇÃO ENTRE OS MOVIMENTOS DE MASSA E O PARÂMETROS GEOMORFOLÓGICOS DO MUNICÍPIO DE CASTELO/ES

Várias feições podem atuar como fatores condicionantes de movimentos de massa. Muitas delas possuem sua origem associada a processos geológicos e geomorfológicos que atuaram no passado e que, em muitos casos, ainda atuam naqueles locais (FERNANDES; AMARAL, 2019). Sendo rara a ocorrência de um evento com apenas um desses condicionantes (VARNES, 1978; BRUSDEN; PRIOR, 1984; SASSA, 1989; SELBY, 1993; GOUDIE, 1995; JATOBÁ; LINS, 1998; FERNANDES *et al.*, 2001; BIGARELLA; PASSOS, 2003; GUERRA, 2008; TOMINAGA, 2009; GUERRA; JORGE, 2013; SOARES; BATEIRA, 2013; EFFGEN, 2018; REICHENBACH *et al*, 2018; LISTO *et al.*, 2021).

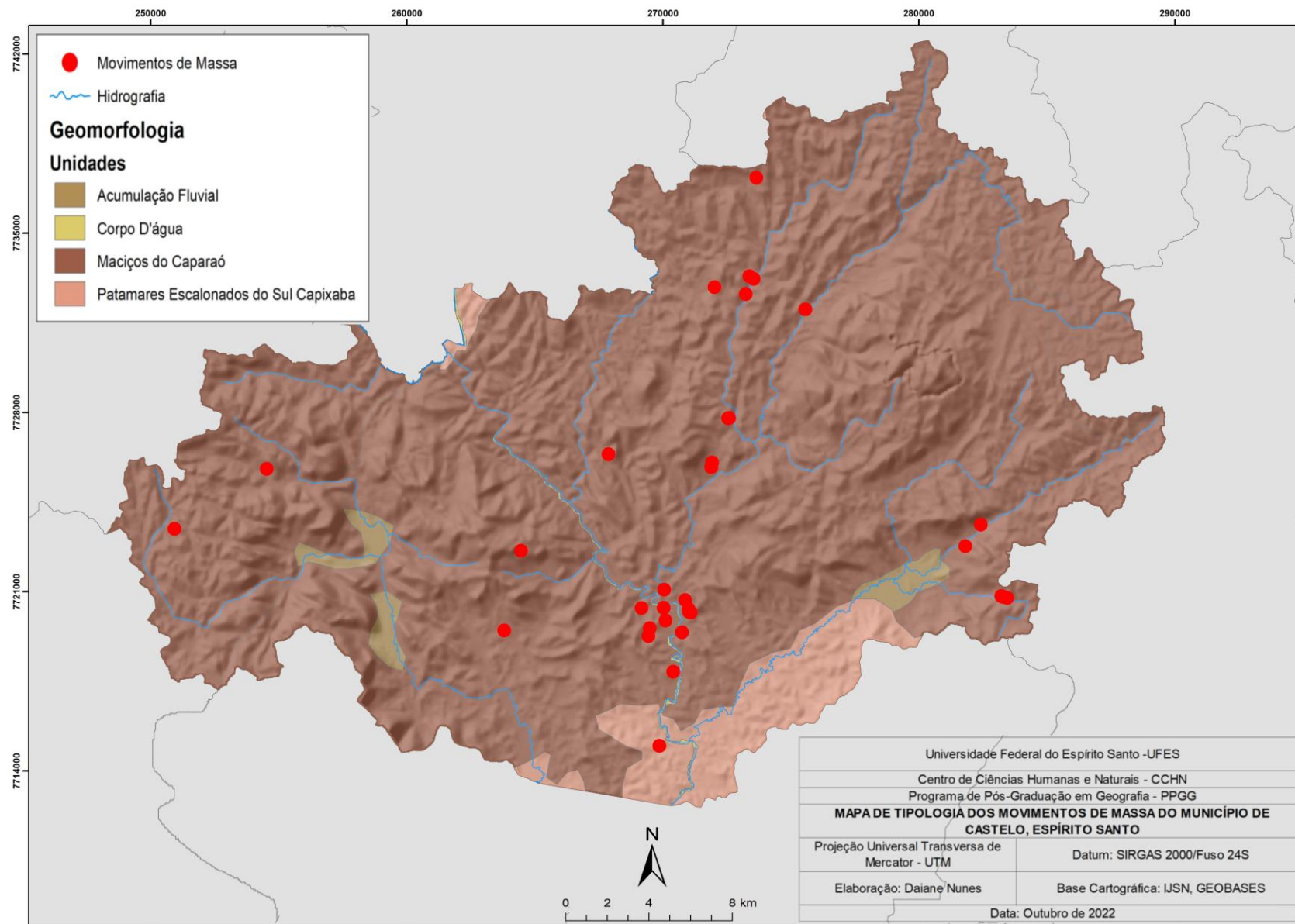
Ao relacionar os eventos de movimentos de massa (ocorridos em Castelo no período de 1983-2022) com sua geomorfologia, verificou-se que 98,7% das ocorrências localizam-se nas unidades geomorfológicas do Maciços do Caparaó I e II, caracterizados por um modelado intensamente dissecado com altitudes médias em torno de 600m, destacado por grandes elevações maciças, algumas superiores a 2.000 metros de altitude.

Eventos de movimentos de massa nos maciços rochosos podem ser influenciados diretamente pela presença de fraturas de alívio de tensão. A água infiltrada nas fraturas pode gerar descontinuidades mecânicas, ocasionando o movimento (SILVA; BOTELHO, 2014; FERNANDES; AMARAL, 2019).

Com relação a unidade geomorfológica Patamares Escalonados do Sul Capixaba, apenas 2,3% dos eventos ocorreram nessa unidade. Essa porcentagem justifica-se em virtude da menor presença dessa unidade geomorfológica na área do município de Castelo. Segundo o RadamBrasil (1983), Patamares Escalonados do Sul Capixaba podem ser caracterizados como um conjunto de relevo que funcionam como degraus de acesso aos seus diferentes níveis topográficos, com morfologia de aspecto preferencialmente homogêneo (Figura 32).

A partir dos resultados, verificou-se que a maior incidência de eventos ocorrerem nas unidades geomorfológicas do Maciços do Caparaó I e II pois a mesma é a principal unidade geomorfológica do município de Castelo/ES.

Figura 32: Relação entre a estrutura geomorfológica e a distribuição dos eventos de Movimentos de Massa ocorridos em Castelo/ES.

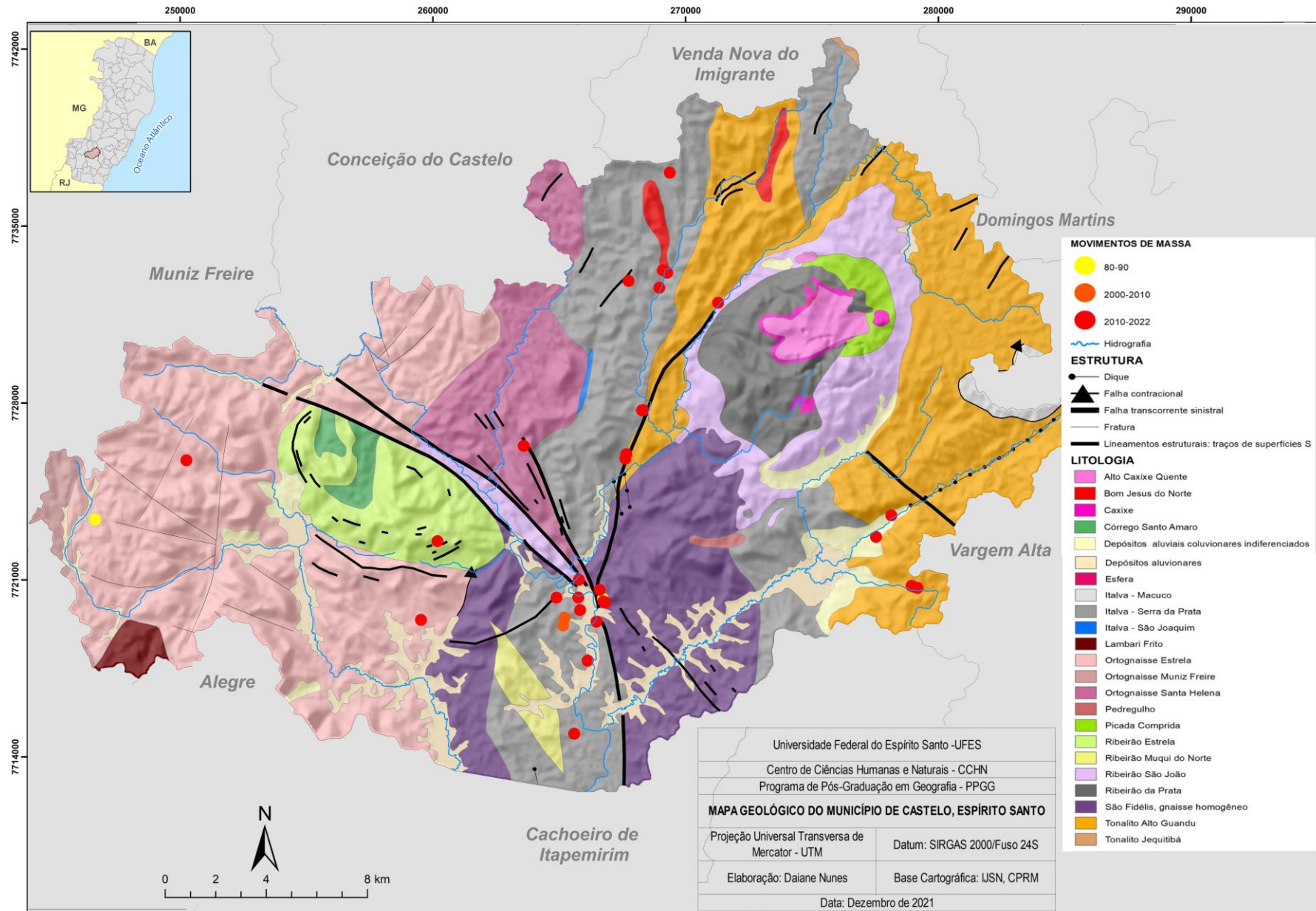


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Um aspecto importante relacionado à ocorrência de movimentos de massa pode estar relacionado à presença de estruturas geológicas (falhas e fraturas), que correspondem à linhas de fraqueza da crosta terrestre (TOMINAGA, 2009; BRICALLI, 2011; FERNANDES; AMARAL, 2019;), especialmente com relação aos locais de ocorrência e a relação com aspectos geológicos estruturais (Figura 33).

Dos 42 (quarenta e dois) registros de movimentos de massa, 61,9% ocorreram nas proximidades de falha transcorrente sinistral e/ou lineamentos estruturais: traços de superfície S. Desses 61,9%, dos eventos, 49,7% foram correspondentes a escorregamentos planares e 12,2% corresponderam a queda de blocos: rolamento. 38,1% dos movimentos de massa registrados não ocorreram nas proximidades de lineamentos demarcados na escala supracitada (Figura 33). Neste sentido, Pimentel (2022) encontrou uma relação semelhante entre lineamentos estruturais e falhas com movimentos de massa, sem com tudo, elencar a tipologia dos mesmos, evidenciando que apesar da relação, não são todos os tipos de movimentos de massa que podem estar intrinsicamente associados aos aspectos geológicos.

Figura 33: Estrutura geológica e distribuição dos Movimentos de Massa ocorridos no período de 1983 a 2022 de Castelo/ES.



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Na Figura 34 podemos observar 2 (dois) eventos que ocorreram nas proximidades da falha transcorrente sinistral da geologia de Castelo. As áreas desses eventos de movimento de massa são recorrentes, encontram-se próximo ao km 30 da Rodovia Pedro Cola (Apêndice M) e na Localidade de Pedreira (Apêndice P).

Figura 34: Foto A: Queda de blocos: rolamento, Rodovia Pedro Cola km 30, Castelo/ES, 2020. Foto B: Queda de blocos: deslocamento, Localidade de Pedreira, Castelo/ES, 2022.

Foto A: Queda de blocos: rolamento, 2020.



Foto B: Queda de blocos: deslocamento, 2022.

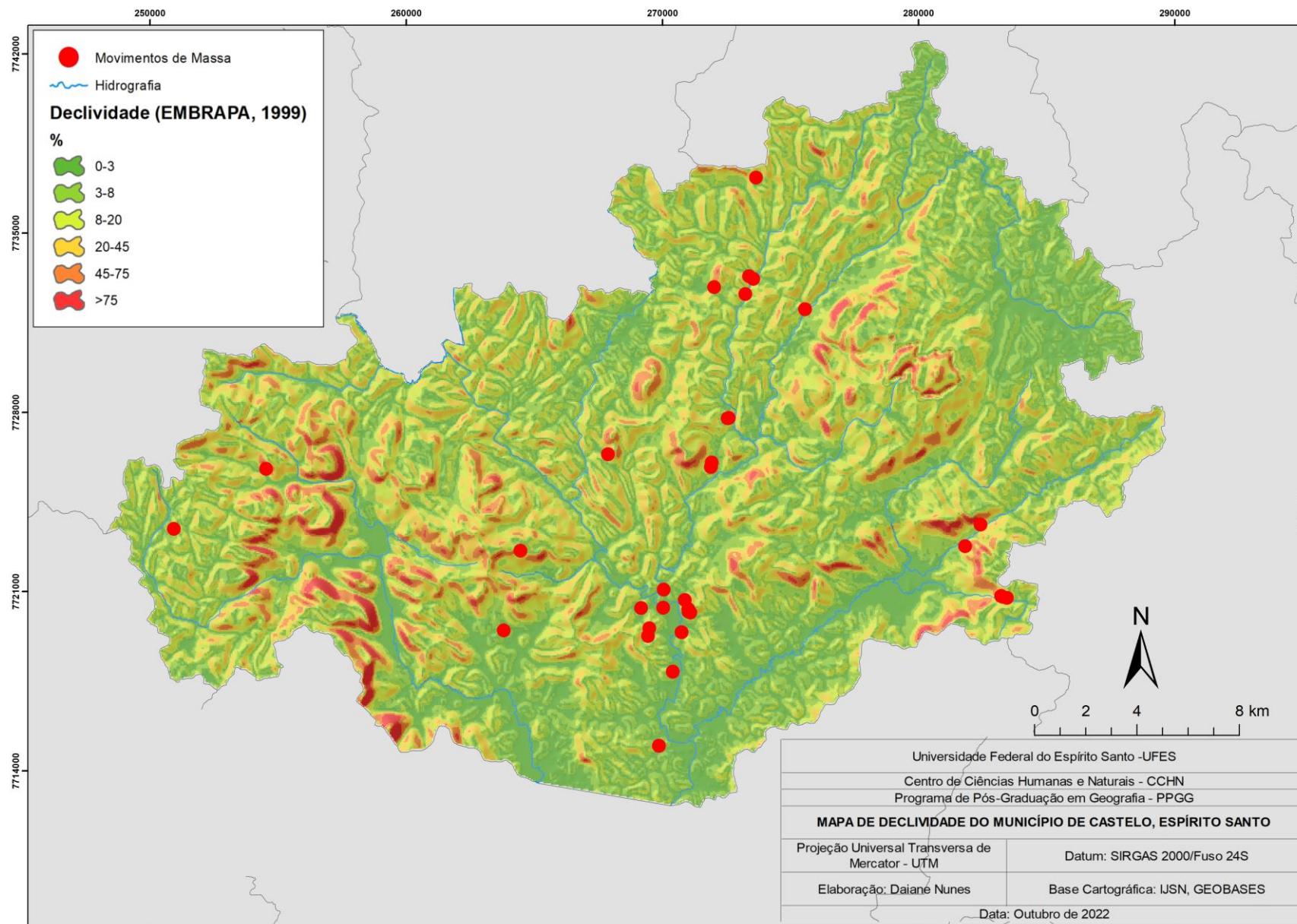


Fonte: Autora (2022).

Essa verificação foi feita a partir de observações visuais após a geração do mapeamento, é necessário aprofundamento de estudos para determinar quais tipos e quantidades de movimentos de massa podem estar relacionados com as áreas de falhas de Castelo.

Quando comparado a localização dos eventos com o relevo, verificou-se que 82,3% dos eventos de movimentos de massa de Castelo ocorreram na faixa de 20 a 45% de declividade (Figura 35), do relevo forte ondulado (Figura 36). Essa constatação vai de encontro com estudos de Salter, Crippen e Noble (1981), que ao analisarem a distribuição de deslizamentos na Nova Zelândia após chuvas intensas observaram que a maioria dos movimentos de massa ocorreram em encostas com declividade acima de 20%. Tal comportamento foi atribuído a variações no tipo de cobertura vegetal e ao fato de que nas encostas mais íngremes os solos já teriam sido removidos por movimentos anteriores.

Figura 35: Distribuição dos eventos de movimentos de Massa ocorridos em Castelo/ES em sua declividade.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ao se tratar da elevação hipsométrica de Castelo, nota-se que o relevo é contornado de norte até o Sudeste por superfícies mais elevadas. As superfícies mais planas são encontradas mais ao centro do município, onde se encontra a área edificada e a sede do mesmo (Figura 36).

O mapeamento da hipsometria foi realizado por meio da ferramenta *Build DEM*, onde a cor verde representou altitudes mais baixas, enquanto as de tons marrom e branco representam as altitudes mais elevadas de Castelo. A partir da observação da imagem gerada, verificou-se que 59,5% dos eventos variavam em altitudes de 100 a 300m, 14,2% em altitudes de 300 a 500m, 11,9% em altitudes de 500 a 700m e 14,2% dos eventos variavam em altitudes de 700 a 900m.

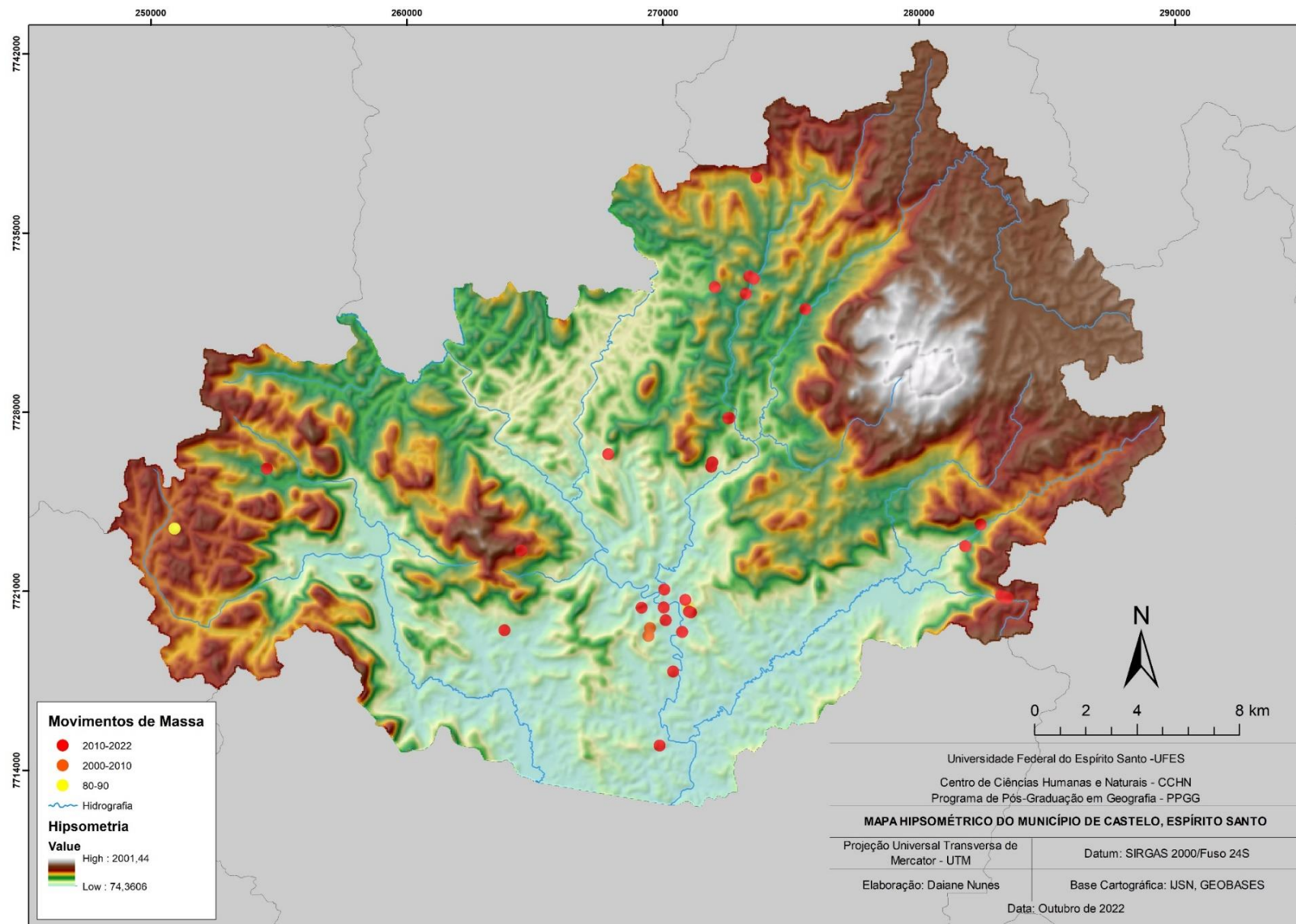
Essa verificação vai de encontro com estudos de Bigarella e Passos (2003) e Aguiar e Santos (1991) referente à ocorrência de escorregamentos em Cubatão/SP, estes “verificaram que a maior frequência de eventos de movimentos de massa se situava entre 150 e 750m, sendo que abaixo e acima, os movimentos teriam sido poucos frequentes”. Behling (2017), indicou em sua pesquisa que os fatores que são condicionantes dos processos mais significativos ocorreram em hipsometria acima de 159 metros.

Com relação ao fator altitude, também correlacionado aos movimentos de massa, é importante salientar que, embora condicionante, não existem limites precisos para classificar o nível de suscetibilidade do terreno com relação a hipsometria (PINTO; PASSOS; CANEPARO, 2013).

6.4 USO E COBERTURA DA TERRA

Os movimentos de massa têm impacto direto no uso e cobertura da terra, da mesma forma os impactos das ações humanas sobre as encostas representam o principal fator condicionante dos eventos de movimentos de massa (SMALL; CLARK, 1982; GUERRA, 2008).

Figura 36: Distribuição dos eventos de Movimentos de Massa na hipsometria de Castelo/ES no período de 1983 a 2022.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Verificou-se que 99,5% dos eventos de movimentos de massa que ocorreram em Castelo, foram em áreas que sofreram intervenção humana (Figura 37). Segundo Oliveira (2010) as ações humanas para a implantação da agricultura, pecuária, mineração e urbanização podem alterar as características originais das encostas através da retirada da vegetação.

Figura 37: Movimento de Massa ocorrido em área de ações antrópicas.

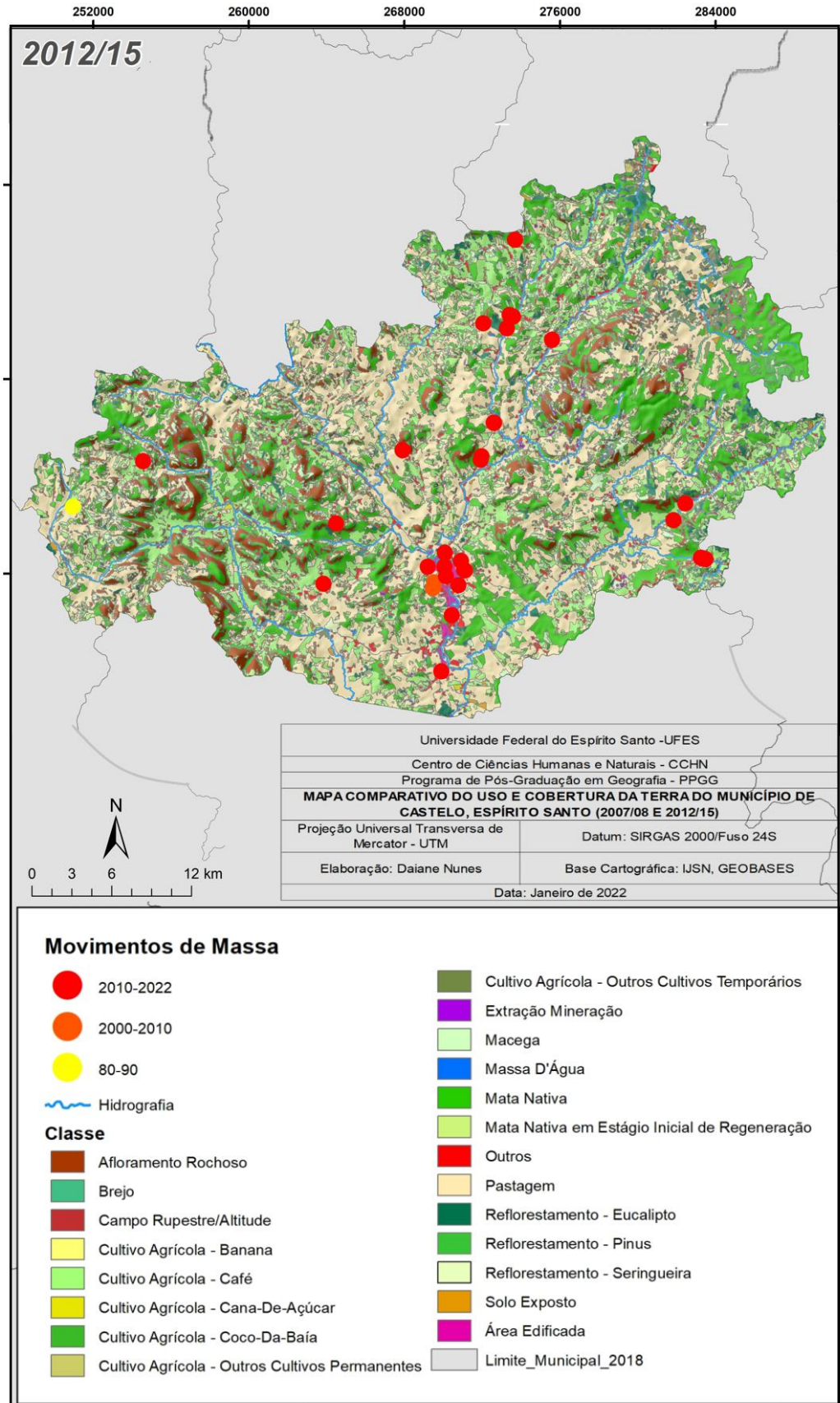


Fonte: Fotografia tirada pelo proprietário do imóvel Ronaldo Moreira, no dia 26 de janeiro de 2020.

Na literatura nacional e internacional podemos verificar a relação da falta de planejamento territorial de ocupação e expansão urbana, a ocupação desordenada das encostas para a construção de casas, ruas e rodovias, sem as devidas infraestruturas sendo consideradas como responsáveis pela ocorrência desses eventos (SMALL; CLARK, 1982; AMARAL, 1996; ROSA; LACERDA, 1997; BERTOLINO *et al.*, 2012; GRAEFF; GUERRA; JORGE, 2012).

O crescimento da ocupação desordenada em áreas de encostas tem levado a um progressivo número de movimentos de massa (GUERRA, 2008; TOMINAGA, 2009; GONÇALVES; GUERRA, 2018). Dos 42 eventos identificados e analisados, 66,% se encontravam em área urbana (Figura 38).

Figura 38: Distribuição dos eventos de movimentos de massa de Castelo/ES no período de 1983 a 2022 espacializados sobre o mapa de uso e cobertura da terra 2012/15.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração do inventário de movimentos de massa gera dados de análise visando a previsão de eventos futuros, a fim de minimizar efeitos catastróficos sobre a sociedade civil. Com base no inventário de movimentos de massa ocorridos em Castelo/ES, é possível identificar a forte relação com alguns agentes condicionantes e a ocorrência dos eventos com sua espacialidade.

Entre os agentes condicionantes identificados neste estudo, podemos pontuar alguns como agentes que levaram a deflagração dos movimentos de massa ocorridos em Castelo. As chuvas acumuladas e umidade antecedente do solo foram relacionadas a cerca de 84% dos eventos que ocorreram no município, correspondente ao período chuvoso, entre os meses de outubro a abril.

Os parâmetros geomorfológicos de Castelo evidenciaram que a localização das áreas dos eventos está relacionada com os mesmos. Verificou-se que 82,3% dos eventos ocorreram em declividades entre 20 a 45%, do relevo forte ondulado, 98,7% das ocorrências localizam-se nas unidades geomorfológicas do Maciços do Caparaó I e II, caracterizando-se por um modelado intensamente dissecado. Eventos de movimentos de massa nos maciços rochosos podem ser influenciados diretamente pela presença de fraturas de alívio de tensão, o que justifica a relação de 61,9% ocorrerem nas proximidades de falha transcorrente sinistral e/ou lineamentos estruturais: traços de superfície S. 61, 9%, dos eventos, 49,7% foram correspondentes a escorregamentos planares e 12,2% corresponderam a queda de blocos: rolamento. 38,1% dos movimentos de massa registrados não ocorreram nas proximidades de lineamentos demarcados na escala supracitada. Neste sentido, Pimentel (2022) encontrou uma relação semelhante entre lineamentos estruturais e falhas com movimentos de massa, sem contudo, elencar a tipologia dos mesmos, evidenciando que apesar da relação, não são todos os tipos de movimentos de massa que podem estar intrinsecamente associados aos aspectos geológicos.

Apesar desta relação apresentada por alguns tipos de movimentos de massa e os lineamentos e falhas, devemos ficar atentos a questão de escala envolvendo o mapeamento geológico e a escala local de obtenção dos dados do inventário e tipos de movimentos de massa.

Este trabalho demonstrou ainda que a caracterização dos fatores condicionantes dos movimentos de massa está associada a lineamentos e fraturas, que foram potencializados pela ação da água.

Quanto a hipsometria, verificou-se que 59,5% dos eventos variavam em altitudes de 100 a 300m, 14,2% em altitudes de 300 a 500m, 11,9% em altitudes de 500 a 700m e 14,2% dos eventos variavam em altitudes de 700 a 900m.

Por fim, a relação dos eventos de movimentos de massa ocorridos em Castelo com o uso e ocupação da terra evidenciam a falta de planejamento territorial de ocupação e expansão urbana. Aproximadamente 79% dos movimentos de massa inventariados foram em áreas que sofreram modificações antrópicas (cortes de encostas para a construção de moradias, ruas e rodovias), 66,% se encontram em área urbana.

Portanto se faz necessário a criação de inventários de movimentos de massa com equipes multidisciplinares para garantir o registro e sua a atualização dos processos ocorridos no passado e presente para assim, ajudar na previsão e mitigação de deslizamentos no futuro.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. S. J.; SANTOS, R.P. dos. **Análise Morfodinâmica da Serra do mar na região de Cubatão/SP**. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 4º, Porto Alegre, Anais, Porto Alegre, UFRS. V. 1, 1991, p.17-24.

AMARAL, C. P. **Inventário de Escorregamentos no Rio de Janeiro** In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, RIO DE JANEIRO/RJ: 1992, p. 239-244.

AMARAL, C. P. **Escorregamentos no Rio de Janeiro: inventário, condicionantes geológicas e redução do risco**. 1996. 269 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

[ARCGIS] **ArcGis™: Software (2018)**. Disponível em: <https://arcgis.software.informer.com/10.6/>. Acesso em: 14 de mai. de 2020.

AUGUSTO FILHO, O. **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. 1992. p. 721-733.

AUGUSTO FILHO, O. **Cartas de risco a escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no Município de Ilhabela, SP**. 1994. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.

BARRETO, N., R. **Avaliação da suscetibilidade a movimento de massa no distrito sede de Domingos Martins/ES**. 2013. 95f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

BATEIRA, C. **Recuperação de paisagens de terraços e prevenção de riscos naturais. Porto-Portugal**. TERRISC: (SUDOE III B). 2006.

BAUZYS, F. **Mapa de Inventário dos Movimentos de Massa Ocorridos no Alto da Bacia do Ribeirão Belchior, Gaspar, Santa Catarina**. Revista Geonorte, Edição Especial, V.1, N.4, 2012, p.788 – 799. Disponível em: <http://docplayer.com.br/64914173-Mapa-de-inventario-dos-movimentos-de-massa-corridos-no-alto-da-bacia-do-ribeirao-belchior-gaspar-santa-catarina.html>. Acesso em: 02 de fev. de 2020.

BEHLING, A. A. **Fatores condicionantes dos movimentos de massa no município de Agudo/RS**. 2017. 151f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa maria/RS, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/13628>. Acesso em: 19 de fev de 2020.

BERNARDES, T. *et al.* **Flood and landslide events database for the municipalities monitored by Brazilian Center for Monitoring and Early Warnings of Natural Disasters.** Geophysical Research Abstracts, 21, 2019, p.1824.

BERTOLINO, A. V. F. A.; FIALHO, E. S.; MARCHIORO, E.; BAPTISTA, E. C. S. **As repercussões pluviiais e os movimentos de massa na porção leste da Baía de Guanabara: Estudo de caso de São Gonçalo - RJ.** In: SILVA, C. A. da S.; FIALHO, S. E. (Org.). *Concepções e ensaios da climatologia Geográfica.* 1. ed. Dourados: Editora da Universidade Federal da Grande Dourados, 2012, v. 1, p. 233-256.

BIGARELLA, J.J.; PASSOS, E. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.** Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2003 v. 3.

BIGARELLA, J.J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.** -2. ed. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2007.

BRABB, E. E, **Proposal for Worldwide Landslide Hazard Maps.** In: CONFERENCE AND FIELD WORKSHOP ON LANDSLIDES. Balkema, Rotterdam: Ister Science Press Ltd, 1993. p.15-27.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco.** Brasília, DF, 2006. 122p

BRASIL. **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 – COMPDEC; 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: Congresso Nacional, 2012.

BRASIL. **Departamento Nacional de Produção Mineral.** Projeto RADAMBRASIL. Levantamento dos Recursos Naturais, Vol. 32, Folha SF. 23/24 – Rio de Janeiro/Vitória Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. DNPM. Rio de Janeiro, 1974.

BRICALLI, L. L. **Padrões de Lineamentos e Fraturamento Neotectônico no Estado do Espírito Santo (Sudeste do Brasil).** Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

BRUNSDEN, D.; PRIOR, D. B. **Slope instability.** John Wiley and Sons, Chichester, U.K. 1984, 620 p.

BRUNSDEN, D.; IBSEN, M. L. **The nature, use and problems of historical archives for the temporal occurrence of landslides, with specific reference to the south coast of Britain, Ventnor, Isle of Wight.** Geomorphology, Volume 15,

Issues 3–4, 1996, p. 241-258. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0169-555X\(95\)00073-E](https://doi.org/10.1016/0169-555X(95)00073-E). Acesso em: 10 de Jun de 2020.

CARDOZO, G. L. *et al.* **Inventário de movimentos de massa na bacia hidrográfica do rio Mascarada/RS**. *Ciência e Natura*, v. 43, 2021, p. 31.

CARSON, M. A.; KIRKBY, M. S. **Hillslope forms and processes**. Cambridge: University Press, 1975. 475 p.

CASAGLI, N.; FALORNI, G.; TOFAN, V. **Projects of International Programme on Landslides**. In: SASSA, K.; CANUTI, P. (Org). *Landslides Disaster Risk Reduction*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Cap 2, 2009, p. 15-28.

CASTELO. **Lei no 2.205, de 19 de janeiro de 2004**. Cria a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Castelo (CMDCCA) e dá outras providências. CASTELO/ES, 2004.

CASTRO JUNIOR, R. M. de; SOBREIRA, F. G.; BORTOLOTTI, F. D. **Modelagem geoestatística a partir de parâmetros de qualidade da água (IQA-NSF) para a sub-bacia hidrográfica do rio Castelo/ES usando sistema de informações geográficas**. *Revista Brasileira de Cartografia* No 59/03, dez. 2007. Disponível em: https://www.file:///C:/Users/daian/Downloads/admin,+59_03_5.pdf. Acesso em: 12 de out de 2020.

CEPED UFSC, C. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais**. Volume Brasil JUNGLES. A. E. (Org.). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastre, 2012. 94 p.

COMUNIDADE do interior de Castelo/ES, tem famílias isoladas e sem energia elétrica após chuva. G1/ES. Castelo, 17 de Jan. de 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2020/01/23/comunidade-do-interior-de-castelo-es-tem-familias-isoladas-e-sem-energia-eletrica-apos-chuva.ghtml> Acesso em: 04 de Abr. de 2020.

COROMINAS, J. *et al.* **Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk**. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, v. 73, n. 2, 2014, p. 209–263.

COUTO, J. O. N. do. **Inventário dos Movimentos de Massa da Bacia de Drenagem de Fradinhos, ES**. 2018. 94f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

CPRM. **Serviço geológico do Brasil**. Plano estratégico CPRM/SGB 2019-2023. 2018.

CPRM/SGB - Serviço Geológico do Brasil. **Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa** - Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Desastres Naturais - Projeto GIDES.

(livro eletrônico): Coordenação: PIMENTEL, J.; SANTOS, T. D. dos. – Rio de Janeiro, 2018; Versão 1. P. 213.

CROZIER, M. J. **Landslides: causes, consequences and environment**, New Zealand. 1986.

CRUDEN, D. M. **A. simple definition of a landslide**. Bulletin of the International Association of Engineering Geology. 43, 1991, 27–29. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02590167>. Acesso em: 03 de mar. de 2021.

DESLIZAMENTOS causam transtorno entre Venda Nova e Castelo. Dia a Dia/ES. Castelo, 4 de Mar. de 2020. Disponível em: <https://diaadiaes.com.br/deslizamentos-causam-transtorno-entre-venda-nova-e-castelo/> Acesso em: 10/03/2020.

DESLIZAMENTO de pedras interdita estrada e muda rotina de comunidade em Castelo/ES. G1/ES, Castelo, 2 fev. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2019/02/02/deslizamento-de-pedras-interdita-estrada-e-muda-rotina-de-comunidade-em-castelo-es.ghtml>. Acesso em: 20 out. 2019.

DESLIZAMENTO de terra destroem plantações de café em Castelo/ES. G1/ES, Castelo, 21 de Jan. de 2021. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/es/cotidiano/deslizamentos-de-terra-destroem-plantacoes-de-cafe-em-castelo-0221> Acesso em: 06 de Abr. de 2021.

DIAS, H.; HÖLBLING, D.; GROHMANN, C. **Landslide Susceptibility Mapping in Brazil: A Review**. Geosciences, Suíça. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355445311_Landslide_Susceptibility_Mapping_in_Brazil_A_Review. Acesso em: 14 de out de 2020.

DUARTE, A. C. F., *et al.* **Proposta de um Banco de Dados de Desastres Naturais em Escala Estadual**, 2012. In: III CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ANÁLISE DE RISCO LATINO AMERICANA. IPT, São Paulo, 2016.

EFFGEN, J. F.; MARCHIORO, E. **Mapeamento de áreas de suscetíveis a movimentos de massa no Município de Vila-Velha-ES, com o uso de análise de processos hierarquizados (AHP)**. UNESP, Geociências, São Paulo, v. 36, n. 4, 2017, p. 731-742.

EFFGEN, J. F. **Suscetibilidade a escorregamentos translacionais na Bacia de drenagem de Fradinhos, Vitória/ES**. 2018. 120f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

EFFGEN, J. F.; ROCHA, P. de A.; PIRES, P. J. M.; MARCHIORO, E. **Geotechnical parametrization for shallow landslide modelling in Fradinhos, Vitória, Espírito Santo – Brazil**. Sociedade & Natureza, vol. 32, 2020, p. 637-652. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-52656>. Acesso em: 14 de mai. de 2021.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa; 1999. 412p.

EMBRAPA - Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, v. 3, 2013.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2018, 353p.

FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. **Condicionantes Geomorfológicos dos Deslizamentos nas Encostas: Avaliação de Metodologias e Aplicação de Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis**. Revista Brasileira de Geomorfologia, Curitiba. v. 2, n.1, 2001, p 51-71.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. **Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). Geomorfologia e meio ambiente. 14 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019. cap. 3, p. 123-194.

FLACH, C. W.; MEURER, M. **Inventário de movimentos de massa em Arroio do Padre/RS**. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento, 2017, p. 3830–3841.

FRECHIANI, J. M. **Antropogênese do Relevo em Área de Mineração no Distrito de Itaoca Cachoeiro de Itapemirim, ES: Contribuições da Cartografia Geomorfológica**. 2021. 73f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021.

FREIRE, E. S. de M. **Movimentos Coletivos de Solos e Rochas e sua Moderna Sistemática**. Revista Construção, Rio de Janeiro, V.8, 1965, n.95.

GLADE, T. **Landslide hazard assessment and historical landslide data-an inseparable couple?** In: THE USE OF HISTORICAL DATA IN NATURAL HAZARD ASSESSMENTS. Springer, Dordrecht, 2001, p. 153–168. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-94-017-3490-5_12. Acesso em: 03 de mar. de 2021.

GOOGLE. **Google Earth website**. <http://earth.google.com/>, 2019.

GOOGLE. **Google Earth website**. <http://earth.google.com/>, 2022.

GONÇALVES, L.F.H. **Avaliação e Diagnóstico da Distribuição Espacial e Temporal dos Movimentos de Massa com a Expansão da Área Urbana em Petrópolis-RJ**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1998.

GÖRÜM, T. **Landslide recognition and mapping in a mixed forest environment from airborne LiDAR data**. Elsevier, v. 258, n. 1, 2019.

GOUDIE, A. **The Changing Earth - Rates of Geomorphological Processes**. Blackwell Publishers, Oxford, Inglaterra, 1995, 302p.

GRAEFF, O. R.; GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. **Floods and Landslides in Brasil: A case study of the 2011 event**. ResearchGate: Geography Review. 2012. 38-41p.

GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos nas Encostas**. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**, V.6, 1998, p. 149-209.

GUERRA, A. J. T. **Processos Erosivos nas Encostas**. In: Geomorfologia - Exercícios, Técnicas e Aplicações. (Org.) S.B. Cunha e A.J.T. Guerra. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2ª edição, 2008, p.139-155.

GUERRA, A. J. T.; **Encostas urbanas**. In: _____ (Org.) Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. cap. 1, p. 13-42.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. **Erosão dos solos e movimentos de massa: Recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de acidentes**. In: _____ (Org) Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas. São Paulo: Oficina de textos, 2013. cap. 1, p 7-27.

GUERRA, A. J. T. **Degradação dos solos: Conceitos e temas**. In: _____ (Org). Degradação dos Solos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. Cap. 1, p. 30-34.

GUESSER, L. H. **Elaboração do mapa geotécnico preliminar e mapa de áreas suscetíveis a movimentos de massa do município de Antônio Carlos-SC**. Trabalho de Conclusão de Curso, 142f. Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013

GUIDICINI, G; NIEBLE, C.M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo: Edgard Blucher, 2. Ed, 1984, 194p.

GUIMARÃES, L. S. **Identificação e classificação dos movimentos de massa na zona sul da cidade de Teófilo Otoni–MG**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Tecnologia, Ambiente e Sociedade da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 113f. Teófilo Otoni, MG, 2022.

GUZZETTI, F. *et al.* **Landslide inventory maps: New tools for an old problem**, Earth-Sci. Rev., 112, 2012. p. 42–66.

GUZZETTI, F. **Forecasting natural hazards, performance of scientists, ethics, and the need for transparency**, *Toxicol. Environ. Chem.*, 98, 2015, p. 1043–1059, Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02772248.2015.1030664>. Acesso em:03 de mar. de 2021.

GUZZETTI, F.; *et al.* **Landslide Volumes and Landslide Mobilization Rates in Umbria, Central Italy**. *Earth and Planetary Science Letters*, 2009, p. 222-229.

GUZZETTI, F. **Rischi naturali: l'urgenza di una scienza nuova.** in: Europa: Le sfide della scienza, Europa, edited by: Caporale, C., Maffei, L., Marchis, V.; de Martin, J. C., Instituto della Enciclopedia Italiana, Roma, 2018, p. 127–133.

GUZZETTI, F. **On the Prediction of Landslides and Their Consequences,** In: Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk: Volume 1 Sendai Landslide Partnerships and Kyoto Landslide Commitment, edited by: SASSA, K.; MIKOS, M., SASSA, S., BOBROWSKY, P. T., TAKARA, K.; DANG, K. Springer International Publishing, Cham, 2021, p. 3–32, Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-60196-6_1. Acesso em:03 de mar. de 2021.

GUZZETTI, F. *et al.* **Probabilistic landslide hazard assessment at the basin scale,** Geomorphology, 72, 2005 p. 272–299, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2005.06.002>. Acesso em:03 de mar. de 2021.

GUZZETTI, F. *et al.* **The rainfall intensity–duration control of shallow landslides and debris flows: an update,** Landslides, 5, 2008, p. 3–17, Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10346-007-0112-1>. Acesso em:03 de mar. de 2021.

GUZZETTI, F. *et al.* **Geographical landslide early warning systems,** Earth-Sci. Rev., 200, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.102973>. Acesso em:03 de mar. de 2021.

GUZZETTI, F. **Invited perspectives: Landslide populations - Can they be predicted?** Natural Hazards and Earth System Sciences, v. 21, n. 5, 2021, p. 1467–1471.

GUZZETTI, F.; CARDINALI, M.; REICHENBACH, P. **The AVI project: A bibliographical and archive inventory of landslides and floods in Italy.** Environmental Management, v. 18, n. 4, 1994, p. 623–633.

HIGHLAND, L. M.; BOBROWSKY, P. **The landslide handbook – A guide to understanding landslides: Reston, Virginia, U.S.** Geological Survey Circular 1325, 2009. 129p.

HUTCHINSON, J. N. **Mass movement. Mass movement.** R.W. Fairbridge. Reinhold Book, New York, 1968, p. 688-700.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, **Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.** Manual Técnico de Geomorfologia. Série manuais técnicos em geociências. Rio de Janeiro. 1992.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, **Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.** Manual Técnico de Geomorfologia. Série manuais técnicos em geociências, número 1. Rio de Janeiro. 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População estimada: Estimativas da população residente com data de referência 1o de**

julho de 2021. In:_____ População no último censo: IBGE, Censo Demográfico 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População estimada: Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2021.** In:_____ População no último censo: IBGE, Censo Demográfico 2017.

IJSN - INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Mapeamento geomorfológico do estado do Espírito Santo.** Nota Técnica 28, p. 19, 2012.

IJSN - INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Mapeamento geomorfológico do estado do Espírito Santo.** Nota Técnica 28, p. 19, 2018.

INCAPER - INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Relatório de Gestão 2020.** SILVA, A. T.; ROCHA, J. F. Vitória, 2021, p.51. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/Media/incaper/PDF/Relat%C3%B3rio%20Anual/relatorio-gestao-incaper-2020.pdf>. Acesso em: 12 mai. de 2021.

INFANTI JUNIOR, N.; FORNASARI FILHO, N. **Processos de Dinâmica Superficial.** In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Eds.). Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998. cap. 9, p.131-152.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000** (livro eletrônico): nota técnica explicativa/coordenação Omar Yazbek Bitar. -- São Paulo: Brasília, D.F.: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios.** Brasília: Ministério das Cidades; IPT, 2007.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. **Ocupação de encostas.** Coord. Cunha, M. A. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.

JATOBÁ, L; LINS, R. C.; **Introdução à Geomorfologia.** 2. ed. Recife: Bagaço, 1998. cap. 3, p. 87-93.

KIRSCHBAUM, D. B.; STANLEY, T.; SIMMONS, J.: **A dynamic landslide hazard assessment system for Central America and Hispaniola,** Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 15, 2015, p. 2257–2272, <https://doi.org/10.5194/nhess-15-2257-2015>.

LISTO, F. de L. R. *et al.* **Movimentos de massa: estado da arte, escalas de abordagem, ensaios de campo e laboratório e diferentes modelos de previsão.** Brasília: União da Geomorfologia Brasileira, 2021, p. 564–596. Disponível em: http://lsie.unb.br/ugb/livro/Cap20_Listo%20et%20al%20564-596%20v2.pdf. Acesso em: 15 de mar. de 2020.

LOPES, L. C. F. L.; LANA, C. E. **Análise ambiental da Bacia do Rio Castelo/ES, com ênfase no problema das inundações.** Revista Geográfica Brasileira: meio de pesquisa em Geociências e Humanidades, v. 3, n. 2, 2012, p.10.

LOPES, E. S. S. *et al.* **Inventário de escorregamentos naturais em banco de dados geográfico – análise dos fatores condicionantes na região da Serra de Cubatão – SP.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2785-2796.

MALAMUD, B.; TURCOTTE, D.; GUZZETTI, F.; REICHENBACH, P. **Landslide inventories and their statistical properties.** Earth Surface Processes and Landforms, 2004, p. 687 - 711.

MARCELINO, E.V. **Mapeamento de áreas susceptíveis a escorregamentos no município de Caraguatatuba (SP) usando técnicas de sensoriamento remoto.** 2003. 228f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – INPE, São José dos Campos. 2003.

MARCHIORO, E. **A Incidência de Frentes Frias no Município de Vitória (ES).** Revista ACTA Geográfica, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, p. 49-60, 2012.

MONDINI, A. C., *et al.* **Landslide failures detection and mapping using Synthetic Aperture Radar: Past, present and future.** Earth-Sci. Rev., 216, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103574>. Acesso em: 10 de mar. de 2020.

NUMMER, V.A. **Parâmetros Geológico-Geotécnicos controladores dos movimentos de massa na rota do sol/ RS 486 – Itati, RS.** 2003. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015- 2030. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf. Acesso em: 04 de abr. 2020.

OLIVEIRA, L. L. de; VIANELLO, R. L.; FERREIRA, N. J. **Meteorologia Fundamental.** Erechim: FAPES Livraria e Editora, 2010.

OLIVEIRA, E. V. de. **Meteorologia Aplicada.** Recife: IFPE, 2014. 114 p.: il. ISBN 978-85-9450-005-2

PARISE, M. **Landslide mapping techniques and their use in the assessment of the landslide hazard.** Physics and Chemistry of the Earth.Vol 26, no 9, 2001, p. 697-703.

PDM – PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE CASTELO/ES. 2016. Disponível em: <http://www.castelo.es.gov.br/site/pdm.asp>. Acesso em: 20 de abr. de 2020.

PIMENTEL, B T. **A relação entre os padrões de lineamentos e os movimentos de massa no município de Vitória (Espírito Santo, sudeste do Brasil)**. 2022. 126f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo -UFES, Vitória, 2022. Disponível em: <http://geografia.ufes.br/pt-br/pod-graduacao/PPGG/detalhes-da-tese?id=16706>. Acesso em: 04 de out. de 2022.

PINTO, R.C.; PASSOS, E.; CANEPARO, S.C. **Considerações a respeito dos condicionantes utilizados em pesquisas envolvendo movimentos de massa**. Geoinf, Maringá, v.5, n.1, 2013, p. 102-124.

QUEIROZ, R. C. **Geologia e geotecnia básica para engenharia civil**. São Carlos: RiMa, 2009. 406p.

RADAMBRASIL. **Projeto RadamBrasil**. Folhas 23/24 Rio de Janeiro/Vitória.V 32. Rio de Janeiro, 1983.

REICHENBACH, P. *et al.* **A review of statistically-based landslide susceptibility models**. Earth Sci Rev 180: 2018. P. 60-91.

REIMER, É. da S. **Inventário dos movimentos de massa e análise da suscetibilidade aos escorregamentos rasos em solo no distrito de Cascatinha, Petrópolis, RJ**. Anu. Inst. Geocienc., Rio de Janeiro, v. 29, n. 2, 2006. Disponível em: http://ppegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010197592006000200068&lng=es&nrm=isso. Acesso em: 02 de mar. de 2020.

RIFFEL, E. S.; GUASSELLI, L. A. **Mapeamento de áreas suscetíveis a movimentos de massa na bacia hidrográfica do rio Paranhana, RS**. In: GUASSELLI, L. A.; OLIVEIRA, G. G. de; ALVES, R. de C. M. (Org.). **EVENTOS EXTREMOS NO RIO GRANDE DO SUL: INUNDAÇÕES E MOVIMENTOS DE MASSA**. 1ed.Porto Alegre: Editora Evangraf, v. 1, 2013. p. 119- 138.

REIS; A. P.; MANSUR K. L. Sinopse Geológica do Estado do Rio de Janeiro. Mapa Geológico 1:400.000. Niterói, DRM/RJ, 1995, p. 60.

RIFFEL, E. S.; GUASSELLI, L. A.; BRESSANI, A. L. **Desastres Associados a Movimentos de Massa: Uma Revisão da Literatura** - Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v. 36, n. 2, p. 301, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/42796>. Acesso em: 26 nov. 2022.

RODOVIA de Castelo, atingida por deslizamento de pedras, não tem previsão de liberação, diz DER. Aqui Notícias.com. Castelo, 1º de Set. de 2022. Disponível em: <https://www.aquinoicias.com/2022/09/rodovia-de-castelo-atingida-por-deslizamento-de-pedras-nao-tem-previsao-de-liberacao-diz-der/> Acesso em: 10 de Out. de 2022.

ROSA, L. P.; LACERDA, W. A. (Coord.) **Tormentas Cariocas** In: SEMINÁRIO PREVENÇÃO E CONTROLE DOS EFEITOS DOS TEMPORAIS NO RIO DE JANEIRO. 1. ed. COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997. p. 162.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 5 ed. São Paulo: Contexto. 2000.

SALAROLI, I. S. **Movimentos de massa no município de Vitória-ES: inventário, caracterização e indicativos de um modelo comportamental**. Departamento de Engenharia Ambiental, v. Metre em E, 2003. p. 148.

SALTER, R. T.; CRIPPEN, T. F.; NOBLE, K. E. **Storm damage assessment of thameste aroha area following the storm of april 1981: Final report**. Water and soil science centre. Ministry of works and developments. New Zealand, 1981. Report n.44.

SANTO, GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO et al. Sistema integrado de bases geoespaciais do estado do Espírito Santo (GEOBASES). 2012.

SANTO, GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO et al. Sistema integrado de bases geoespaciais do estado do Espírito Santo (GEOBASES). 2018.

SANTO, GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO et al. Sistema integrado de bases geoespaciais do estado do Espírito Santo (GEOBASES). 2020.

SANTOS, C. T. dos; HORA, M. de A. G. M. da. **Gerenciamento de risco de inundação na zona urbana de Castelo/ES a partir do desassoreamento de cursos hídricos da zona rural, pertencentes à sub bacia hidrográfica do Rio Castelo**. III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana. Desenvolvimento e Riscos no Contexto Latino-americano - IPT, São Paulo, Brasil, 2016.

SASSA, K.. **Geotechnical classification of landslides**. Landslide News 3: 1989, p. 21-24.

SELBY, M. J. **Hillslope materials and process**. Oxford: OxfordUniversity Press, 1982. p. 264.

SELBY, M. J. **Hillslope: materials and process**. Oxford, England: Oxford University Press, 1993, p 451.

SHARPE, C. F. S. **Landslides and related phenomena**. American Journal of Science,1938, p. 455-457.

SIGNORELLI, Nicola. Afonso Cláudio: folha SF. 24-VA-II. 1993.

SILVA, A. S. da S.; BOTELHO, R. G. M. **Degradação dos solos no Estado do Rio de Janeiro**. In: GUERRA, A. J. T; JORGE, M. do C. O. (Org). Degradação dos Solos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. Cap. 7, p. 276-280.

SILVEIRA, R. M. **Comportamento Geotécnico de um Solo Coluvionar de São Vendelino (RS)**. 2008. 302 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

SMALL, R. J.; CLARK, M. J. **Slopes and weathering**. Tópicos de Cambridge em Geografia. 2ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1982, 112p.

SOARES, L.; BATEIRA, C. **Movimentos de massa em vertentes no norte de Portugal. Retrospectiva e atualização**. Repositório Aberto. Universidade do Porto, Portugal, 2013, p. 367-383. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10216/78029>. Acesso em: 15 de jul de 2021.

SOUZA, L. F. G. de; FRANCISCO, C. N. **Mineração de dados na análise dos condicionantes dos movimentos de massa na região serrana do Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Geomorfologia v. 22, nº 4, 2021, p. 809-823. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v22i4.1982>. Acesso em: 15 de jul de 2021.

SOUZA, J. M. *et al.* **Diagnóstico dos movimentos de massa associado ao evento de janeiro de 2011 na bacia do rio São Pedro no Distrito de São Pedro da Serra**. 9º Simpósio Nacional de Geomorfologia. Anais: Geomorfologia de Encostas. Rio de Janeiro – RJ, 2012 Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/1/1-618-113.html>. Acesso em: 20 de jul de 2021.

TANYAS, H. *et al.* **Presentation and analysis of a worldwide database of earthquake-induced landslide inventories**. J. Geophys. Res. Earth Surf. 122 (10), 2017, p. 1991–2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/2017JF004236>. Acesso em: 15 de jul de 2021.

TEMME, A. *et al.* **The future of landslides' past—a framework for assessing consecutive landsliding systems**. Landslides. Springer, 2020, p. 1519–1528.

TERZAGHI, K., **Erdbaumechanick**, Viena, Franz Deutcke, Áustria. 1925

TOMINAGA, L. K. **Escorregamentos**. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org) Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. cap. 2, p. 25-38.

VAN WESTEN, C.J. **GIS in landslide hazard zonation: a review, with examples from the Andes of Colombia**. In: Mountain environments & geographic information systems. Taylor and Francis, 1994, p.135-166.

VAN WESTEN, C. J; CASTELLANOS, E.; KURIAKOSE, S. L. **Dados Espaciais para Avaliação de Susceptibilidade, Risco e Vulnerabilidade a Deslizamentos: Uma Visão Geral**. Geologia de Engenharia, Elsevier, 2008.

VARNES, D. J. **Slope movement types and processes**. In S. KRIZEK (ed) Slope movement types and processes, Washington, 1978, p. 11-33.

VARNES, D. J. **Landslide Types and Processes**. In: Landslides and Engineering Practice, 1958, p. 20-47.

VEDONELLO, R. MACEDO, E. S. de. **Deslizamentos de Encosta**. In: SANTOS, R. F. dos. (Org.) Vulnerabilidade Ambiental. Brasília: MMA, 2007, p. 75-93.

VIEIRA, B. C. **Previsão de escorregamentos translacionais rasos na Serra do Mar (SP) a partir de modelos matemáticos em bases físicas**. 2007. 193 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

VIEIRA, V. S.; MENEZES, R. G. de. (Org). **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Espírito Santo: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais**. Belo Horizonte: CPRM, 2015. 289 p., 01 mapa geológico, escala 1:400.000 e 01 mapa de recursos minerais, escala 1:400.000 (Série Programa de Geologia do Brasil – PGB, Coleção Mapas Geológicos Estaduais). Disponível em: https://www.cprm.gov.br/geologia_basica. Acesso em: 14 de Jul. de 2021.

VIEIRA, V. S. *et al.* **Mapa geológico do estado do Espírito Santo**. Belo Horizonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, Escala 1:400.000, 2018.

WP/WLI; UNESCO Working Party on Wold Landslide Inventory: **A suggested method for Reposting a Landislide**. Bulletin of the IAGE, nº 41, 1990, p. 5-12.

WP/WLI; UNESCO Working Party on Wold Landslide InventorY. **The Multilingual Landslide Glossary**. Bitech Publishers, Richmond, British Columbia, Canadá, 1994.

ZARUBA, Q., MENCL, V. **Landslides and their control**. Amsterdam: Elsevier. 1976, 205p.

APÊNDICE A – Queda de Blocos: Rolamento - Morro do Niterói, Castelo/ES, 1983.

| TABELA PRINCIPAL | | | |
|----------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
| 1983 - Queda de blocos: rolamento, Morro Niterói. | | Tipologia | Queda de Blocos: Rolamento. |
| | | ID | Fotos do Arquivo Público de Castelo e Arquivo defesa Civil de Castelo/ES. |
| | | Localização | Zona: 24 k 271008.89 E 7720317.27 S |
| | | Data da Ocorrência | 08/01/1983 |
| | | Hora da Ocorrência | 3h |
| | | Duração da Ocorrência | Segundos |
| | | Data da Vistoria | 09/01/1983 |
| | | Fator Deflagrador | Chuvas acumuladas e umidade antecedente do solo; Altas temperaturas. |
| | | Nome Característico | Queda de blocos: Rolamento de blocos no Morro do Niterói, 1983. |
| | | Descrição do Evento | Na madrugada do dia 08/01/1983, aproximadamente às 3h da madrugada ocorreu rolamento de blocos e escorregamento de solo na área de encosta formada por taludes desnudados e ravinados, do bairro Niterói. |
| | Observação (opcional) | A área correspondia a uma pastagem que atualmente foi reflorestada. O risco de novos eventos de movimentos de massa é iminente, podendo atingir casas e escolas que foram construídas no sopé da encosta. Em 2012 a mesma área foi classificada pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM como área de Alto Risco-R4 (prancha denominada ES_CA _ SR _01). Em 2019 a área sofreu novamente com queda e rolamento de blocos rochosos com dimensão aproximada de 1,5 m de altura. O material deslocou-se pelo menos 10m da sua origem, sendo amparado pela vegetação existente no local. | |
| | Danos Humanos | Atingidos | 0 |
| | | Afetados | 0 |
| | | Desaparecidos | 0 |
| | | Mortes | 0 |
| | | Escolas | 0 |

| | | | |
|----------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| P&D | Danos Públicos e de Infraestrutura | Unidades de Saúde Outros Prédios Públicos Sistema Viário ou Transporte Rede de Abastecimento Atingidas Unidades Habitacionais | 0 0 0 0 0 |
| | Danos Privados | Unidades de Comércio Agropecuária | 0 200 m ² de área de pastagem (aproximadamente). |
| Fonte | Nome do Coletor da Informação | Cristiane Tinoco dos Santos-Geóloga e Lúcio Cesconetti (Coordenador Defesa Civil Castelo/ES). | |
| | Referência de Dado | OF. CMC nº 58/2019 da Câmara Municipal de Castelo/ES; Arquivo PMC e CPRM Setor ES_CA_SR_01/2012 | |
| | Data Preenchimento | 20/01/2020 | |

**FOTOS DO ARQUIVO PÚBLICO DE CASTELO
DESLIZAMENTO OCORRIDO EM 1983**

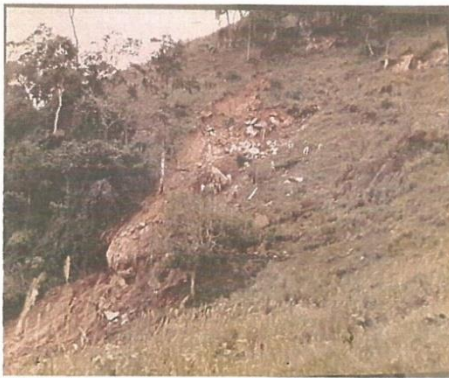


FOTO 11 – Escorregamento de solo e queda de rocha



FOTO 12 – Fragmentação dos blocos rochosos que se deslocaram do maciço rochoso



FOTO 13 – A linha de drenagem está bem marcada no terreno

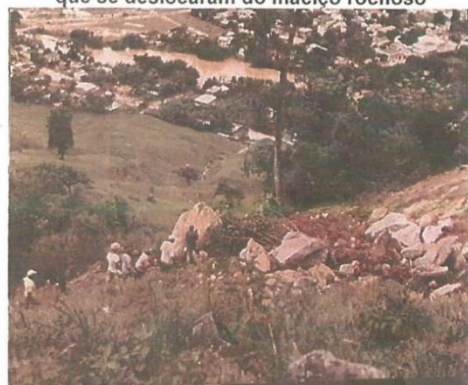


FOTO 14 – Blocos mais fragmentados após a queda do material

Fonte: Acervo Defesa Civil Castelo/ES (1983).

APÊNDICE B - Escorregamento Planar, Pedra Lisa, Castelo/ES, 1987.

| TABELA PRINCIPAL | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
| 1987 – Escorregamento planar e rolamento de blocos, Presa Lisa | | Tipologia | Escorregamento Planar e rolamento de blocos |
| | | ID | Entrevista com antiga proprietária. |
| | | Localização | Zona 24 k 250926.89 E 7723450.70 S |
| | | Data da Ocorrência | 12/11/1987 |
| | | Hora da Ocorrência | 3h |
| | | Duração da Ocorrência | segundos |
| | | Data da Vistoria | 13/11/1987 |
| | | Fator Deflagrador | Temporal |
| | | Nome Característico | Deslizamento |
| | | Descrição do Evento | Na madrugada do dia 12/11/1987 durante um temporal houve o movimento de massa com rolamento de blocos que atingiu uma moradia na qual 3 pessoas foram soterradas (pai, mãe e filha) e vieram a óbito mãe e filha. |
| P&D | Danos Humanos | Observação (opcional) | |
| | | Atingidos | 0 |
| | | Afetados | 1 |
| | | Desaparecidos | 0 |
| | | Mortes | 2 |
| | | Escolas | 0 |
| | | Unidades de Saúde | 0 |
| | | Outros Prédios Públicos | 0 |
| | | Sistema Viário ou Transporte | 0 |
| | | Rede de Abastecimento | 0 |
| Danos Públicos e de Infraestrutura | Atingidas Unidades Habitacionais | 1 | |
| | Unidades de Comércio | 0 | |
| | Agropecuária | 0 | |
| | Nome do Coletor da Informação | Daiane Ribeiro Nunes | |
| Fonte | Danos Privados | Referência de Dado | Entrevista com antigo proprietário da chácara. |
| | | Data do Preenchimento | 10/05/2021 |

| Campos | Descrição |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nome do entrevistado | Tanea Vittorazzi |
| Local do Evento | Pedra Lisa, comunidade rural do Município de Castelo/ES. |
| Data/Hora do evento | Ano de 1987 |
| Fator deflagrador | Temporal |
| Atingidos | 1 |
| Afetados | 0 |
| Desaparecidos | 0 |
| Mortes | 2 |
| Danos públicos e de infraestrutura | 0 |
| Danos privados | 1 moradia |
| Descrição do evento | Na noite do ano de 1987 durante um temporal houve o movimento de massa com rolamento de blocos que atingiu uma moradia na qual 3 pessoas foram soterradas (pai, mãe e filha) e vieram a óbito a mãe e filha. |

Fonte: Entrevista concedida a autora em 10/05/2021 pelo antigo proprietário da chácara.

APÊNDICE C – Escorregamento Circulares e Rastejo - Serra dos Monos - Rodovia Pedro Cola (ES 166), Castelo/ES, 2001.

| TABELA PRINCIPAL | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
| 2001 - Rastejo e escorregamento circulares - Serra dos Monos - Rodovia Pedro Cola (ES 166) | | Tipologia | Rastejo, Escorregamento Circulares ou rotacionais |
| | | ID | Vistoria Técnica Ambiental. Acervo: Defesa Civil, Castelo/ES. |
| | | Localização | Zona: 24 k 271898.16 E 7725866.43 S |
| | | Data da Ocorrência | 09/04/2001 |
| | | Hora da Ocorrência | ---- |
| | | Duração da Ocorrência | Em evolução. |
| | | Data da Vistoria | 20/05/2001 |
| | | Fator Deflagrador | Chuvas acumuladas e umidade antecedente do solo. |
| | | Nome Característico | Movimento de Massa gravitacional |
| | | Descrição do Evento | Movimento de Massa com características de: Rastejo, Escorregamento Circulares ou rotacionais em uma área de aproximadamente 15.000,00 m ² . |
| P&D | Danos Humanos | Observação (opcional) | Foi construído Gabião (muro de pedras) para conter o escorregamento e rastejo, com objetivo de não atingir a rodovia. O movimento de massa encontra-se em constante movimento e foram identificadas algumas fraturas no terreno do outro lado da Rodovia Pedro Cola KM. |
| | | Atingidos | 0 |
| | | Afetados | 0 |
| | | Desaparecidos | 0 |
| | | Mortes | 0 |
| | Danos Públicos e de Infraestrutura | Escolas | 0 |
| | | Unidades de Saúde | 0 |
| | | Outros Prédios Públicos | 0 |
| | Danos Privados | Sistema Viário ou Transporte | 20 km (Impedimento do tráfego na rodovia). |
| | | Rede de Abastecimento | Dano parcial na nascente que ficou inutilizada devido a suspensão de sedimentos. |
| | Atingidas | | |
| | Unidades Habitacionais | 1 (Dano Parcial a residência da propriedade). | |
| | Unidades de Comércio | 0 | |

| | | |
|--------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fonte | Agropecuária | 15000,00 m ² (Perda de plantação de banana, área de pastagem e danos no curral). |
| | Nome do Coletor da Informação | Lúcio Cesconetti (Coordenador Defesa Civil Castelo/ES). |
| | Referência de Dado | Acervo Defesa Civil de Castelo/ES. |
| | Data do Preenchimento | 20/01/2020 |



Foto Aérea – Detalhe do deslizamento rotacional mostrando a sua dimensão atual.

Fonte: Acervo Defesa Civil Castelo/ES (2001).

APÊNDICE D - Escorregamento Circulares e Rastejo - Serra dos Monos - Rodovia Pedro Cola (ES 166), Castelo/ES, 2009.

| TABELA PRINCIPAL | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
| 2009 - Rastejo e Escorregamento Circulares/Rotacionais na Serra dos Monos - Rodovia Pedro Cola (ES 166) | | Tipologia | Escorregamento Circulares e Rastejo. |
| | | ID | Vistoria Técnica Ambiental. Acervo: Defesa Civil, Castelo/ES. |
| | | Localização | Zona: 24 k 271898.16 E 7725866.43 S |
| | | Data da Ocorrência | 16/04/2009 |
| | | Hora da Ocorrência | |
| | | Duração da Ocorrência | Em evolução. |
| | | Data da Vistoria | 09/06/2009 |
| | | Fator Deflagrador | chuvas acumuladas e umidade antecedente do solo e perfuração de dois poços para captação de água. |
| | | Nome Característico | Movimento de Massa gravitacional na Rodovia Pedro Cola-Serra dos Monos. |
| | | Descrição do Evento | Movimento de Massa com características de: Rastejo, Escorregamento Circulares/rotacionais e Escorregamento em Cunha em uma área de aproximadamente 15.000,00 m². |
| P&D | Danos Humanos | Observação (opcional) | O movimento de massa encontra-se em constante movimento e foram identificadas algumas fraturas no terreno do outro lado da Rodovia Pedro Cola KM. |
| | | Atingidos | 0 |
| | | Afetados | 46 pessoas aproximadamente |
| | | Desaparecidos | 0 |
| | | Mortes | 0 |
| | Danos Públicos e de Infraestrutura | Escolas | 0 |
| | | Unidades de Saúde | 0 |
| | | Outros Prédios Públicos | 0 |
| | | Sistema Viário ou Transporte | 20 km (Impedimento do tráfego na rodovia). |
| | | Rede de Abastecimento | Dano parcial na nascente que ficou inutilizada devido a suspensão de sedimentos. |
| Danos Privados | Atingidas | | |
| | Unidades Habitacionais | 1 (Dano Parcial a residência da propriedade). | |
| | Unidades de Comércio | 0 | |

| | | |
|--------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fonte | Agropecuária | 15000,00 m ² (Perda de plantação de banana, área de pastagem e danos no curral). |
| | Nome do Coletor da Informação | Cristiane Tinoco dos Santos-Geóloga, Rodrigo Celin-Engenheiro Agrônomo e Lúcio Cesconetti (Coordenador da Defesa Civil de Castelo/ES). |
| | Referência de Dado | Vistoria Técnica Ambiental. Acervo Defesa Civil de Castelo/ES. |
| | Data do Preenchimento | 20/01/2020 |



FOTO 01 – Fraturas no meio da plantação de café.



FOTO 02 – Fraturas que terminam na rodovia Pedro Cola, dentro da propriedade.



FOTO 03 – Fraturas no meio da plantação de café, com subida do solo.



FOTO 04 – Fraturas com aberturas de até 1 metro.

Fonte: Acervo Defesa Civil Castelo/ES (2009).



FOTO 05 – Vista geral da crista do movimento de massa, com degrau maior com desnível de 5 metros.



FOTO 06 – Fonte de água natural e infiltração imediata.



FOTO 07 – Vista geral para a parte baixa, com curral e local de perfuração dos poços de água.



FOTO 08 – Local de abertura dos poços para a retirada de água para abastecimento da residência.

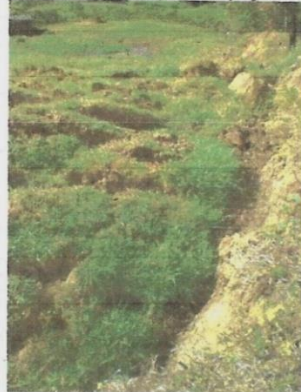


FOTO 09 – Desnível do degrau do movimento de massa de aproximadamente 2 metros com variados degraus.



FOTO 10 – Curral inutilizado devido a movimentação do solo. Atentar para a subida do terreno.

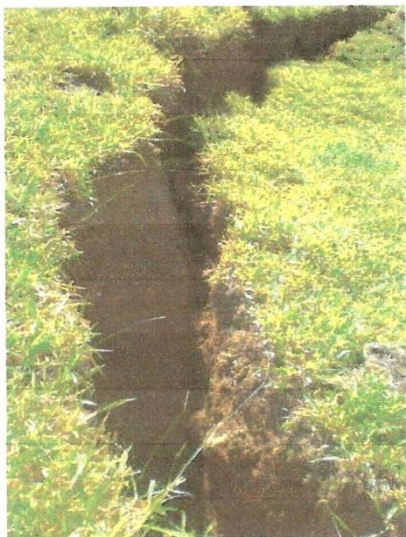


FOTO 11 – Detalhe da abertura das fraturas...

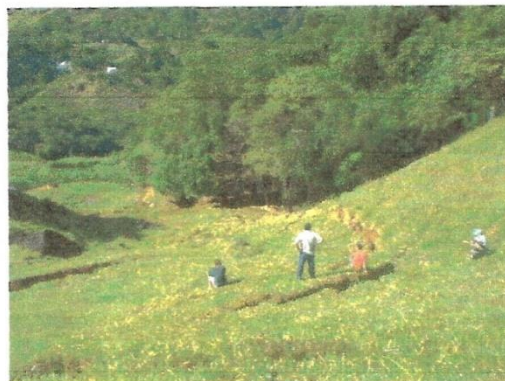


FOTO 12 – Continuação das fraturas dentro da mata.

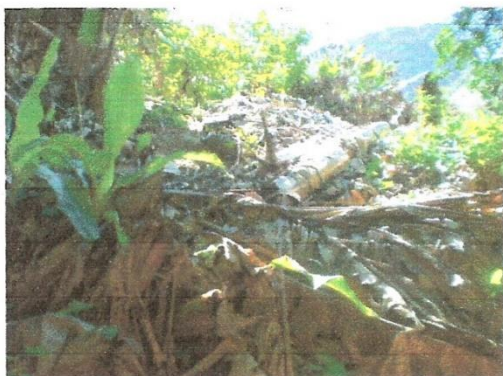


FOTO 13 – Corte das bananeiras para diminuir a infiltração de água.

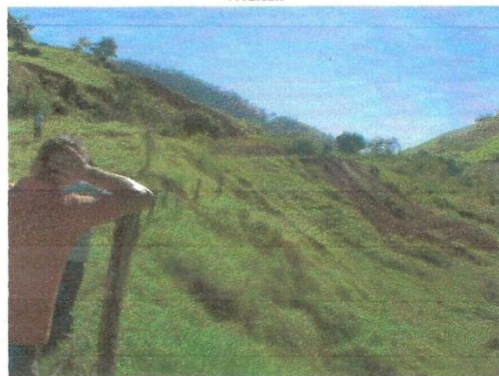


FOTO 14 – Movimento de massa do dia 16 de abril de 2009.

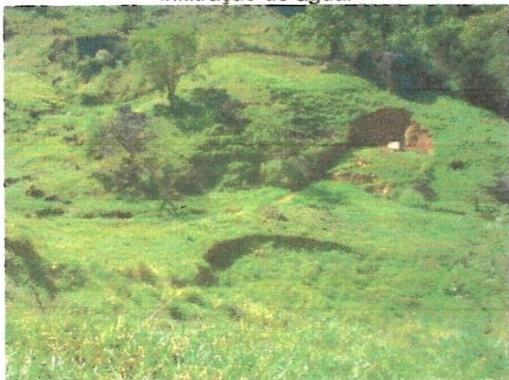


FOTO 15 – Outros movimentos de massa do outro lado da Rodovia Pedro Cola.

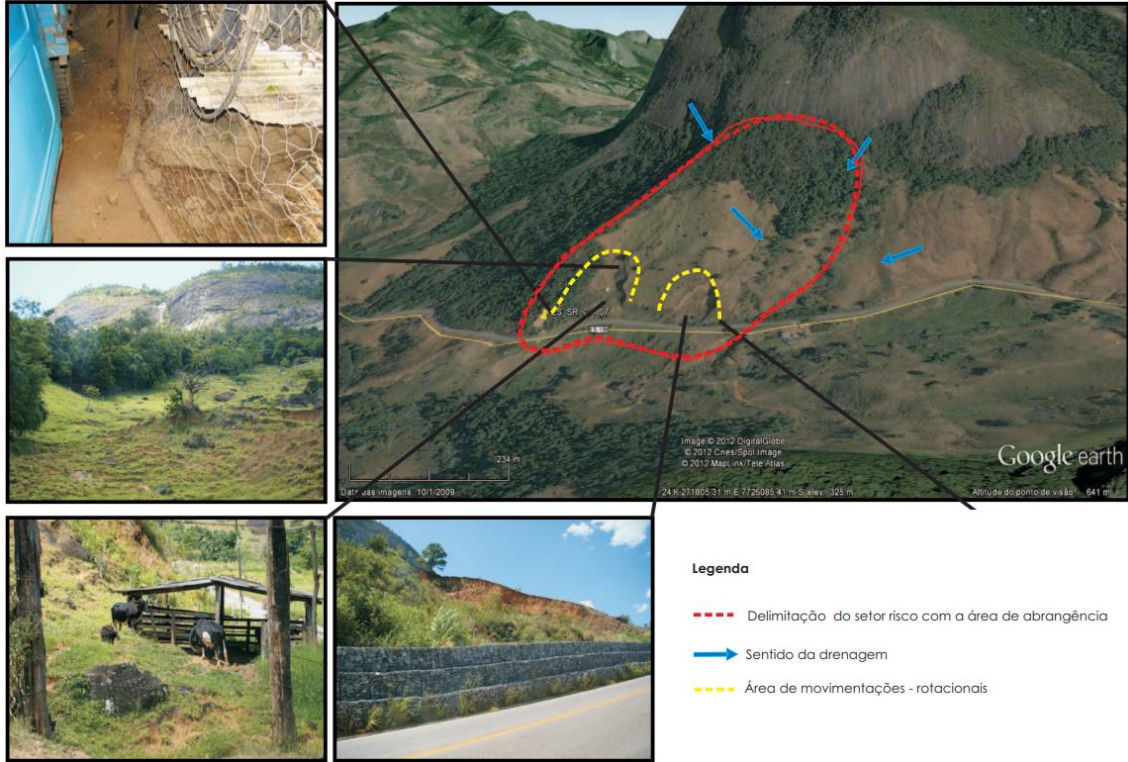
Fonte: Acervo Defesa Civil Castelo/ES (2009).

A handwritten signature or mark in the bottom right corner of the page.

APÊNDICE E – Queda de Blocos: Rolamento - Serra dos Monos, Rodovia Pedro Cola (ES 166), Castelo/ES, 2011.

| TABELA PRINCIPAL | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO | | |
| 2011 – Queda de blocos: rolamento; rastejo; escorregamento circulares ou rotacionais- Serra dos Monos, Rodovia Pedro Cola (ES 166). | | Tipologia | Queda de blocos: rolamento; Escorregamento circular ou rotacional; Rastejo. | | |
| | | ID | Setor ES_CA_SR_07_CPRM | | |
| | | Localização | Zona 24k 271897 E 7725757 S | | |
| | | Data da Ocorrência | 16/11/2011 | | |
| | | Hora da Ocorrência | --- | | |
| | | Duração da Ocorrência | Em movimento. | | |
| | | Data da Vistoria | 20/11/2011 | | |
| | | Fator Deflagrador | Cortes irregulares e exposição de taludes, chuvas acumuladas e umidade antecedente do solo. | | |
| | | Nome Característico | Queda de blocos: rolamento; Escorregamento circular ou rotacional. | | |
| | | Descrição do Evento | Queda de blocos que atingiram os fundos da residência. | | |
| | | Observação (opcional) | Os eventos de movimentos de massa encontram-se em constante movimento na área. São caracterizados por: Queda de blocos: rolamento; Rastejo; Escorregamentos Circulares ou rotacionais em uma área de aproximadamente 15.000,00 m ² . Durante visitas técnicas foram identificadas algumas fraturas no terreno do outro lado da Rodovia Pedro Cola (ES 166). Na rodovia há presença de obras de contenção por conta de escorregamentos anteriores e indícios de movimentos recentes. | | |
| | | P&D | Danos Humanos | Atingidos | 0 |
| | | | | Afetados | 10 |
| Desaparecidos | 0 | | | | |
| Mortes | 0 | | | | |
| Escolas | 0 | | | | |
| Danos Públicos e de Infraestrutura | Unidades de Saúde | | 0 | | |
| | Outros Prédios Públicos | | 0 | | |
| | Sistema Viário ou Transporte | | 0 | | |
| | Rede de Abastecimento | | 0 | | |
| | Atingidas | | | | |
| Danos Privados | Unidades Habitacionais | 1 (Previsão de demolição de casa) | | | |
| | Unidades de Comércio | 0 | | | |
| | Agropecuária | 15 mil m ² | | | |

| | | |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Fonte | Nome do Coletor da Informação | Defesa Civil Castelo/ES; CPRM; |
| | Referência de Dado | Defesa Civil Castelo/ES; CPRM; |
| | Data do Preenchimento | 04/02/2022 |



Fonte: Acervo Defesa Civil Castelo/ES (2011).

APÊNDICE F – Escorregamento Planar - Entroncamento das ruas Alcino Rangel com a Rodovia Pedro Cola (ES-166), Castelo/ES, 2012.

| TABELA PRINCIPAL | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
| 2012 - Escorregamento Translacional - Entroncamento das ruas Alcino Rangel com a Rodovia Pedro Cola (ES-166) | | Tipologia | Escorregamentos Planares ou Translacionais |
| | | ID | Setor ES_CA_SR_10_CPRM |
| | | Localização | Zona: 24 k 269.509 E /7.719.510 S |
| | | Data da Ocorrência | Janeiro de 2012 |
| | | Hora da Ocorrência | (dado não informado) |
| | | Duração da Ocorrência | (dado não informado) |
| | | Data da Vistoria | Janeiro de 2012 |
| | | Fator Deflagrador | Chuvas; Taludes de aterro. |
| | | Nome Característico | Deslizamento de encostas |
| | | Descrição do Evento | Em janeiro de 2012, depois de fortes chuvas, ocorreu o escorregamento translacional da encosta que tornou a área instável a novos eventos de movimentos de massa devido à instabilidade do material. As construções já apresentam trincas e rachaduras de movimentação. Nos momentos que ocorrem as movimentações de massa, tanto a Rua Alcino Rangel quanto a Rodovia Pedro Cola são atingidas com os escombros e/ou sedimentos. |
| | Observação (opcional) | Trata-se de uma encosta de morro com altitude máxima de 140m. Diversos taludes de corte/aterro realizados irregularmente, sem acompanhamento técnico e fluxo de água superficial sem controle. Diversas rachaduras e trincas nos imóveis e no terreno, identificados na meia encosta do morro. | |
| P&D | Danos Humanos | Atingidos | 0 |
| | | Afetados | 155 moradores (aproximadamente) |
| | | Desaparecidos | 0 |
| | Danos | Mortes | 0 |
| | | Escolas | 0 |
| | | Unidades de Saúde | 0 |
| | | Outros Prédios Públicos | 1 |
| Sistema Viário ou | 2 | | |

| | | | |
|--------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| | Públicos e de Infraestrutura | Transporte Rede de Abastecimento Atingidas | 0 |
| | Danos Privados | Unidades Habitacionais Unidades de Comércio Agropecuária | 28 edificações 1 0 |
| Fonte | | Nome do Coletor da Informação Referência de Dado Data do Preenchimento | CPRM Setor ES_CA_SR_10_CPRM 06/05/2020 |



Fonte: Acervo Defesa Civil Castelo/ES (2012).

APÊNDICE G – Escorregamento Planar - Bairro Nossa Senhora Aparecida, Castelo/ES, 2013.

| TABELA PRINCIPAL | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
| 2013 – Escorregamento planar - Bairro Nossa senhora Aparecida. | | Tipologia | Escorregamento planar |
| | | ID | Arquivo Defesa Civil; Site Prefeitura Municipal de Castelo/ES. |
| | | Localização | UTM WGS 27105,46/7719878,46 |
| | | Data da Ocorrência | 24/01/2013 |
| | | Hora da Ocorrência | 4h |
| | | Duração da Ocorrência | segundos |
| | | Data da Vistoria | 24/01/2013 |
| | | Fator Deflagrador | Chuvas acumuladas e umidade antecedente do solo |
| | | Nome Característico | Deslizamento de encosta |
| | | Descrição do Evento | Na madrugada do dia 24 de janeiro de 2013 ocorreu o escorregamento planar ou translacional na encosta da rua Honório Azevedo atingindo uma moradia. |
| | | Observação (opcional) | Foi construído pela Prefeitura Municipal no ano de 2015 um muro de arrimo para conter novos eventos. |
| | P&D | Danos Humanos | Atingidos |
| Afetados | | | 5 |
| Desaparecidos | | | 0 |
| Mortes | | | 0 |
| Danos Públicos e de Infraestrutura | | Escolas | 0 |
| | | Unidades de Saúde | 0 |
| | | Outros Prédios Públicos | 0 |
| | | Sistema Viário ou Transporte | 8 m da rua Honório de Azevedo. |
| | | Rede de Abastecimento Atingidas | 0 |
| Danos Privados | | Unidades Habitacionais | 1 |
| | Unidades de Comércio | 0 | |
| | Agropecuária | 0 | |
| Fonte | | Nome do Coletor da Informação | Defesa Civil Castelo/ES; Prefeitura Municipal de Castelo/ES. |
| | | Referência de Dado | Acervo Defesa Civil castelo/ES. |
| | | Data do Preenchimento | 14/04/2021 |



Fonte: Acervo Defesa Civil Castelo/ES (2013).

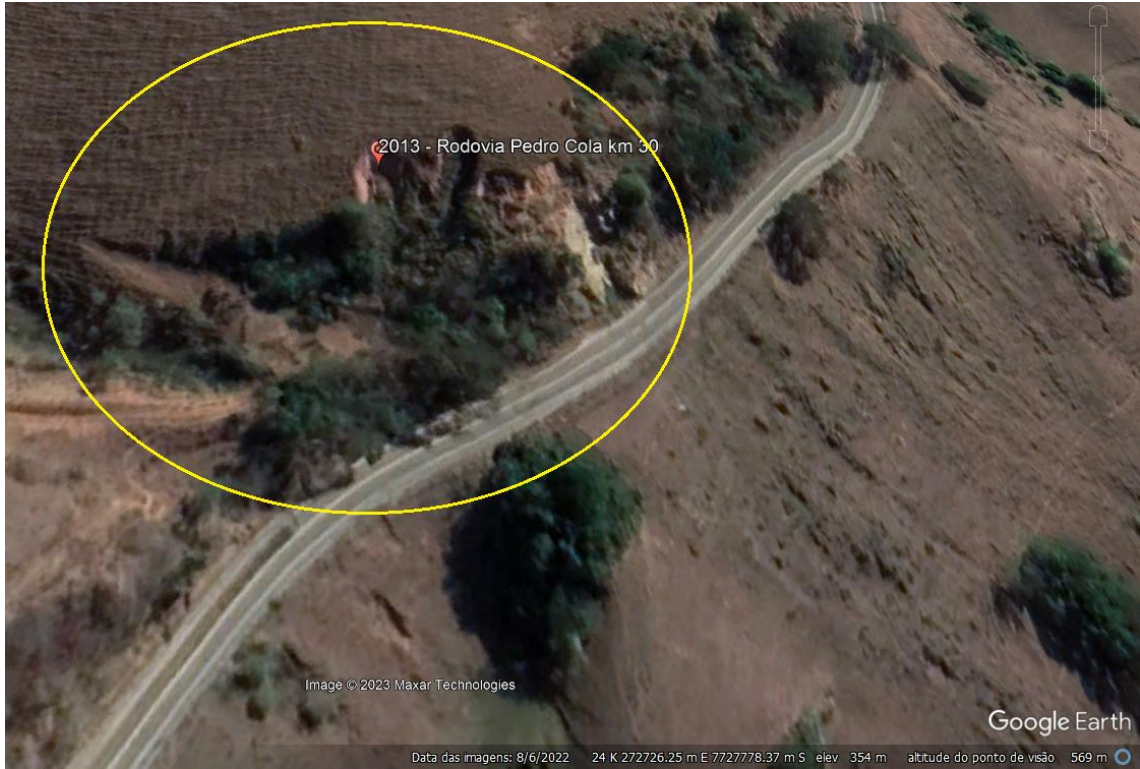


Fonte: Acervo Defesa Civil Castelo/ES (2013).

**APÊNDICE H – Escorregamento Planar; Queda de
Blocos: Rolamento - Rodovia Pedro Cola Km 30, Castelo/ES, 2013.**

TABELA PRINCIPAL

| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2013 - Deslizamento Rodovia Pedro Cola Km 30 | | Tipologia | Escorregamento planar; Queda de blocos: rolamento. |
| | | ID | Defesa Civil Castelo/ES |
| | | Localização | Zona 24 k 272557.15 E 7727767.98 S |
| | | Data da Ocorrência | 23/12/2013 |
| | | Duração da Ocorrência | --- |
| | | Data da Vistoria | 26/12/2013 |
| | | Fator Deflagrador | chuvas acumuladas e umidade antecedente do solo. |
| | | Nome Característico | Deslizamento da rodovia |
| | | Descrição do Evento | O local do evento encontra-se em uma encosta com talude em cortes e devido às chuvas acumuladas e umidade antecedente do solo que causaram duas áreas de escorregamento planar ou translacional no dia 23/12/2013, atingindo uma das pistas da rodovia, impedindo o trânsito. |
| | | Observação (opcional) | Trata-se de uma área em constante movimentação de massa e queda de blocos. |
| P&D | Danos Humanos | Atingidos | 0 |
| | | Afetados | 0 |
| | | Desaparecidos | 0 |
| | | Mortes | 0 |
| | | Escolas | 0 |
| | Danos Públicos e de Infraestrutura | Unidades de Saúde | 0 |
| | | Outros Prédios Públicos | 0 |
| | | Sistema Viário ou Transporte | 10m |
| | | Rede de Abastecimento | 0 |
| | | Atingidas Unidades Habitacionais | 0 |
| Danos Privados | Unidades de Comércio | 0 | |
| | Agropecuária | 0 | |
| | Nome do Coletor da Informação | Lúcio Cesconetti (Coordenador Defesa Civil Castelo/ES). | |
| Fonte | Referência de Dado | Defesa Civil Castelo/ES. Google Earth (2022). | |
| | Data do Preenchimento | 08/07/2022 | |



Fonte: Google Earth (2022).

APÊNDICE I - Queda de Blocos: Desplacamento – Lembrança, Castelo/ES, 2019.

TABELA PRINCIPAL

| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
|----------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2019 - Queda de Blocos: Desplacamento Lembrança | - | Tipologia | Queda de Blocos: Desplacamento. |
| | | ID | 0007/2019-Laudo de Vistoria de levantamento de Risco; OF. Defesa Civil de Castelo nº 001/2019 |
| | | Localização | UTM WGS 84 254.532/7.725.793 |
| | | Data da Ocorrência | 28/01/2019 |
| | | Hora da Ocorrência | 3:50h |
| | | Duração da Ocorrência | 8 segundos |
| | | Data da Vistoria | 29/01/2019 |
| | | Fator Deflagrador | Variação térmica (chuva à noite calor de dia) e chuvas antecedentes. |
| | | Nome Característico | Deslizamento de pedras na comunidade da Lembrança. |
| | | Descrição do Evento | No dia 28/01/2019 as 3h e 50 minutos (aproximadamente) ocorreu uma queda de blocos: deslocamento de rocha com aproximadamente 40m de altura, percorrendo a face rochosa da meia encosta granítica por uma extensão de 200m, aproximadamente. A partir do momento que os blocos rochosos, sedimentos e vegetação transportados pelo deslocamento atingiram o nível mais baixo do relevo, soterraram a estrada de acesso à comunidade Lembrança e o córrego localizado na planície de inundação, percorrendo pelo menos 100m de extensão. No evento os blocos de rochas atingiram a residência e a Tulha da família, comprometendo os imóveis. |
| | | Observação (opcional) | Risco de quantidades de material se desprender do maciço rochoso, pois existem fraturas bem definidas na rocha com passagem de água, conforme analisado in loco pela vistoria. |
| | Atingidos | 16 moradores (três família) | |
| Danos | Afetados | 20 famílias. | |

| | | | |
|-------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P&D | Humanos | Desaparecidos | 0 |
| | | Mortes | 0 |
| | | Escolas | Obstrução de acesso. |
| | | Unidades de Saúde | |
| Danos Públicos e de Infraestrutura | | Outros Prédios Públicos | 1 (igreja) |
| | | Sistema Viário ou Transporte | 300m (obstrução de estrada de acesso a comunidade). |
| | | Rede de Abastecimento Atingidas Unidades Habitacionais | Dano parcial, córrego soterrado. |
| | | | Dano Parcial em três (3) imóveis. |
| Danos Privados | | Unidades de Comércio Agropecuária | 0 |
| | | | Perda parcial de área de pastagem e plantação de café. Tulha danificada. |
| Fonte | | Nome do Coletor da Informação | Cristiane Tinoco dos Santos-Geóloga, MAJ BM Clayton Laeber Thompson, SGT BM Rodrigo Silva Taquini e Lúcio Cesconetti (Coordenador Defesa Civil Castelo/ES). |
| | | Referência de Dado | 0007/2019-Laudo de Vistoria de levantamento de Risco; OF. Defesa Civil de Castelo nº 001/2019; https://g1.globo.com/es/espirito-santo/noticia/2019/02/02/deslizamento-de-pedras-interdita-estrada-e-muda-rotina-de-comunidade-em-castelo-es.ghtml |
| | | Data do Preenchimento | 08/05/2020 |



Fonte: Google Earth (2019). Descrição: Vermelho: 300 m de Estrada interdita; Amarelo: 1000 m de desvio de Estrada.

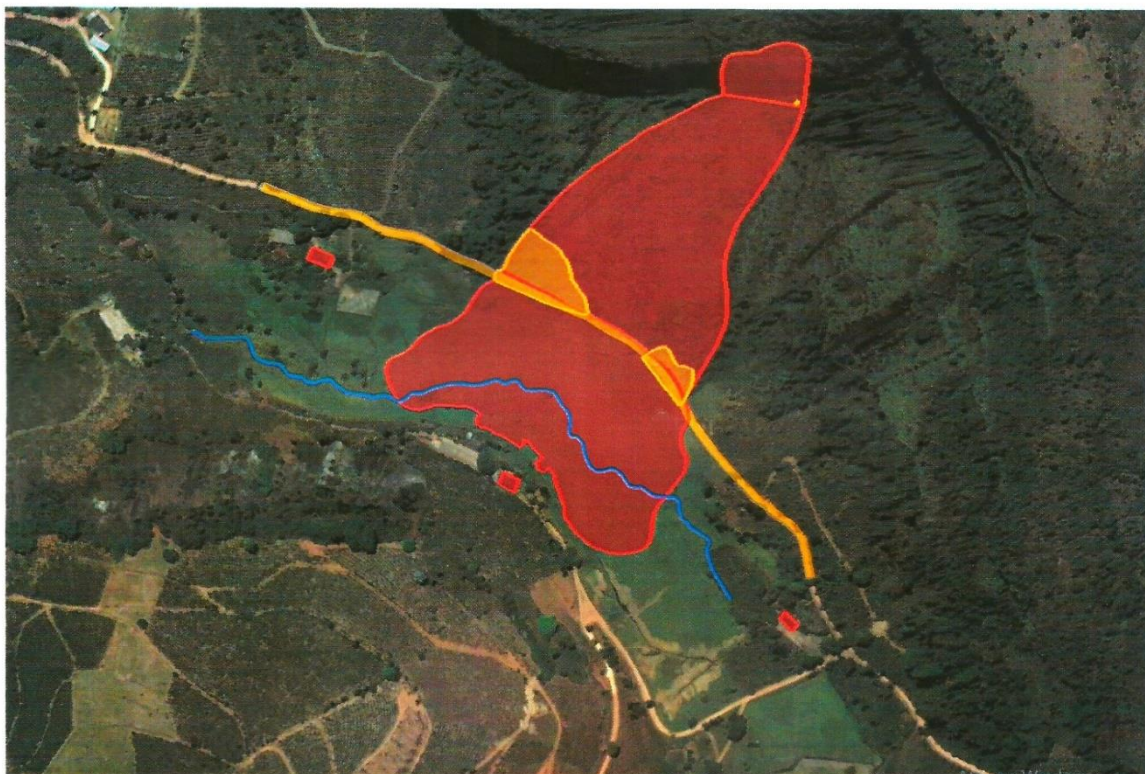


IMAGEM 01 – Imagem de satélite com a delimitação da extensão dos blocos de rocha, soterramento da estrada de acesso à comunidade da Lembrança e do córrego, além das três casas mais próximas ao desastre.

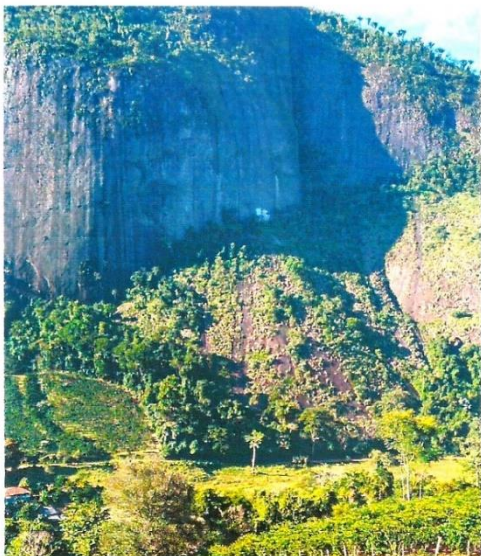


FOTO 01 – Antes do desastre no dia 28 de janeiro de 2019.
(foto de morador da região)



FOTO 02 – Depois do desastre no dia 28 de janeiro de 2019.
(foto de morador da região)

Fonte: Acervo Defesa Civil Castelo/ES (2019).

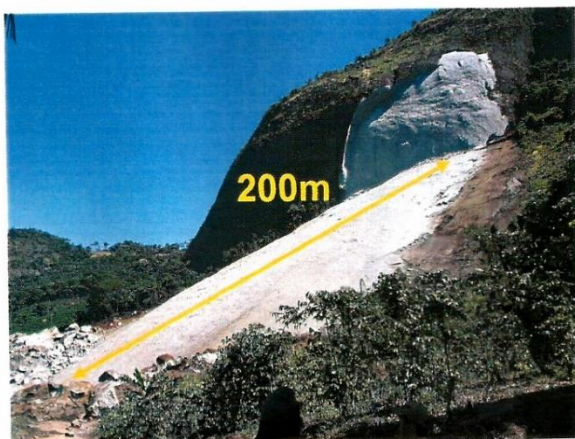


FOTO 03 – Face rochosa da meia encosta do morro com aproximadamente 200m de extensão.

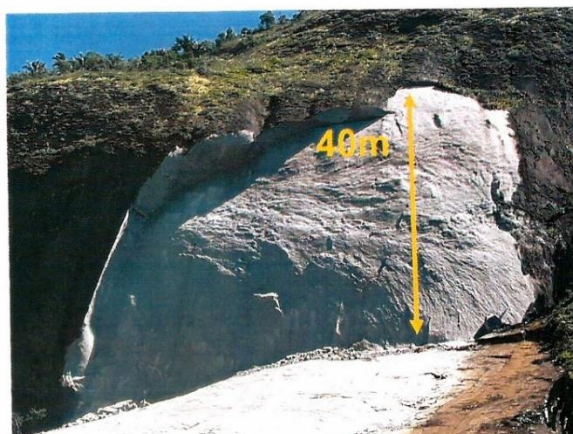


FOTO 04 – Desplacamento de rocha com aproximadamente 40m de altura.

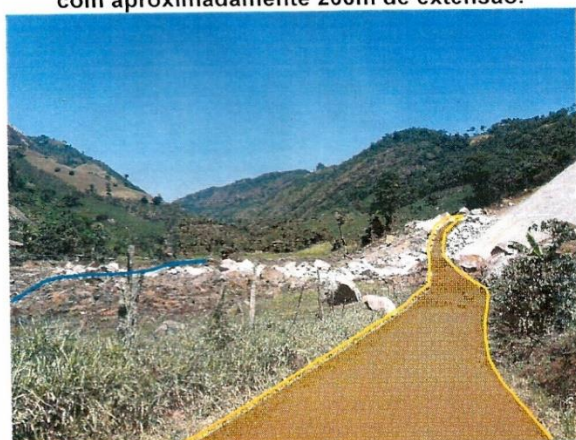


FOTO 05 – Soterramento da estrada e córrego com blocos de rocha, sedimentos e vegetação.

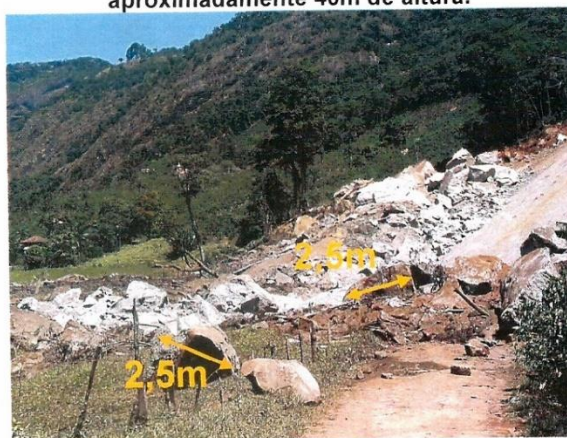


FOTO 06 – Dimensão dos blocos de rocha com até 2,5m de diâmetro.

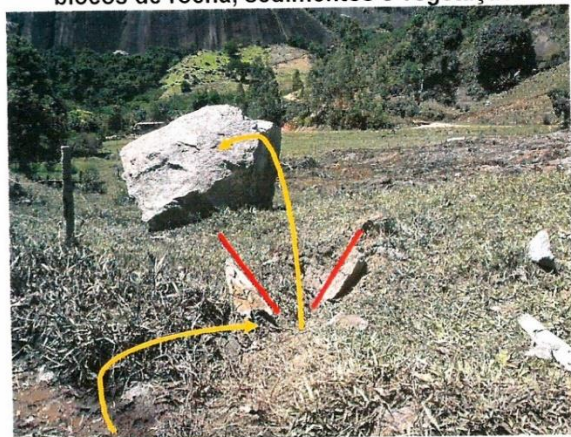


FOTO 07 – Indícios da passagem do bloco no terreno, com aprofundamento do solo.



FOTO 08 – Atingimento do imóvel residencial por pequenos blocos de rocha.

Fonte: Acervo Defesa Civil Castelo/ES (2019).

APÊNDICE J - Queda de Blocos: Rolamento - Morro Niterói, Castelo/ES, 2019.

TABELA PRINCIPAL

| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 2019 - Queda de blocos: Rolamento de blocos, Morro Niterói. | | Tipologia | Queda de blocos: rolamento de blocos. | |
| | | ID | OF. CMC nº 58/2019 da Câmara Municipal de Castelo/ES | |
| | | Localização | UTM 24 k 270966 E 7720381 S | |
| | | Data da Ocorrência | 08/01/2019 | |
| | | Hora da Ocorrência | 4h | |
| | | Duração da Ocorrência | Segundos | |
| | | Data da Vistoria | 18/03/2019 | |
| | | Fator Deflagrador | Chuva; Altas temperaturas. | |
| | | Nome Característico | Rolamento de blocos no Morro do Niterói, 2019. | |
| | | Descrição do Evento | Queda e rolamento de bloco rochoso com dimensão aproximada de 1,5m de altura. O material deslocou-se pelo menos 10m da sua origem, sendo amparado pela vegetação existente no local. | |
| | | Observação (opcional) | Identificou-se tratar da mesma área que sofreu a ocorrência de queda de blocos no ano de 1983, verificação feita a partir de fotos da vistoria realizada na década de 80 (Arquivo da PMC). Em 2012 a mesma área foi classificada pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM como área de Alto Risco-R4 (prancha denominada ES_CA_SR_01). | |
| | P&D | Danos Humanos | Atingidos | 0 |
| | | | Afetados | 0 |
| Desaparecidos | | | 0 | |
| Mortes | | | 0 | |
| Escolas | | | 0 | |
| Danos Públicos e de Infraestrutura | | Unidades de Saúde | 0 | |
| | | Outros Prédios | 0 | |
| | | Sistema Viário ou | 0 | |
| | | Transporte Rede de | 0 | |
| | | Abastecimento | 0 | |
| Atingidas Unidades Habitacionais | 0 | | | |

| | | |
|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Danos Privados | Unidades de Comércio | 0 |
| | Agropecuária | 0 |
| | Nome do Coletor da Informação | Cristiane Tinoco dos Santos-Geóloga e Lúcio Cesconetti (Coordenador Defesa Civil Castelo/ES). |
| | Referência de Dado | OF. CMC nº 58/2019 da Câmara Municipal de Castelo/ES; Arquivo PMC e CPRM Setor ES_CA_SR_01/2012. |
| Fonte | Data Preenchimento | 22/01/2020 |

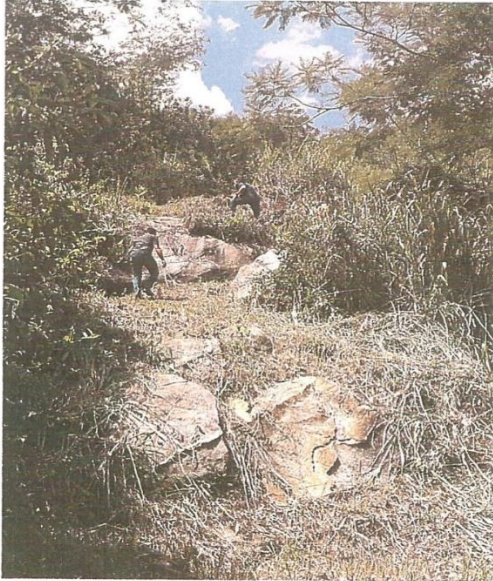


FOTO 03 – Outros trechos da subida tinham afloramentos constituídos de: maciço rochoso, blocos e lajes de rocha, alguns movimentados com mergulho coincidindo com a declividade da encosta



FOTO 04 – Drenagem bem marcada no terreno com alto poder erosivo quando associado à alta declividade da encosta

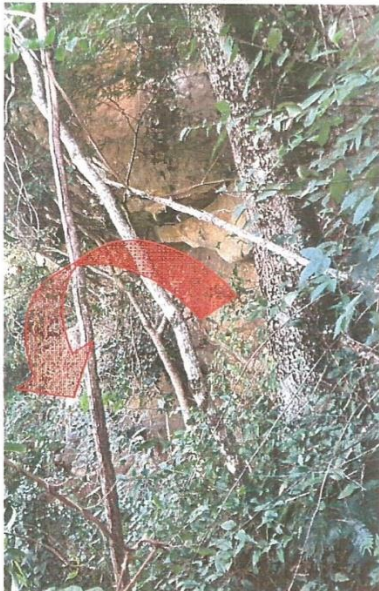


FOTO 05 – Vista geral do afloramento rochoso que causa preocupação na população, por ter histórico de quedas/rolamento de blocos

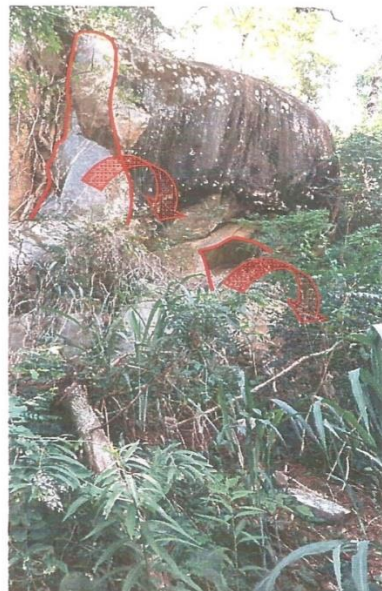


FOTO 06 – Vista geral do local onde ocorreu a movimentação de blocos de rocha

Fonte: Acervo Defesa Civil Castelo/ES (2019).

APÊNDICE K – Corrida, Queda de Blocos: Rolamento e Escorregamento Planares - Córrego do Ubá, Castelo/ES, 2020.

| TABELA PRINCIPAL | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
| 2020 - Queda de blocos: rolamento e escorregamento planares, Córrego do Ubá. | | Tipologia | Queda de blocos: rolamento, escorregamento planares |
| | | ID | Defesa Civil de Castelo/ES. |
| | | Localização | Zona: 24 k 283456.00 E 7720748.00 S |
| | | Data da Ocorrência | 17/01/2020 |
| | | Hora da Ocorrência | ---- |
| | | Duração da Ocorrência | ---- |
| | | Data da Vistoria | 22/01/2020 |
| | | Fator Deflagrador | Chuvas antecedentes ou umidade antecedente do solo |
| | | Nome Característico e Descrição do Evento | Deslizamento Deslizamento de blocos rochosos com sedimentos, vegetação e árvores de grande porte interditando a estrada de acesso, com interrupção de fornecimento de energia e atingindo imóveis. |
| | | Observação (opcional) | Na comunidade de Ubá, 15 famílias ficaram isoladas com o escorregamento e rolamento de blocos, seis famílias desalojadas em um primeiro momento e três imóveis foram atingidos diretamente. No momento do temporal, a lavradora Ana Lúcia Machini estava dentro de casa com a filha. A lama chegou a bloquear a entrada do imóvel. A chuva afetou os acessos a nove comunidades no interior de Castelo/ES. |
| P&D | Danos Humanos | Atingidos | 12 pessoas |
| | | Afetados | 48 pessoas |
| | | Desaparecidos | 0 |
| | | Mortes | 0 |
| | | Escolas | 0 |
| | Danos Públicos e de Infraestrutura | Unidades de Saúde | 0 |
| | | Outros Prédios Públicos | 0 |
| | | Sistema Viário ou Transporte | 15 Km |
| | | Rede de Abastecimento | 20 km |
| | | Atingidas | |
| Danos Privados | Unidades Habitacionais | 3 | |
| | Unidades de Comércio | 0 | |
| | Agropecuária | 10 mil m ² | |
| Fonte | | Nome do Coletor da Informação | G1/ES (2020). Lúcio Cesconetti (Coordenador Defesa Civil Castelo/ES). |
| | | Referência de Dado | https://g1.globo.com/es/espírito- |

Data do Preenchimento

santo/noticia/2020/01/23/comunidade-do-interior-de-castelo-es-tem-familias-isoladas-e-sem-energia-eletrica-apos-chuva.ghtml
04/04/2020[mapa_castelo_es_s....pdf](#)[Exibir todos](#) X

Foto: G1/ES (2020).



Foto: G1/ES (2020).



Foto: G1/ES (2020).



Foto: G1/ES (2020).

APÊNDICE L - Escorregamento Planar, Rodovia Pedro Cola – Km 20, Castelo/ES, 2020.

TABELA PRINCIPAL

| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2020 – Escorregamento Planar, Rodovia Pedro Cola – Km 20 | | Tipologia | M.M: Escorregamento Planar; |
| | | ID | ---- |
| | | Localização | Zona: 24 k 273656.71 E 7737172.41 S |
| | | Data da Ocorrência | 04/03/2020 |
| | | Hora da Ocorrência | 6 h aproximadamente |
| | | Duração da Ocorrência | segundos |
| | | Data da Vistoria | 04/03/2020 |
| | | Fator Deflagrador | chuvas antecedentes ou umidade antecedente do solo; Corte de talude; |
| | | Nome Característico | Deslizamento |
| | | Descrição do Evento | No dia 04 de março de 2020, na rodovia ES 166, conhecida como Rodovia Pedro Cola, que liga Castelo a Venda Nova do Imigrante, no Sul do Espírito Santo, no km 20, ocorreu o escorregamento planares que causou a interdição de meia pista. |
| | | Observação (opcional) | |
| | | Atingidos | 0 |
| | | Afetados | 0 |
| Desaparecidos | 0 | | |
| Mortes | 0 | | |
| Escolas | 0 | | |
| Unidades de Saúde | 0 | | |
| Outros Prédios | 0 | | |
| P&D | Danos Públicos e de Infraestrutura | Públicos | |
| | | Sistema Viário ou Transporte | 1 km (trânsito interrompido) |
| | | Rede de Abastecimento | 0 |
| Danos Privados | Atingidas Unidades Habitacionais | 0 | |
| | Unidades de Comércio | 0 | |
| | Agropecuária | | |
| Fonte | Nome do Coletor da Informação | Dia a Dia/ES (2020); Defesa Civil; Daiane Ribeiro Nunes. | |
| | Referência de Dado | https://diaadiaes.com.br/deslizamentos-causam-transtornos-entre-venda-nova-e-castelo/ Defesa Civil Castelo/ES. | |
| | | Data do Preenchimento | 10/03/2020 |



Foto: Dia a Dia/ES (2020).



Foto: Autora (2020).

APÊNDICE M - Queda de Blocos: Rolamento - Rodovia Pedro Cola – Km 30, Castelo/ES, 2020.

| TABELA PRINCIPAL | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO |
| 2020 – Queda de blocos: Rolamento de blocos; Escorregamento Circular, Rodovia Pedro Cola – Km 30 | | Tipologia | M.M: Queda de blocos: Rolamento de blocos; Escorregamento Circular; |
| | | ID | ---- |
| | | Localização | Zona: 24 k 272597.00 E 7727774.00 S |
| | | Data da Ocorrência | 03/03/2020 |
| | | Hora da Ocorrência | 15h e 30 minutos |
| | | Duração da Ocorrência | segundos |
| | | Data da Vistoria | 03/03/2020 |
| | | Fator Deflagrador | chuvas antecedentes ou umidade antecedente do solo; Corte de talude; |
| | | Nome Característico | Deslizamento de rocha |
| | | Descrição do Evento | No dia 03 de Março de 2020, na rodovia ES 166, conhecida como Rodovia Pedro Cola, que liga Castelo a Venda Nova do Imigrante, no Sul do Espírito Santo, chuvas antecedentes ou umidade antecedente do solo podem ser os agentes deflagradores que causaram o evento de movimento de massa de queda de blocos e escorregamento planares que interditou a pista totalmente por 7 km de extensão, no km 30. |
| | Observação (opcional) | Como informado pelo Departamento Edificações e Rodovias (DER), devida a dimensão e quantidade dos blocos, a retirada dos mesmos tornou-se um desafio maior para os técnicos do órgão. Eles efetuaram uma tentativa de retirada dos blocos que não funcionou, pois havia muito mais pedras e barro na parte de cima. O resultado foram ainda mais pedras e barro por toda a pista, estendendo o tempo para solução do problema por pelo menos mais quatro dias. Como alternativa para o tráfego da rodovia, os motoristas tiveram que passar pela bifurcação da Fazenda do Centro, única solução para os que precisam usar a rodovia. Além de a estrada ser de chão, o desvio custa a quem passar 12 km a mais na viagem de volta à rodovia. | |
| | Danos | Atingidos | 0 |
| | | Afetados | 0 |
| | | Desaparecidos | 0 |

| | | | |
|----------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| P&D | Humanos | Mortes | 0 |
| | Danos Públicos e de Infraestrutura | Escolas | 0 |
| | | Unidades de Saúde | 0 |
| | | Outros Prédios Públicos | 0 |
| | | Sistema Viário ou Transporte | 7 km (trânsito interrompido) |
| | | Rede de Abastecimento Atingidas | 0 |
| | Danos Privados | Unidades Habitacionais | 0 |
| | | Unidades de Comércio | 0 |
| | | Agropecuária | |
| Fonte | Nome do Coletor da Informação | G1/ES (2020); Defesa Civil Castelo/ES; Daiane Ribeiro Nunes. | |
| | Referência de Dado | https://diaadiaes.com.br/deslizamentos-causam-transtorno-entre-venda-nova-e-castelo/ Defesa Civil Castelo/ES | |
| | Data do Preenchimento | 10/03/2020 | |



Foto: Dia a Dia/ES (2020).



Foto: Dia a Dia/ES (2020).



Foto: Autora (2020).

APÊNDICE N – Escorregamento Planar, Alto Chapéu, Castelo/ES, 2020.

| TABELA PRINCIPAL | | | | | |
|---------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO | | |
| 2020 - Escorregamento Planar, Alto Chapéu. | | Tipologia | Escorregamento Planar | | |
| | | ID | Entrevista com proprietário | | |
| | | Localização | Zona 24 K 264468,00 E 7722594,00 S | | |
| | | Data da Ocorrência | 26/01/2020 | | |
| | | Hora da Ocorrência | 22h | | |
| | | Duração da Ocorrência | segundos | | |
| | | Data da Vistoria | 15/06/2020 | | |
| | | Fator Deflagrador | Chuvas antecedentes ou umidade antecedente do solo. | | |
| | | Nome Característico | Deslizamento | | |
| | | Descrição do Evento | No dia 26 de janeiro de 2020, na localidade de Alto Chapéu ocorreu o escorregamento planar que causou danos na propriedade. | | |
| | | Observação (opcional) | A área sofreu com novo evento de movimento de massa no dia 06/03/2020, com perda total do imóvel. | | |
| | | P&D | Danos Humanos | Atingidos | 2 |
| | | | | Afetados | 0 |
| | | | | Desaparecidos | 0 |
| | | | | Mortes | 0 |
| Escolas | 0 | | | | |
| Unidades de Saúde | 0 | | | | |
| Outros Prédios Públicos | 0 | | | | |
| Sistema Viário ou Transporte | 0 | | | | |
| Rede de Abastecimento | 0 | | | | |
| Atingidas | 1 | | | | |
| Danos Privados | Danos Privados | Unidades Habitacionais | 0 | | |
| | | Unidades de Comércio | 0 | | |
| | | Agropecuária | 0 | | |
| | | Nome do Coletor da Informação | Daiane Ribeiro Nunes. | | |
| Fonte | | Referência de Dado | Entrevista com proprietário | | |
| | | Data do Preenchimento | 06/08/2020. | | |
| | | | | | |



Foto: Autora (2020).



Foto: Autora (2020).



Foto: Autora (2020).

APÊNDICE O – Escorregamento Planar, Mundo Novo, Castelo/ES, 2021.

| TABELA PRINCIPAL | | | | | |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO | | |
| 2021 – Escorregamento Planar, Mundo Novo. | | Tipologia | Escorregamento Planar | | |
| | | ID | G1 ES. | | |
| | | Localização | Zona 24 k 263812.90 E 7719482.31 S | | |
| | | Data da Ocorrência | 20/01/2021 | | |
| | | Hora da Ocorrência | 21h | | |
| | | Duração da Ocorrência | 48h (aproximadamente) | | |
| | | Data da Vistoria | 21/01/2021 | | |
| | | Fator Deflagrador | Chuva | | |
| | | Nome Característico | Deslizamento de terra | | |
| | | Descrição do Evento | Escorregamento Planar ou Translacional e rolamento de blocos devastaram parte de plantação de café, aproximadamente 20mil m ² . Temporal no dia 20/01/2021 foi o fator deflagrador do escorregamento que ocorreu aproximadamente às 9h da noite deste dia. Fotografia do evento em anexo. | | |
| | | Observação (opcional) | Deslizamento na propriedade, trouxe prejuízos estimados pelo proprietário em pelo menos R\$ 50 mil. | | |
| P&D | Danos Humanos | Atingidos | 0 | | |
| | | Afetados | 0 | | |
| | | Desaparecidos | 0 | | |
| | | Mortes | 0 | | |
| | | Escolas | 0 | | |
| | | Unidades de Saúde | 0 | | |
| | | Outros Prédios Públicos | 0 | | |
| | | Sistema Viário ou Transporte | 15Km – interdição da Rodovia ES 491 | | |
| | | Rede de Abastecimento | 0 | | |
| | | Atingidas Unidades Habitacionais | 0 | | |
| P&D | Danos Públicos e de Infraestrutura | Unidades de Comércio | 0 | | |
| | | Agropecuária | 1 unidade – 20mil m ² | | |
| | | Nome do Coletor da Informação | G1/ES (2021). | | |
| | | Referência de Dado | https://www.agazeta.com.br/es/cotidiano/deslizamentos-de-terra-destroem-plantacoes-de-cafe-em-castelo-0221 | | |
| | | Data do Preenchimento | 06/04/2021 | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Fonte | | | | | |



Foto: G1/ES (2021).



Foto: G1/ES (2021).

APÊNDICE P – Queda de Blocos: Desplacamento, Pedreira Castelo/ES, 2022.

| TABELA PRINCIPAL | | | | | |
|-------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---|
| GRUPO | SUBGRUPO | CAMPOS | DESCRIÇÃO | | |
| 2022 – Queda de blocos: deslocamento, Pedreira. | | Tipologia | Queda de Blocos: Desplacamento. | | |
| | | ID | Reportagem do jornal Aqui notícias.com; Defesa Civil. | | |
| | | Localização | Zona: 24 k 267874.87 E 7726362.77 S | | |
| | | Data da Ocorrência | 01/09/2022 | | |
| | | Hora da Ocorrência | 13h e 30 minutos | | |
| | | Duração da Ocorrência | segundos | | |
| | | Data da Vistoria | 03/09/2022 | | |
| | | Fator Deflagrador | Variação térmica (chuva à noite calor de dia) e chuvas antecedentes. | | |
| | | Nome Característico | Queda de blocos | | |
| | | Descrição do Evento | No dia 01/09/2022 as 13h e 30 minutos (aproximadamente) ocorreu uma queda de blocos: deslocamento de rocha, percorrendo a face rochosa da meia encosta granítica por uma extensão de 25m, aproximadamente. | | |
| | | Observação (opcional) | Risco de quantidades de material se desprender do maciço rochoso, pois existem fraturas bem definidas na rocha com passagem de água. | | |
| | | P&D | Danos Humanos | Atingidos | 0 |
| | | | | Afetados | 0 |
| | | | | Desaparecidos | 0 |
| | | | | Mortes | 0 |
| | | | | Escolas | 0 |
| | | | | Unidades de Saúde | 0 |
| | | | | Outros Prédios Públicos | 0 |
| | | Danos Públicos e de Infraestrutura | Sistema Viário ou Transporte | 2km (obstrução de estrada de acesso a comunidade). | |
| Rede de Abastecimento | 0 | | | | |
| Danos Privados | Atingidas Unidades Habitacionais | 0 | | | |
| | Unidades de Comércio | 0 | | | |
| | Unidades de Agropecuária | 0 | | | |

| | | |
|--------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fonte | Nome do Coletor da Informação | Aqui Notícias (2022). |
| | Referência de Dado | Aqui Notícias.com, disponível em: https://www.aquinoticias.com/2022/09/rodovia-de-castelo-atingida-por-deslizamento-de-pedras-nao-tem-previsao-de-liberacao-diz-der/ |
| | Data do Preenchimento | 10/10/2022 |



Fonte: Aqui notícias (2022).



Fonte: Aqui notícias (2022).