

Estudos em Ciências Exatas e da Terra

Desafios, Avanços e Possibilidades

Alireza Mohebi Ashtiani
(organizador)

VOL II



EDITORA
ARTEMIS
2024

Estudos em Ciências Exatas e da Terra

Desafios, Avanços e Possibilidades

Alireza Mohebi Ashtiani
(organizador)

VOL II



EDITORA
ARTEMIS
2024



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Alireza Mohebi Ashtiani
Imagem da Capa	Abstract Style Landscapes /123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Prof. Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México



Prof.^a Dr.^a Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.^a Dr.^a Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.^a Dr.^a Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof.^a Dr.^a Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.^a Dr.^a Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.^a Dr.^a Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.^a Dr.^a Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.^a Dr.^a Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.^a Dr.^a Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.^a Dr.^a Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.^a Dr.^a Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.^a Dr.^a Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
Prof.^a Dr.^a Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.^a Dr.^a Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.^a Dr.^a Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.^a Dr.^a María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.^a Dr.^a Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*



Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasiléviski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos em Ciências Exatas e da Terra: Desafios, Avanços e Possibilidades II / Organizador Alireza Mohebi Ashtiani. – Curitiba, PR: Artemis, 2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-39-0

DOI 10.37572/EdArt_271124390

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Ashtiani, Alireza Mohebi.

CDD 509

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

INTRODUÇÃO

A coletânea *Estudos em Ciências Exatas e da Terra: Desafios, Avanços e Possibilidades II* reúne contribuições significativas nas áreas de geociências, engenharia e física, com um foco particular na análise e solução de problemas complexos em diferentes contextos e regiões do mundo. Os artigos apresentados neste volume abordam desde questões geológicas e ambientais até modelos matemáticos avançados aplicados a problemas práticos, evidenciando a diversidade e a riqueza dos desafios contemporâneos enfrentados por pesquisadores nas Ciências Exatas e da Terra.

O primeiro artigo, *Feições Erosivas em Vargem Alta (Espírito Santo, Brasil)*, trata das dinâmicas de erosão no município de Vargem Alta, com um olhar atento aos processos naturais e suas consequências para o meio ambiente local. Em seguida, *Análise de Estabilidade de Talude no Município de Vargem Alta (ES)* oferece uma análise detalhada sobre a estabilidade de taludes e suas implicações para a segurança das áreas urbanas e rurais afetadas.

No artigo *Contribuição para o Zoneamento de Risco de Inundações Urbanas no Município de Lichinga, Província de Niassa, Moçambique*, o foco se desloca para a aplicação de metodologias para o zoneamento de risco de inundações, um tema de grande importância para o planejamento urbano e a segurança das populações em regiões vulneráveis.

No trabalho *Paleocanais na Plataforma Continental Interna do Rio Grande: Evidências de Variações Eustáticas Durante o Quaternário*, os autores investigam as evidências geológicas de mudanças eustáticas, proporcionando uma compreensão mais profunda dos eventos climáticos e ambientais que marcaram a história do planeta.

No campo da geografia e da agricultura, *Consolidação de Terras Agrícolas (Estudo de Caso Russo)* apresenta um estudo de caso sobre a reorganização da agricultura em uma região da Rússia, discutindo a viabilidade de práticas de consolidação de terras para otimizar o uso da terra e aumentar a produção agrícola.

Seguindo para a física aplicada, o artigo *1D Space-Time Solution of the Species Diffusion Equation with Double Entry Boundary in Spherical Foods* explora soluções matemáticas para a equação de difusão de espécies, com aplicação no setor alimentício, focando na modelagem de processos dentro de esferas alimentícias.

Em seguida, *Modelo Matemático de Difracción en Región de Fresnel Convergente y Divergente de una Lente Esférica* apresenta um modelo matemático inovador para a difração da luz em lentes esféricas, contribuindo para o campo da óptica e suas aplicações.

Por fim, *Caracterización de los Efectos de una Fulguración Solar* discute os impactos de eventos solares extremos, com foco nas implicações para a física espacial e para a proteção de tecnologias modernas sensíveis, como satélites e sistemas de comunicação.

Como é possível observar, este volume é uma contribuição valiosa para o avanço das Ciências Exatas e da Terra, apresentando uma ampla gama de pesquisas que têm o potencial de influenciar práticas em diversas áreas, desde a mitigação de riscos ambientais até o desenvolvimento de novas tecnologias e abordagens inovadoras em várias disciplinas. A variedade de temas e abordagens evidenciam a complexidade dos desafios que os pesquisadores enfrentam atualmente e reforçam a importância da colaboração interdisciplinar para o progresso científico.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Alireza Mohebi Ashtiani

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

FEIÇÕES EROSIVAS EM VARGEM ALTA (ESPÍRITO SANTO, BRASIL)

Éder Carlos Moreira

Leonardo Coelho Fabrino Filho

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243901

CAPÍTULO 2..... 15

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DE TALUDE NO MUNICÍPIO DE VARGEM ALTA (ES)

Éder Carlos Moreira

Eric José Cerqueira Gonçalves

Thiago Curty Vimercati

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243902

CAPÍTULO 3..... 27

CONTRIBUIÇÃO PARA O ZONEAMENTO DE RISCO DE INUNDAÇÕES URBANAS NO MUNICÍPIO DE LICHINGA, PROVÍNCIA DE NIASSA, MOÇAMBIQUE

Americo José Fombe

Gustavo Sobrinho Dgedge

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243903

CAPÍTULO 4..... 47

PALEOCANAIS NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO RIO GRANDE: EVIDÊNCIAS DE VARIAÇÕES EUSTÁTICAS DURANTE O QUATERNÁRIO

Laurício Corrêa Terra

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243904

CAPÍTULO 5..... 56

AGRICULTURAL LAND CONSOLIDATION (RUSSIAN CASE STUDY)

Alexander Sagaydak

Anna Sagaydak

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243905

CAPÍTULO 6..... 64

1D SPACE-TIME SOLUTION OF THE SPECIES DIFFUSION EQUATION WITH DOUBLE ENTRY BOUNDARY IN SPHERICAL FOODS

Juan Ignacio González Pacheco

Mariela Beatriz Maldonado

Ariel Fernando Márquez Agüero

Paula Anabella Giorlando Videla

Leonel Nicolás Lisanti

Carla Rocío Zaragoza

Oscar Daniel Galvez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243906

CAPÍTULO 7 85

MODELO MATEMÁTICO DE DIFRACCIÓN EN REGIÓN DE FRESNEL CONVERGENTE Y DIVERGENTE DE UNALENTE ESFÉRICA

Esteban Andrés Zárate

Quintiliano Angulo Córdova

Marian Cristina Ricárdez Torres

Omar Morales Alejos

Israel Benjamín Sánchez Jiménez

José Adán Hernández Nolasco

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243907

CAPÍTULO 8..... 100

CARACTERIZACIÓN DE LOS EFECTOS DE UNA FULGURACIÓN SOLAR

Guillermo Daniel Rodriguez

Ricardo Ezequiel Garcia

Leonardo José Navarría

Nicolas Quaglino

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2711243908

SOBRE O ORGANIZADOR.....112

ÍNDICE REMISSIVO 113

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DE TALUDE NO MUNICÍPIO DE VARGEM ALTA (ES)

Data de submissão: 25/10/2024

Data de aceite: 14/11/2024

Éder Carlos Moreira

Professor Adjunto do curso de Geologia na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Alegre – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9650042242680161>

Eric José Cerqueira Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo
Departamento de Geologia
Alegre - ES
<https://lattes.cnpq.br/4301579019364983>

Thiago Curty Vimercati

Universidade Federal do Espírito Santo
Departamento de Geologia
Alegre - ES
<http://lattes.cnpq.br/5508171303133497>

RESUMO: O município de Vargem Alta (ES) possui um padrão de ocupação característico de áreas montanhosas, tornando-o suscetível a inundações e deslizamentos, especialmente durante períodos de chuvas intensas. O presente trabalho buscou realizar uma caracterização geotécnica de algumas áreas críticas com deslizamentos no município, dando destaque aos ocorridos entre os

anos de 2020 e 2024. Para isso, foi feita a análise táctil visual do solo, classificação dos movimentos de massa e interpretação estrutural a partir dos lineamentos de relevo. Verificou-se que estes movimentos de massa são influenciados pela presença de estruturas reliquias no maciço terroso, como o bandamento gnáissico. Essas estruturas permitem movimentos planares, circulares ou rotacionais. Além disso, pôde-se observar tombamentos de blocos e fluxo de detritos, influenciados principalmente pelo sistema de fraturas e bandamento metamórfico. A partir disso, ficou evidente a necessidade de entender a natureza dessas áreas e os riscos associados, bem como a necessidade de um monitoramento contínuo das mesmas a fim de adotar medidas adequadas de prevenção e contenção, evitando danos sociais e econômicos.

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnia. Riscos Geológicos. Deslizamentos. Movimentos de massa.

SLOPE STABILITY ANALYSIS IN THE MUNICIPALITY OF VARGEM ALTA (ES)

ABSTRACT: The municipality of Vargem Alta (ES) has an occupation pattern characteristic of mountainous areas, making it susceptible to floods and landslides, especially during periods of heavy rain. The present work sought to carry out a geotechnical characterization of some critical areas with landslides in the municipality, highlighting those that occurred

between the years 2020 and 2024. For this, visual tactile analysis of the soil, classification of mass movements and structural interpretation based on the relief lineaments. It was found that these mass movements are influenced by the presence of relict structures in the earth massif, such as the gneiss band. These structures allow planar, circular or rotational movements. Furthermore, block toppling and debris flow could be observed, mainly influenced by the fracture system and metamorphic banding. From this, it became evident the need to understand the nature of these areas and the associated risks, as well as the need for continuous monitoring of them in order to adopt appropriate prevention and containment measures, avoiding social and economic damage.

KEYWORDS: Geotechnics. Geological Risks. Slips. Mass movements.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de compreender os processos de estabilização de taludes e suas medidas de contenção vem crescendo devido às consequências desastrosas causadas pelos movimentos de massa. Prevê-se um aumento na ocorrência desses eventos devido a três fatores principais: o contínuo crescimento da urbanização e desenvolvimento em áreas propensas a escorregamentos; o desmatamento constante e o aumento das taxas de precipitação resultantes das mudanças climáticas (Dyminskid, 2007; Bonuccelli, 1999; Zuquette & Gandolfi, 2004).

O município de Vargem Alta, situado no estado do Espírito Santo, apresenta um padrão de ocupação característico de áreas montanhosas. As construções predominantemente estão localizadas próximas às drenagens, aproveitando as áreas mais planas dos vales com solos aluviais e coluviais. No entanto, é crucial ressaltar que essas áreas são altamente suscetíveis a inundações e movimentos de massa. Tais desastres podem acarretar em transtornos significativos e danos para a população e o setor público, especialmente durante períodos de chuvas acima da média pluviométrica (Oliveira Filho & Pedrazzi, 2021).

Pela análise dos deslizamentos ocorridos e a influência das estruturas reliquias nos horizontes do perfil de solo, buscou-se entender os fatores geotécnicos que contribuem para esses deslizamentos e desenvolver estratégias de prevenção e mitigação eficazes (Moreira, 2021).

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma caracterização geotécnica das áreas críticas afetadas por deslizamentos no município de Vargem Alta. Foi realizado análises táctil-visual, acompanhada da coleta de amostras deformadas de solo. Os diferentes tipos de deslizamentos ocorridos foram classificados, e buscou-se estabelecer relações com as estruturas reliquias da rocha.

2 CONTEXTO GEOLÓGICO

A região localiza-se na Província Mantiqueira que, segundo Heilbron *et al.* (2004), desenvolveu-se durante a Orogenia Neoproterozoica Brasileiro - Pan Africana, a qual resultou na amalgamação do Paleocóntinente Gondwana Ocidental (Almeida, 1977). Essa área encontra-se na parte sul do domínio interno do Orógeno Araçuaí, caracterizada principalmente por rochas graníticas e metamórficas de alto grau (Pedrosa-Soares *et al.*, 2007, apud Games *et al.*, 2018). As unidades litoestratigráficas que compreendem os pontos realizados neste estudo englobam o Complexo Nova Venécia e o Grupo Itálva - Unidade Serra da Prata (Vieira *et al.* 2018).

O Complexo Nova Venécia é constituído de paragneisses peraluminosos, ricos em biotita, cordierita, granada e/ou sillimanita, com intercalações de cordierita granulito e rocha calcissilicática (Gradin, 2013; Pedrosa-Soares *et al.*, 2006). Esta unidade compreende os gnaisses quartzosos, tratando-se de uma sequência pelito-areno-carbonática constituída predominantemente por granada-sillimanita (cordierita) gnaisses, localmente deformados, com intercalações de gnaisses calcissilicáticos, biotita-granada xistos, muscovita-xistos e quartzitos (Baltazar, 2010).

O Grupo Itálva foi definido pioneiramente por Machado Filho *et al.* (1983) como referência a um conjunto constituído de granada-hornblenda gnaisses, mármore e anfíbolitos; sendo individualizadas as seguintes unidades: Unidade São Joaquim; Unidade Macuco e Unidade Serra da Prata. A Unidade Serra da Prata está representada por gnaisses com composições que variam de tonalítica (gnaisse cinzentos mesocráticos) a granítica (gnaisse leucocráticos finos) e, como característica comum, apresentam bandamento marcante, cuja natureza pode ser tanto primária quanto migmatítica, predominantemente estromática.

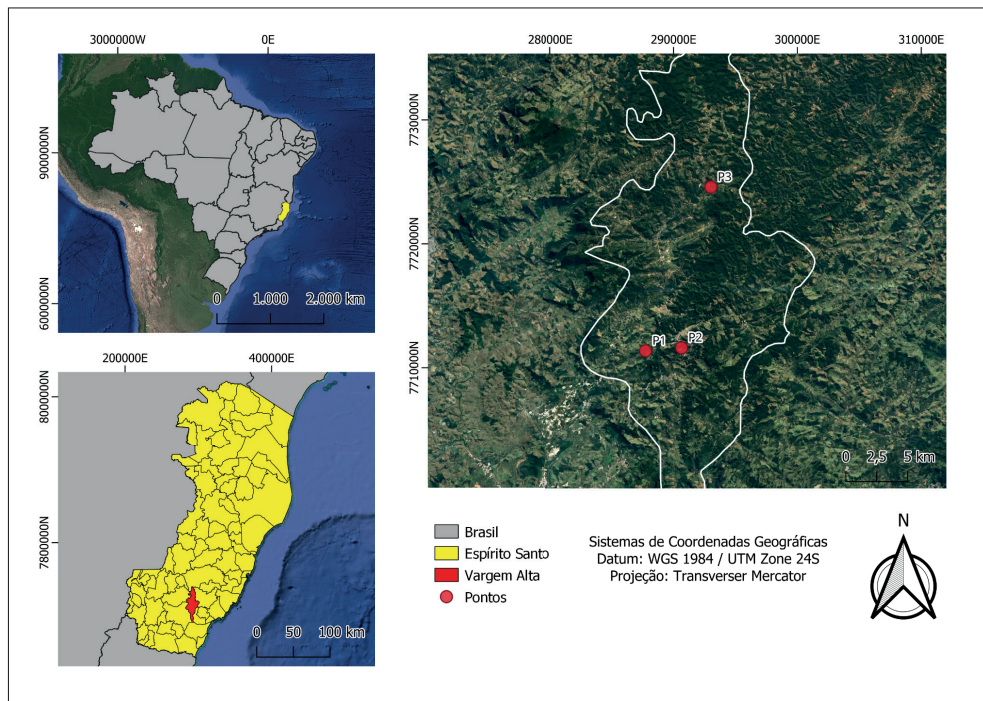
As estruturas reliquias destas rochas, podem influenciar no comportamento do maciço terroso, afetando propriedades geotécnicas como granulometria, permeabilidade, coesão, ângulo de atrito, entre outras. Sua influência parece estar diretamente ligada ao tipo de deslizamento ocorrido, seja ele planar, rotacional ou em forma de cunha (Paz, 2015).

3 METODOLOGIA

Inicialmente, foram realizadas pesquisas bibliográficas a fim de estabelecer uma base de dados sólida e atualizada, incorporando trabalhos de diversos autores como Moreira (2022), Oliveira e Pedrazzi (2021) e dados da CPRM (2021). Em seguida, foi

realizado um trabalho de campo nas áreas afetadas por movimentos de massa, com ênfase nos deslizamentos ocorridos entre os anos de 2020 e 2024. A Figura 1 apresenta um mapa de localização da área de estudo e os pontos dos campos experimentais que foram realizados na malha urbana.

Figura 1: Mapa de localização da região de estudo, Vargem Alta, localizado no sul do estado do Espírito Santo, Brasil. Fonte: modificado de IBGE (2022).



Foram realizadas análises geotécnicas dos perfis, permitindo a identificação das características das rochas e do solo. Para os solos, foi realizada uma análise táctil visual detalhada. Também foi realizada coleta de amostras deformadas para análise em laboratório, utilizando lupa binocular. Paralelamente, foi realizada uma fotointerpretação dos lineamentos por relevo sombreado, seguidas pela sua combinação e apresentação dos resultados no formato de “Rosetas”, com o objetivo de identificar os lineamentos predominantes na área de estudo e sua influência para os recorrentes processos analisados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No ponto 1, localizado próximo ao restaurante Hércio na Rodovia Gumercindo Moura Nunes (ES-164), encontrou-se um morro com gradiente muito elevado que possui diversas complicações geotécnicas. Neste local, observou-se cicatrizes de deslizamento

rotacional, marcada por degraus de abatimento pré-existentes, uma série de rastejos, bem como o tombamento de blocos e a erosão hídrica (Figura 2). Esses deslizamentos são influenciados principalmente pelas estruturas reliquias da rocha (bandamento gnáissico). O solo do talude em questão é um nitossolo vermelho e sua caracterização encontra-se na tabela 1.

Figura 2 - Ponto 1 próximo ao Restaurante Hélcio na Rodovia Gumercindo Moura Nunes (ES-164): A) Cicatriz de deslizamento circular e degraus de abatimento, encontrado na base do talude; B) Deslizamento planar ao longo da estrada; C) Erosão hídrica observados à medida que sobe o talude; D) Depósito de tálus e cicatriz de deslizamento rotacional influenciado pela estrutura reliquiar da rocha.

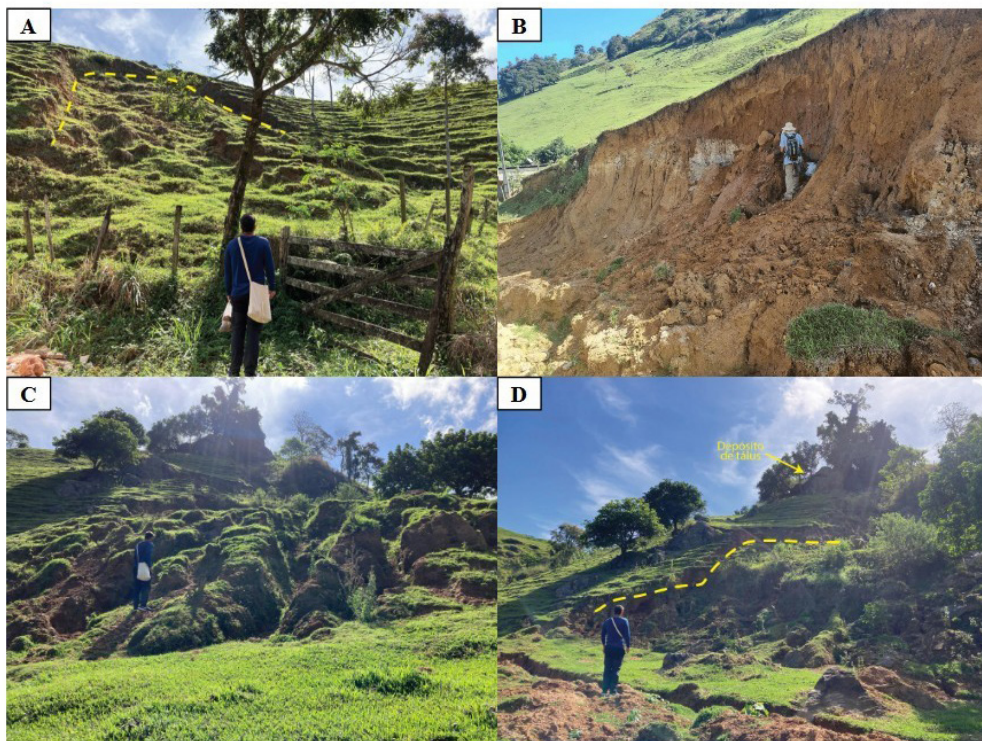


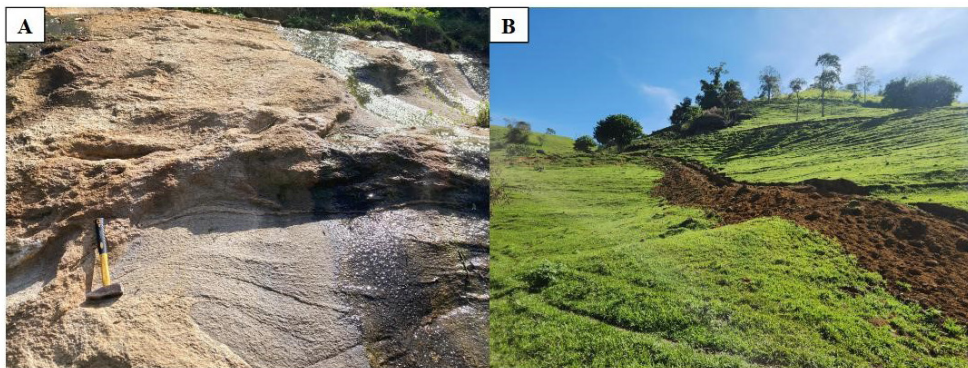
Tabela 1: Análise táctil visual do ponto 1.

Horizontes	Composição	Textura
A	Quartzo, argilo-minerais, muscovita, plagioclásio e matéria orgânica	Areia argilosa
B	Quartzo, muscovita, biotita, argilo-minerais e matéria orgânica	Argila siltosa
C	Quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita, argilo-minerais e pouca presença de matéria orgânica	Areia siltosa

A rocha predominante na área é um gnaisse com feições de migmatização (Figura 3A), vista principalmente em uma drenagem com uma queda d'água, mais à esquerda do talude, com granulação fina a média, composta principalmente por quartzo, plagioclásio, k-feldspato, biotita e muscovita. Observou-se com frequência deslizamentos de pequena e grande magnitude, além de um notável rastejo, evidenciado por vários degraus de abatimento em diferentes posições. Nas cotas mais altas, encontrou-se um extenso depósito de tálus, com blocos que apresentam risco de tombamento e que acentuam os movimentos de massa no local. Os blocos rochosos promovem maior pressão no solo e no talude, possibilitando a instabilidade do terreno.

Moradores locais, a fim de conter a erosão no terreno, realizaram, logo abaixo destes blocos, a construção de cavas diretamente no solo, em dimensões métricas, criando um novo canal para o deslocamento da água (Figura 3B). Porém, esta medida não favorece a estabilização do talude, pois permite maior penetração das águas, promovendo linhas de fraqueza e possíveis planos de deslizamento, evidenciados pelos degraus de abatimento já existentes e promovendo também erosão hídrica.

Figura 3: A) Rocha predominante no ponto 1, gnaisse com feições de migmatização; B) Cava construída por moradores a fim de conter a erosão no terreno do ponto 1.



Ao longo do ponto 2, localizado na comunidade Morro do Sal, foi possível identificar algumas consequências das fortes chuvas que atingiram o município em Março de 2024. Constatou-se principalmente uma grande corrida de massa, caracterizada como um fluxo de detritos, composto principalmente por areia grossa com pedregulho e cascalho de um quartzito presente no local. O quartzito encontra-se altamente friável e fraturado, com granulação grosseira. Observou-se que este fraturamento tenha facilitado a deflagração da corrida de massa. Essa corrida de massa atingiu todas as residências na área e como medida preventiva, a Secretaria Municipal

da Prefeitura de Vargem Alta construiu caixas secas (Figura 4C) para conter novas corridas de massa. Porém esta medida acaba não sendo eficaz, visto que essas caixas podem acumular excesso de água, sobrecarregando ainda mais o talude e promovendo novos deslizamentos e corridas de massa. Na base do talude, constituído por latossolo, foi observado um deslizamento do tipo planar que já começou a invadir as casas dos moradores (Figura 4E).

Figura 4 - Ponto 2 localizado na comunidade Morro do Sal: A e B) Visualização da corrida de detritos sobre o Quartzito; C) Cavas secas construídas a fim de conter os movimentos; D) Fraturas no Quartzito; E) Deslizamento planar invadindo casa dos moradores.



No ponto 3, localizado no bairro Taquarussu, foi analisado um grande deslizamento planar em meio às plantações de café, com erosão superficial e blocos rolados, apresentando feições de um Cambissolo (Figura 5). A tabela 2 esquematiza as propriedades gerais deste solo, e visualização detalhada dos horizontes (Figura 6).

Figura 5 - Ponto 3 localizado no bairro Taquarussu: A, B e C) Visualização do deslizamento planar em meio às plantações de café.

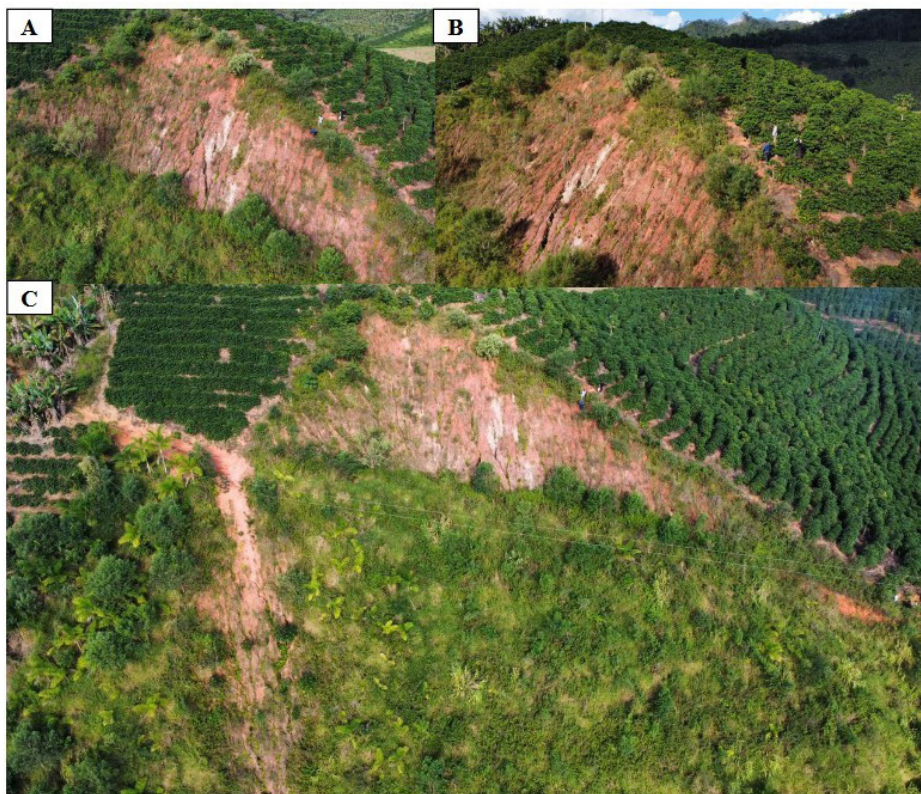


Tabela 2: Análise tátil visual do ponto 3.

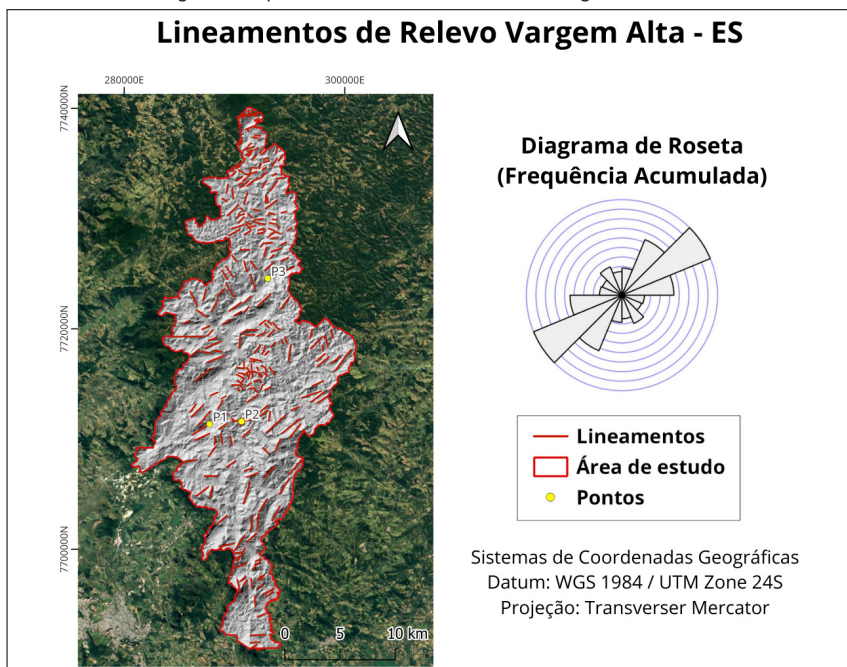
Horizontes	Composição	Textura
A	Quartzo, k-feldspato, plagioclásio, muscovita, argilo-minerais e matéria-orgânica	Areia siltosa
B	Quartzo, k-feldspato, muscovita, argilo-minerais e matéria-orgânica	Silte argiloso

Figura 6: A) Destaque do horizonte A encontrado no ponto 3, analisado em lupa binocular. B) Horizonte B encontrado no ponto 3 visto em lupa binocular.



Para compreender a influência da estrutura geológica nos movimentos de massa, foi realizada uma interpretação dos lineamentos de relevo, revelando um padrão preferencial de orientação NE-SW e uma direção secundária NW-SE (Figura 7). Medidas estruturais foram coletadas em campo nos pontos 2 e 3. No ponto 2, as medidas de fraturas no quartzito (330/58) mostraram correlação com os lineamentos de direção NE-SW. No ponto 3, as medidas dos planos de deslizamento (310/80) estão nessa mesma direção, mostrando que esse sentido preferencial está facilitando na deflagração de novos movimentos.

Figura 7: Mapa dos lineamentos de relevo de Vargem Alta - ES.



As investigações realizadas na região demonstraram que as estruturas reliquiárias da rocha influenciam significativamente os movimentos de massa, que inicialmente foram analisados apenas sob a ótica de deslizamentos. Contudo, observações de campo revelaram uma maior complexidade: os deslizamentos estão intimamente associados a fluxos de detritos, rastejos e erosão hídrica, manifestando-se por meio de sulcos e ravinas. Além disso, foram observados movimentos rotacionais, nos quais porções de solo se desprendem em blocos, girando em torno de um ponto de pivô. Assim, como discutido por Wicander e Monroe (2017), os movimentos de massa na área são complexos, com rastejos que podem evoluir para deslizamentos (rotacionais ou planares) e subsequentes fluxos de detritos, seguidos por novos rastejos ou outras formas de movimento.

Observou-se ainda uma discrepância entre as classificações de solos estabelecidas por este autor e referências, como Cunha *et al.* (2016), atribuída à variação de escala de trabalho. Em escalas mais detalhadas, é possível identificar variações laterais dentro de um mesmo talude, o que não invalida, no entanto, os diferentes critérios de classificação.

5 CONCLUSÕES

As estruturas reliquiárias da rocha influenciam significativamente os movimentos de massa na região, com o bandamento gnáissico desempenhando um papel crucial, especialmente em deslizamentos planares e rotacionais, confirmando a complexidade dos processos observados, especialmente no Morro do Sal.

O estudo dos lineamentos revelou a predominância de feições orientadas preferencialmente na direção NE/SW, correlacionadas com o deslizamento na Comunidade de Taquarussu, e pelo padrão de fraturamento no acamamento do quartzito.

Os tipos de solos identificados (nitossolo vermelho, latossolo amarelo e cambissolo háplico) apontam para diferentes graus de estabilidade de taludes, sendo que o cambissolo apresenta maior propensão a movimentos de massa e erosão, especialmente quando o horizonte C está exposto. É possível observar isso também no perfil do nitossolo vermelho.

Recomenda-se que os resultados deste estudo sejam comunicados à Prefeitura Municipal de Vargem Alta e à Defesa Civil do Município. Há também uma oportunidade para expandir este trabalho a outros municípios do Espírito Santo, com levantamentos detalhados que possam contribuir para a criação de um banco de dados. Este banco de dados ajudaria a identificar e correlacionar movimentos de massa com os tipos de solos e rochas no estado, fornecendo uma ferramenta valiosa para a mitigação de riscos geotécnicos e planejamento urbano e rural.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores assumem a responsabilidade por este trabalho, e agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) por proporcionar um ambiente propício para o desenvolvimento desta pesquisa, bem como pelo acesso aos laboratórios e materiais necessários.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA F. F. M.. **O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO**. Revista Brasileira de Geociências, v. 7, n. 4, p. 349-364, 1 set. 1977. Sociedade Brasileira de Geologia.

BALTAZAR, O. F.; ZUCCHETTI, M.; OLIVEIRA, S. A. M. de; SCANDOLARA, J.; SILVA, L. C. **Geologia das folhas São Gabriel da Palha SE.24-Y-C-III e Linhares SE.24-Y-D-I: projeto São Gabriel da Palha - Linhares, estados do Espírito Santo e Minas Gerais**. Belo Horizonte: CPRM, 2010. 144 p., il. Escala 1: 100.000. Levantamentos Geológicos Básicos. Programa Geologia do Brasil.

BONUCCELLI, T. J. **Estudo dos movimentos gravitacionais de massa e processos erosivos com aplicação na área urbana de Ouro Preto (MG) – Escala 1:10.000**. Tese de Doutorado. EESC-USP. Vol I. 208p. 1999.

CUNHA, A. de M.; FEITOZA, H. N.; FEITOZA, L. R.; OLIVEIRA, F. S. de.; LANI, J. L.; CARDOSO, J. K. F.; TRINDADE, F. S. **Atualização da legenda do mapa de reconhecimento de solos do Estado do Espírito Santo e implementação de interface no Geobases para uso de dados em SIG**. Geografares, Vitória, v. 2, n. 22, p. 32 a 65, jul.- dez. 2016.

DYMINSKI, Andréa Sell. **Noções de estabilidade de taludes e contenções**. Universidade Federal do Paraná, Notas de Aula, Estabilidade de Taludes. 28p, p. 61, 2007.

GAMES, L. F. M.; MEDEIROS JÚNIOR, E. B. de; MARQUES, R. de A.; NUNES, V. R. N. **Caracterização petrográfica e estrutural dos mármore e rochas associadas situados nos arredores do município de Vargem Alta - ES**. In: Mapeamento Geológico e Geologia Regional - Vol 1. 2018. Disponível em: dspace3.ufes.br/bitstream/10/10504/1/LIVRO_Mapemanto_Geologico_E_Geologia_Regional_V1.pdf

GRADIM C. T. 2013. **Complexo Nova Venécia e magmatismo associado, Orógeno Araçuaí, estado do Espírito Santo**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 98 p.

HEILBRON M., PEDROSA-SOARES, A.C. CAMPOS-NETO M.C., SILVA L.C., THROUWT R., JANASI V.A. 2004. Província Mantiqueira. In: V. Mantesso-Neto, A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro, B.B. Brito-Neves (org.), **Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo, Beca Produções Culturais Ltda, v. único, cap. XIII, p. 203-234.

MACHADO FILHO, L.; RIBEIRO, M. W.; GONZALES, S. R.; SCHENINI, C. A.; SANTOS NETO, A.; PALMEIRA, R. C. B.; PIRES, J. L.; TEIXEIRA, W.; CASTRO, H. E. F. Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL: folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória**. Rio de Janeiro, 1983. v. 32, p. 27-304. (Levantamento de Recursos Naturais, 32).

MOREIRA, E. C. **Relatório de Licença Capacitação “Análise Geotécnica do perfil de Nitossolo vermelho no Município de Alegre (ES)”**. Departamento de Geologia, junho-agosto/2021.

MOREIRA, ÉDER; MOREIRA PIRES, PATRÍCIO JOSÉ. **Análise geotécnica do perfil de solo residual de granitoides no município de Alegre (ES)**. GEOTECNIA (LISBOA), v. 1, p. 77-104, 2022.

OLIVEIRA FILHO, Ivan Bispo de; PEDRAZZI, Anselmo. **Setorização de áreas de risco geológico: Vargem Alta, Espírito Santo**. Nov-2021. CPRM. Relatório Técnico. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/19736.2>>.

PAZ, VALMOR MADEIRA et al. **Levantamento das descontinuidades e avaliação da estabilidade de taludes da mina do Mangueirão**. Revista Monografias Ambientais, p. 98-115, 2015.

PEDROSA-SOARES, A. C.; CASTAÑEDA, C.; QUEIROGA, G.; GRADIM, C.; BELÉM, J.; RONCATO, J.; NOVO, T.; DIAS, P. H.; GRADIM, D.; MEDEIROS, S.; JACOBSON, T.; BABINSKI, M.; VIEIRA, V. S. **Magmatismo e tectônica do orógeno Araçuaí no extremo leste de Minas Gerais e norte do Espírito Santo (18°-19° S, 41°-40°30' W)**. Geonomos, Belo Horizonte, v.14, n. 2, p.97-111, 2006.

PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; ALKIMIM, F. F.; SILVA, L. C.; BABINSKI, M.; CORDANI, U.; CASTAÑEDA, C. **Orógeno Araçuaí: síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977**. Geonomos, Belo horizonte, v.15, n.1, p.1-16, 2007b.

VIEIRA, V. S.; SILVA, M. A.; CORRÊA, T. R.; LOPES, N. H. B. **Mapa Geológico do Estado do Espírito Santo**. Belo Horizonte: CPRM, 2018.

ZUQUETTE, Lázaro V.; GANDOLFI, Nilson. **Cartografia geotécnica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. (ISBN: 978-85-8623-838-3).

SOBRE O ORGANIZADOR

Alireza Mohebi Ashtiani possui graduação em bacharelado em Matemática, Matemática Aplicada, pela Amirkabir University of Technology (Polytechnic of Tehran), Teerã/Irã (2003), mestrado em Matemática Aplicada pelo Institute for Advanced Studies in Basic Sciences (IASBS), Zanjan/Irã (2005) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) na área de Automação (2012). Foi bolsista de Pós-doutorado Júnior do CNPq no Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC/UNICAMP) e bolsista de Pós-doutorado da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) na Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (FCA/UNICAMP). Desde 2013 é docente vinculado ao Departamento Acadêmico de Matemática do Campus Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), e atualmente, docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da UTFPR, Campus Cornélio Procopio.

Alireza Mohebi Ashtiani

<http://lattes.cnpq.br/5025709771742662>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultural land consolidation 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63

B

Boundary conditions 64, 65, 69, 70, 72, 74, 80, 81

C

Climatología 100, 102, 109, 110

Convolución 85, 86, 89, 92, 94, 98

D

Danos 15, 16, 27

Deslizamentos 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24

Difracción 85, 86, 87, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99

E

Effective diffusivity 65, 66, 67, 69, 79, 82

Espacial 33, 39, 87, 88, 100, 102, 109, 110

F

Feições erosivas 1, 2, 7, 9, 10, 12, 13

Fresnel convergente y divergente 85, 86, 87, 91, 93, 94, 96

Fulguración 100, 102, 104, 106, 109

G

Geotecnia 13, 15, 26

H

Hollow spherical foods 65, 81

I

Inundação urbana 27, 38, 39

Ionosonda 100, 104

L

Land market 56, 57, 60, 61, 62

M

Magnetómetro 100

Mass diffusion 65

Mathematical model 64, 65, 66, 81, 86

Metodologia 7, 17, 27, 31, 36, 37, 50, 65

Movimentos de massa 1, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 20, 23, 24

P

Paleocanais 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54

Q

Quaternário 47, 48, 50, 52, 53, 54

R

Rent regulation 56

Republic of Kalmykia 56, 61, 63

Riometro 100, 107, 108, 109, 110

Risco 5, 7, 20, 26, 27, 28, 30, 33, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 45

Riscos geológicos 15

Russia 56, 57, 58, 59, 62, 63

S

Simulación computacional 85, 86, 95, 96

Sísmica de alta resolução 47

Sol 100

U

Uso e ocupação do solo 1, 10, 11, 36

V

Variações Eustáticas 47, 48, 49, 52, 53, 54