

**NILZO IVO LADWIG
THAISE SUTIL
DANRLEI DE CONTO
(Organizadores)**

PAISAGEM E TERRITÓRIO NO GEOPROCESSAMENTO

Atena
Editora
Ano 2022



**NILZO IVO LADWIG
THAISE SUTIL
DANRLEI DE CONTO
(Organizadores)**

PAISAGEM E TERRITÓRIO NO GEOPROCESSAMENTO

Atena
Editora
Ano 2022



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Dr. Alexandre de Freitas Carneiro – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Ana Maria Aguiar Frias – Universidade de Évora

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa



Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadilson Marinho da Silva – Secretaria de Educação de Pernambuco
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Lucicleia Barreto Queiroz – Universidade Federal do Acre
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Universidade do Estado de Minas Gerais
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Marianne Sousa Barbosa – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pedro Henrique Máximo Pereira – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins



Paisagem e território no geoprocessamento

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Nilzo Ivo Ladwig
Thaise Sutil
Danlei De Conto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P149 Paisagem e território no geoprocessamento / Organizadores Nilzo Ivo Ladwig, Thaise Sutil, Danlei De Conto. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0550-4
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.504221609>

1. Geografia política. 2. Território. 3. Paisagem. I. Ladwig, Nilzo Ivo (Organizador). II. Sutil, Thaise (Organizadora). III. Conto, Danlei De (Organizador). IV. Título. CDD 320.12

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



PREFÁCIO

Ao receber o presente livro para escrever seu prefácio, percorri os diferentes capítulos e ficou claro o caráter interdisciplinar da temática Paisagem e Território que dá título à obra.

A paisagem nos mostra que cada lugar é único e sua interpretação está associada à experiência de vida e à formação de cada observador. O território, por sua vez é uma discretização do espaço em função de objetivos específicos, associados, por exemplo à gestão de uma determinada área, região, municípios, bacias hidrográficas, entre outras. O que une esses conceitos é o seu caráter espacial. Já os objetivos com os quais analisamos esses espaços é que definem a escala espacial e temporal de análise e as variáveis a serem contempladas.

Temos nesse livro exemplos de estudos voltados para áreas urbanizadas cuja escala é de grande detalhe, assim como de outros voltados a unidades de conservação, municípios ou bacias hidrográficas contemplando via de regra escalas de menor detalhe. Também do ponto de vista metodológico temos diferentes estratégias seja na aquisição, análise dos dados e visualização.

É importante ressaltar aqui os benefícios do desenvolvimento da tecnologia da informação, a qual proporcionou a aquisição de informação espacial bastante diversificada quanto à resolução espacial, temporal e espectral, quanto nas ferramentas de processamento e visualização de dados hoje acessíveis publicamente e em plataformas de fácil acesso também ao público leigo o que vem facilitar tanto o ensino como nas estratégias de comunicação dos resultados de pesquisa ou de estratégias de planejamento e gestão territorial.

Estão de parabéns os organizadores da obra e os autores dos capítulos por nos proporcionarem essa leitura.

Heinrich Hasenack

Professor do Departamento de Ecologia e do PPG em Agronegócios da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

APRESENTAÇÃO

O livro que apresentamos à comunidade acadêmica é resultante do XII Seminário de Pesquisa em Planejamento e Gestão Territorial (SPPGT), que ocorreu em 2021, de forma remota, em função da pandemia COVID-19. O evento é organizado anualmente pelo Laboratório de Planejamento e Gestão Territorial (LabPGT) e pelo Laboratório de Arqueologia Pedro Ignácio Schmitz (LAPIS).

A edição de 2021 teve como temática Paisagem e Território, termos que são normalmente aceitos como um caminho na promoção do desenvolvimento sustentável em diferentes escalas de planejamento, do local ao regional.

O XII SPPGT foi organizado em formato de Grupos de Trabalhos (GTs), sendo que o GT Paisagem e Território no Geoprocessamento, promoveu debate considerando o uso de geotecnologias e suas aplicações na análise da evolução da fragmentação da paisagem, como suporte no planejamento e na gestão de território urbano e rural, erosão, escorregamentos, ocupação irregular, cobertura vegetal e impactos decorrentes do uso e ocupação da terra.

A socialização dos resultados do Seminário é peça fundamental na construção de uma ponte entre as universidades, os pesquisadores e a comunidade. O evento continua mantendo a proposta inicial desde a primeira edição do SPPGT, em 2010, que sempre foi a de trabalhar interdisciplinarmente, buscando sua consolidação e o reconhecimento nacional, e recebendo participantes, apresentadores e palestrantes de diversas áreas científicas e regiões do País. Fruto disso, foi o apoio da Capes e da Fapesc, juntamente com outros apoiadores, mostrando um caminho de excelência em pesquisa. O livro está dividido em 13 capítulos, o capítulo de abertura relata uma experiência interdisciplinar no planejamento urbano e da paisagem para cidades e projetos inteligentes.

O livro segue abordando planejamento urbano e rural, alterações antrópicas na paisagem e no patrimônio decorrentes do uso e ocupação da terra, análises espaciais de erosão, escorregamentos, ocupações irregulares, cobertura vegetal e unidades de conservação.

Nosso singelo agradecimento a todos e todas que estão desde o início nessa empreitada, bem como àqueles que vêm se incorporando ao nosso projeto de debate e divulgação científica. Vale destacar também a grata participação da Capes e da Fapesc, o fomento disponibilizado por ambas foi importante para a qualificação do evento. Nossos cordiais agradecimentos aos apoiadores institucionais, às empresas, às pessoas e às entidades, pois, destes dependemos para a correta harmonia entre o planejamento e a execução do seminário e desta publicação.

Uma boa leitura e até a próxima publicação!

Nilzo Ivo Ladwig, Thaise Sutil, Danrlei De Conto - Organizadores

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADO AO ENSINO-APRENDIZAGEM: UMA EXPERIÊNCIA INTERDISCIPLINAR NO PLANEJAMENTO URBANO E DA PAISAGEM PARA CIDADES E PROJETOS INTELIGENTES

Daiane Regina Valentini
Renata Franceschet Goettems
Ernestina Rita Meira Engel
Andreia Saugo
Angela Favaretto
Raquel Becker Miranda
Rafaela Tedeschi Zonatto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5042216091>

CAPÍTULO 2..... 12

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL SUL DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE (APASUL-RMBH) COM AUXÍLIO DE MÉTRICAS DE PAISAGEM

Daniilo Marques de Magalhães
Daniel Lucas Costa e Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5042216092>

CAPÍTULO 3..... 31

IMPACTOS DA GEOVISUALIZAÇÃO COMO SUPORTE NA CONSTRUÇÃO DE UM PLANO DIRETOR

Camila Marques Zyngier

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5042216093>

CAPÍTULO 4..... 52

DETERMINANDO O IMPACTO DA URBANIZAÇÃO NO CICLO HIDROLÓGICO LOCAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS COSTEIRAS

Fernanda Simoni Schuch
Samuel João da Silveira
Maurília de Almeida Bastos
Tháís Moreira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5042216094>

CAPÍTULO 5..... 71

PLANEJAMENTO URBANO ORIENTADO AO CLIMA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

Tiago Augusto Gonçalves Mello
Camila Fernandes de Moraes
Ana Clara Mourão Moura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5042216095>

CAPÍTULO 6..... 96

ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS NA PAISAGEM AGRÍCOLA DE UM MUNICÍPIO RIZICULTOR NO SUL DE SANTA CATARINA - BRASIL

José Gustavo Santos da Silva

Juliana Debiassi Menegasso

Thaise Sutil

Nilzo Ivo Ladwig

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5042216096>

CAPÍTULO 7..... 114

A EROSIÃO PELO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA RIO SANTA CRUZ, SÃO FRANCISCO DE PAULA/RS

Ana Paula Paim Almeida

Márcia dos Santos Ramos Berreta

Mateus da Silva Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5042216097>

CAPÍTULO 8..... 131

AMEAÇAS ANTRÓPICAS AO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO SAMBAQUI DA PRAIA DO BÍO - BALNEÁRIO ARROIO DO SILVA- SANTA CATARINA - BRASIL

Nilzo Ivo Ladwig

Tayse Borghezán Nicoladelli

Gislaine Beretta

Danrlei De Conto

Roselene Vargas de Oliveira

Ana Paula Cittadin

Fabiano Alves

Thaise Sutil

José Gustavo Santos da Silva

Paola Vieira da Silveira

Jairo José Zocche

Juliano Bitencourt Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5042216098>

CAPÍTULO 9..... 152

ANÁLISE ESPACIAL DAS UNIDADES DE SAÚDE NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS, SANTA CATARINA

Gabriel Guerra Guaragna

Lia Caetano Bastos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5042216099>

CAPÍTULO 10..... 163

METODOLOGIA PARA ANÁLISE TEMPORAL DAS MUDANÇAS NA COBERTURA VEGETAL EM UM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL

Ítalo Sousa de Sena

Nicole Andrade da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50422160910>

CAPÍTULO 11..... 182

ANÁLISE MULTICRITÉRIO NA RESTITUIÇÃO MULTITEMPORAL DE ÁREAS SUSCETÍVEIS À ESCORREGAMENTOS

William de Oliveira Sant Ana

Álvaro José Back

Gean Paulo Michel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50422160911>

CAPÍTULO 12..... 202

INFLUÊNCIA DOS ASSENTAMENTOS NO DESFLORESTAMENTO DO MUNICÍPIO AMAZÔNICO DE CONFRESA-MATO GROSSO, BRASIL

Alexander Webber Perlandim Ramos

Úrsula de Azevedo Ruchkys

Fernanda Vieira Xavier

Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50422160912>

CAPÍTULO 13..... 215

OCUPAÇÃO IRREGULAR EM FAIXA DE DOMÍNIO DE RODOVIA NO CONTORNO RODOVIÁRIO DE FLORIANÓPOLIS/SC

Marília Simoni Dordete da Silva

Francisco Henrique de Oliveira

Renan Furlan de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50422160913>

SOBRE O AUTOR..... 231

ANÁLISE MULTICRITÉRIO NA RESTITUIÇÃO MULTITEMPORAL DE ÁREAS SUSCETÍVEIS À ESCORREGAMENTOS

William de Oliveira Sant Ana

Professor Dr. e Analista de Estudos e Projetos da UNISATC

Álvaro José Back

Professor Dr. do PPGCA/UNESC

Gean Paulo Michel

Professor Dr. do IPH/UFRGS

RESUMO: Movimentos de massa em encostas, a exemplo dos escorregamentos, podem resultar em impactos socioeconômicos e ambientais. O estado de Santa Catarina é periodicamente afetado por estes fenômenos, portanto, há registro histórico de escorregamentos no território, que nem sempre estão mapeados com assertividade espacial, o que dificulta adoção de medidas preventivas. A Análise Multicritério, que pode ser aplicada pela Análise Hierárquica de Processos – AHP, é ferramenta reconhecido em geociências e no geoprocessamento, oportunizando hierarquizar diferentes fatores (mapas temáticos) pela opinião de especialistas, como uma medida de probabilidade para avaliação de riscos. Em adição, se a Análise Multicritério for balizada por informações multitemporais de cicatrizes de escorregamentos, poder-se-á, por álgebra de mapas, obter modelos restituídos de eventos pretéritos. Este trabalho objetiva aplicar Análise Multicritério, pela AHP, para restituição de áreas suscetíveis à escorregamentos nas cabeceiras do rio Mãe Luzia, município de Treviso, estado de Santa Catarina. Para atingir o objetivo, sete

fatores predisponentes aos escorregamentos foram hierarquizados compondo uma equação de suscetibilidade aos escorregamentos na área de estudo, além disso, suas classes componentes receberam pesos orientados por inventários de cicatrizes de escorregamentos, para o ano de 1957 e 1978. A partir de fotografias aéreas antigas permitiu-se efetuar observações que considerem a relação da abrangência de escorregamentos do passado sobre classes componentes de um mapa temático. A aplicação da equação ponderada pela incidência das cicatrizes, nas diferentes datas, resultou num mapa final de restituição de áreas suscetíveis aos escorregamentos, para 1957 e, também, para 1978. Como ferramentas de validação dos modelos, averiguando sua especificidade e sua sensibilidade, adotou-se Índices de Acerto e Erro, bem como, as Curvas ROC - *Receiver Operating Characteristic*, que permitem informar a capacidade discriminante do modelo de predição, pelo exame da *Area Under the Curve* – AUC. Para o modelo validado por cicatrizes de 1957 a AUC totalizou 0,78 e para 1978, 0,80, indicando modelos de restituição de alta capacidade discriminante, ou seja, locais zoneados como de alta suscetibilidade aos escorregamentos, de fato, já escorregaram no passado. Outro resultado é que os eventos registrados para 1957 diferem espacialmente daqueles registrados nas fotografias de 1978, ou seja, ocorreram em setores distintos das vertentes, denotando que no intervalo temporal entre 1957-78 não há tempo suficiente para que haja formação de

manto de intemperismo passível de escorregar no mesmos locais das encostas. Conclui-se que restituir modelos elucidam o passado e serve como dados de calibração ou treinamento para modelagens preditivas. Ademais, a curva ROC é um excelente recurso para validar a capacidade discriminante de modelos de restituição pretérita de escorregamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Movimentos de Massa; Modelagem Cartográfica; Curva ROC.

1 | INTRODUÇÃO

Os movimentos de massa em encostas, fenômenos majoritariamente naturais, contudo, podem resultar em riscos em várias partes do mundo acarretando consequências negativas para os ecossistemas naturais e para a sociedade (VAN DEN EECKHAUT *et al.*, 2012). Um exemplo dá-se na região Sul Brasileira, periodicamente afetada por estes fenômenos extremos (SAITO *et al.*, 2009).

Eventos de movimentos de massa, fluxos de detritos e inundações em Santa Catarina já provocaram, e tendem a continuar, uma série de desastres com prejuízos socioeconômicos e ambientais. No sul do estado, num passado recente, ocorreram episódios de grande magnitude, como no ano de 1974 (ASSUNÇÃO, 2014; MATEUS, 2016), que atingiu o município de Tubarão, ou em 1995 (PELLERIN *et al.*, 1997), que ficou concentrado na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá - BHRA. Outro exemplo notório deu-se no ano de 2008, no Vale do Itajaí (LUDWIG; MATTEDI, 2016), com proeminentes perdas materiais e imateriais.

Leroi *et al.* (2005) e Fell *et al.* (2008) apontam que estudos sobre escorregamentos/ estabilidade de encostas são uma demanda de elevada importância, principalmente pelo papel que exercem em ações de planejamento e gestão ambiental, territorial e de riscos. Como recurso ao mapeamento de eventos pretéritos de escorregamentos em encostas, fotografias aéreas antigas constituem um importante acervo para estudos em Cartografia, Geografia, Ciências Ambientais e áreas correlatas, ofertando um fiel retrato das condições espaciais numa determinada data (BRITO; COELHO FILHO, 2007), com um nível de detalhe passível de se tornarem informações componentes de um mapa temático.

Verhoeven *et al.* (2010) ressaltam que milhões de fotografias aéreas são apenas armazenadas, onde sua informação pretérita pode (ou não) ser explorada eficientemente. Isso é lamentável, uma vez que a compreensão completa das paisagens pretéritas é baseada na combinação das evidências interpretadas de vários métodos de prospecção e, para serem úteis, conforme destacam Del Soldato *et al.* (2018), estas fotografias devem ser georreferenciadas e, se possível, também ortoretificadas.

Um inventário de cicatrizes de escorregamentos efetuado a partir de fotografias aéreas antigas permite a aplicação de uma posterior técnica estatística, de se efetuar observações que considerem a relação da abrangência de escorregamentos do passado

sobre classes componentes de um mapa temático (STARK; GUZZETTI, 2009). Com cicatrizes digitalizadas pode-se estabelecer a densidade normalizada de cicatrizes de escorregamentos, levando-se em consideração a área afetada e a área total das classes de cada mapa temático (IPT, 2014) contribuindo para aplicação de uma Análise Multicritério.

A Análise Multicritério combina diversos mapas temáticos e utiliza-se da reconhecida opinião de especialistas, como uma medida de probabilidade subjetiva para avaliação de riscos, sendo reconhecido o emprego da Análise Hierárquica de Processos – AHP (SAATY, 1977, 1991). Conforme Komac (2006) a AHP vem sendo empregada em diversos estudos de casos em estudos de suscetibilidade ambiental e escorregamentos, que resultam em mapas combinados, ou modelos de resposta (MAGALHÃES *et al.*, 2011).

Um mapa final, obtido pelo cruzamento de diferentes mapas temáticos, ou fatores, pode apresentar inconsistências espaciais. Para validar se um modelo idealizado para escorregamentos está identificando falsos positivos, ou seja, áreas que nunca irão escorregar, mas estão classificados como tal, ou ainda, falsos negativos existe a métrica de desempenho da predição, as Curvas ROC - *Receiver Operating Characteristic*. A curva define se um modelo tem sensibilidade e especificidade, e Silalahi, Arifianti e Hidayat (2019) afirmam que a validação de cálculos mostra quão bem o modelo pode prever eventos futuros desconhecidos.

Diante desta problemática, de desastres naturais recorrentes em Santa Catarina, e da possibilidade de utilizar-se de cicatrizes de escorregamentos para mapeamentos multitemporais mais precisos, este trabalho objetiva efetuar Análise Multicritério, pela AHP, para restituição de áreas suscetíveis à escorregamentos translacionais rasos numa área piloto no estado de Santa Catarina.

1.1 Área de estudo

A área de estudo é majoritária de encostas naturais florestadas, na sub-bacia formada pelas cabeceiras do rio Mãe Luzia (22,39 km²), dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá - BHRA, localizada no município de Treviso, Estado de Santa Catarina (Figura 1). As encostas naturais nesta sub-bacia apresentam registros de centenas de cicatrizes de escorregamentos, datadas em contextos temporais distintos (SANT ANA *et al.*, 2020; SANT ANA, 2021), registradas por voos aerofotogramétricos de 1957 e 1978 (Figura 2).

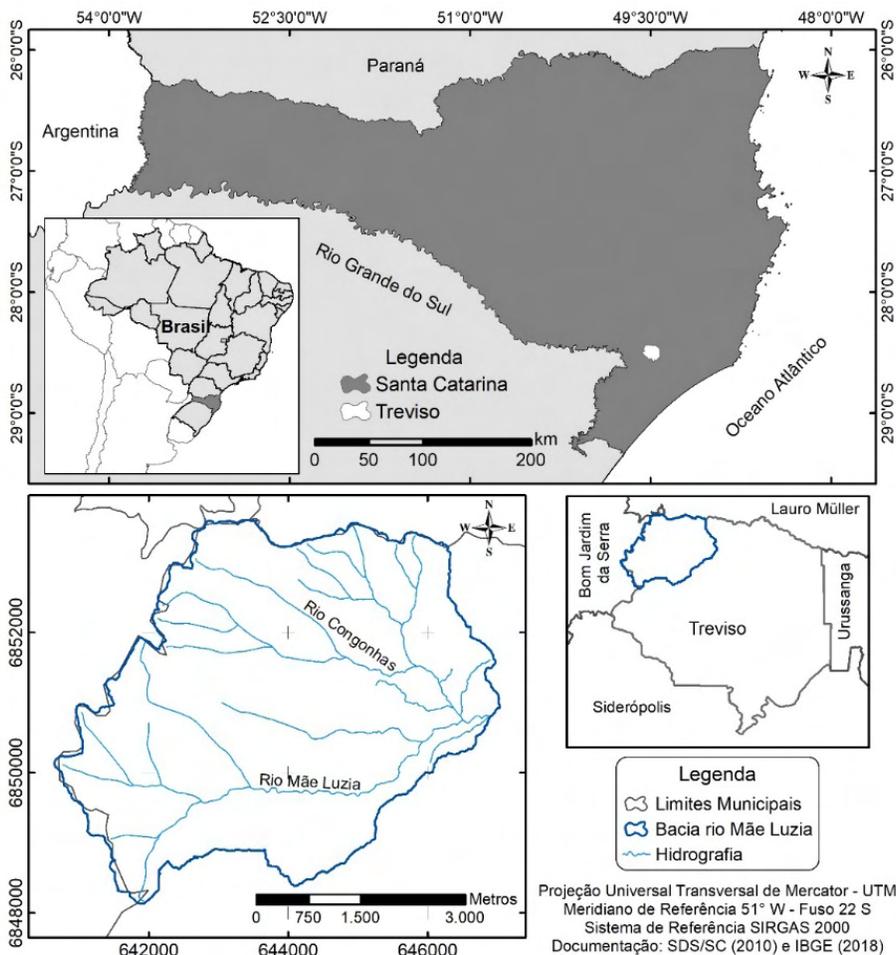


Figura 1 –Localização da bacia hidrográfica do rio Mãe Luzia.

Fonte: Autores (2020).

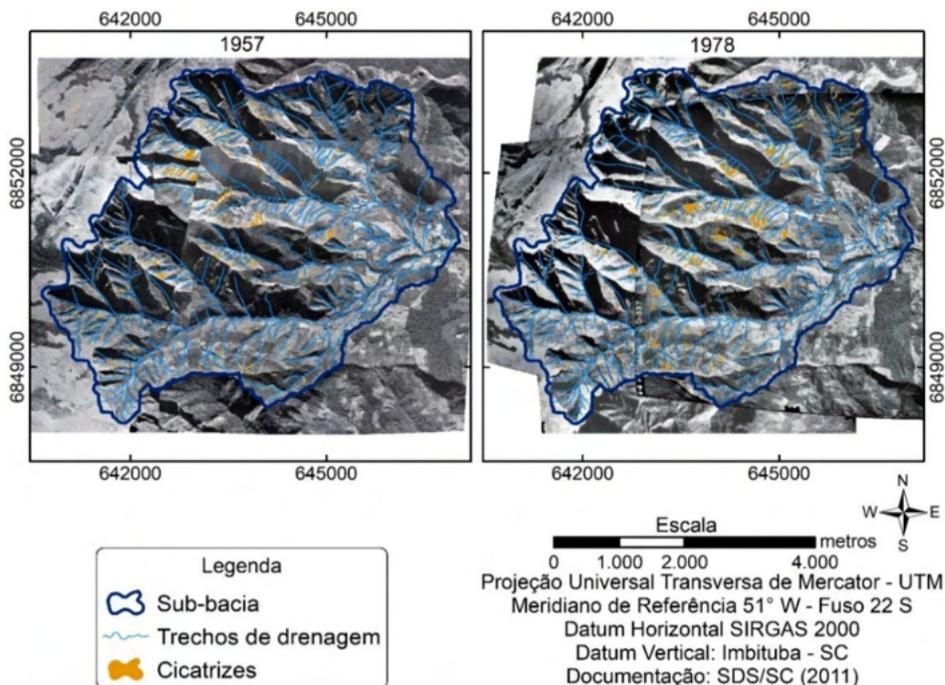


Figura 2 - Área de estudo e cicatrizes de escorregamentos para os anos de 1957 e 1978.

Fonte: Autores (2020).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para restituição das áreas suscetíveis à escorregamentos, com base em Roodposhti, Aryal e Pradhan. (2019) e Deng, Li e Tan (2017), foram considerados sete níveis de informação, tratados no estudo como fatores predisponentes aos escorregamentos. Assim, os fatores considerados de nível de informação básica foram os seguintes:

- Declividade e Hipsometria: obtidas com o MDT, feito a partir de base planialtimétrica da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável (SDS, 2011), que possui resolução espacial de 1m x 1m. Fez-se o emprego de seis classes distintas para declividade
- EMBRAPA (RAMALHO-FILHO; BEEK, 1995). Neste trabalho os intervalos de hipsometria foram baseados nos estudos de Dai e Lee (2002).
- Orientação das vertentes: obtida com o MDT (SDS, 2011). Foram consideradas as vertentes voltadas com face para os pontos cardeais e colaterais, além das planas (total de 9 orientações).
- Feições ou curvaturas das vertentes: Seguiu-se com o proposto por Torres (2014) e ESRI (2018), de que as diferentes associações determinam vertentes de distintos

graus de risco para escorregamentos. Para obter-se estes níveis de informação também se utilizou do MDT (SDS, 2011).

- Geologia: foram consultados mapas geológicos elaborados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) através do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos (PLGB), apresentado por Krebs (2004).

- Tipos de solo: para esta temática foi realizada reclassificação do mapa de solos, que tomou como base os mapas de solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA (1998; 1999) e da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, EPAGRI (1999).

- Cobertura do solo: Foi realizada por interpretação e digitalização das classes, sobre a ortofoto cor natural da base cartográfica (SDS, 2011). A digitalização da cobertura do solo seguiu as recomendações temáticas do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

2.1 Hierarquização e cruzamento dos fatores

Antes de hierarquizar e cruzar os sete fatores se fez necessária a reclassificação de suas classes componentes, seguindo um mesmo critério. Nesse estudo esta atribuição de pesos às classes de cada fator baseou-se no inventário de cicatrizes de escorregamentos. O inventário permitiu a aplicação de técnica estatística, de se efetuar a relação da abrangência de escorregamentos do passado (1957 e 1978) sobre cada fator. Em outras palavras, as classes temáticas dos fatores, receberam pesos distintos, que obedeceram à razão entre porcentagem de ocorrência e porcentagem de área movimentada (Grandeza Adimensional - GA), quanto maior o valor deste quociente, maior o peso atribuído as classes temáticas de cada fator, que apresentaram suscetibilidade aos escorregamentos. Com base nas estatísticas de Densidade Normalizada (Dn) de escorregamentos pretéritos para cada classe de cada fator, foi restituído um modelo ideal para o evento registrado pelas fotografias aéreas de 1957, outro para 1978. Estes dois mapas finais resultantes refletiram à restituição de eventos passados de suscetibilidade aos escorregamentos para esta área de estudo (IPT, 2014).

Para inventariar cicatrizes de escorregamentos foram usadas fotografias aéreas de números 952, 954, 958 e 959, para o ano de 1957, e 18.486, 18.487, 18.488, 23.049, 23.051 e 23.073, para 1978, ambos os voos na escala 1:25.000, obtidas pela empresa “Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A.” Todas as fotografias aéreas foram escaneizadas em 600 *dpi* (formato *.tiff*), posteriormente, ortorretificadas na EFD E-Foto, sobre a base cartográfica (SDS, 2011), no *Datum* horizontal SIRGAS 2000, Sistema de Projeção UTM, Meridiano Central 51°, Fuso 22 Sul. A versão utilizada no E-Foto foi a 2016.06.425, de junho de 2016, a última disponível.

Na hierarquização foi empregada a AHP (SAATY, 1977; 1991), que vem sendo usada em diversos estudos de suscetibilidade à escorregamentos (KOMAC, 2006; NGUYEN, LIU, 2019). De acordo com Brito *et al.* (2017), os fatores predisponentes foram comparados aos pares, na Escala Fundamental de Saaty, que varia de 1/9 a 9, ou seja, do menos ao mais importante, decompondo problemas complexos em comparações mais simples para tomada de decisão. Os resultados da aplicação do método AHP foram considerados para atribuir pesos hierárquicos, estes procedimentos foram descritos detalhadamente em Sant Ana (2021), sendo aqui apresentada somente a hierarquia (coeficientes multiplicadores) já obtida para os sete fatores predisponentes (Equação 1). A equação é passível de ser inserida numa calculadora *raster* de *software* de geoprocessamento para efetuar a álgebra de mapas, de modo a apresentar 5 diferentes classes espaciais para suscetibilidade: muito alta até a muito baixa (BAHRAMI *et al.*, 2019).

$$\text{Suscetibilidade aos escorregamentos} = 0,333D + 0,054H + 0,091L + 0,206TS + 0,167FT + 0,092CS + 0,056OV \quad (1)$$

Em que:

D = Declividade (GA);

H = hipsometria (GA);

L = litologia (GA);

TS = tipo de solo (GA);

FT = forma do terreno (GA);

CS = cobertura do solo (GA);

OV = orientação das vertentes (GA);

2.2 Validação dos modelos

Foram adotados os índices propostos por Sorbino, Sica e Cascini (2010), denominados Índices de Acerto (IA), Equação (2), e Índice de Erro (IE), Equação (3), verificando-se o quanto da área definida como instável em cada modelo coincidiu com as cicatrizes (Área Dentro), e quanto da área definida como instável ficou fora das cicatrizes pretéritas (Área Fora). Também foi considerado como área instável o total de cicatrizes mapeadas e área estável a diferença entre a área total de estudo em relação a área ocupada pelas cicatrizes restituídas.

$$IA = \left(\frac{\text{Área Dentro}}{\text{Área Instável}} \right) * 100 \quad (2)$$

$$IE = \left(\frac{\text{Área Fora}}{\text{Área Estável}} \right) * 100 \quad (3)$$

Os resultados dos cálculos de IA e IE foram plotados como uma curva no espaço bidimensional, sendo IA = Y e IE = X, definido como espaço ROC, capaz de classificar a validade do modelo para predição, ou mesmo, para restituição de eventos ocorridos. Conforme Deng, Li e Tan (2017) a área formada sob a curva (*Area Under the Curve – AUC*), calculada a partir da curva ROC, valida a precisão de um modelo de escorregamento em dois aspectos: habilidade de previsão e ajuste do modelo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para correlacionar os fatores com o local dos escorregamentos pretéritos foi elaborada a Figura 3. Nesta etapa, os polígonos das cicatrizes editadas sobre as fotografias ortorretificadas foram sobrepostos aos mapas base, de hipsometria (Figura 3-a), declividade (Figura 3-b), formas do terreno (Figura 3-c), orientação das vertentes (Figura 3-d), litologias (Figura 3-e), tipos de solo (Figura 3-f) e cobertura do solo (Figura 3-g e h) da área de estudo. Desta forma, conseguiu-se extrair a frequência de escorregamentos para cada categoria de cada fator predisponente (Dn).

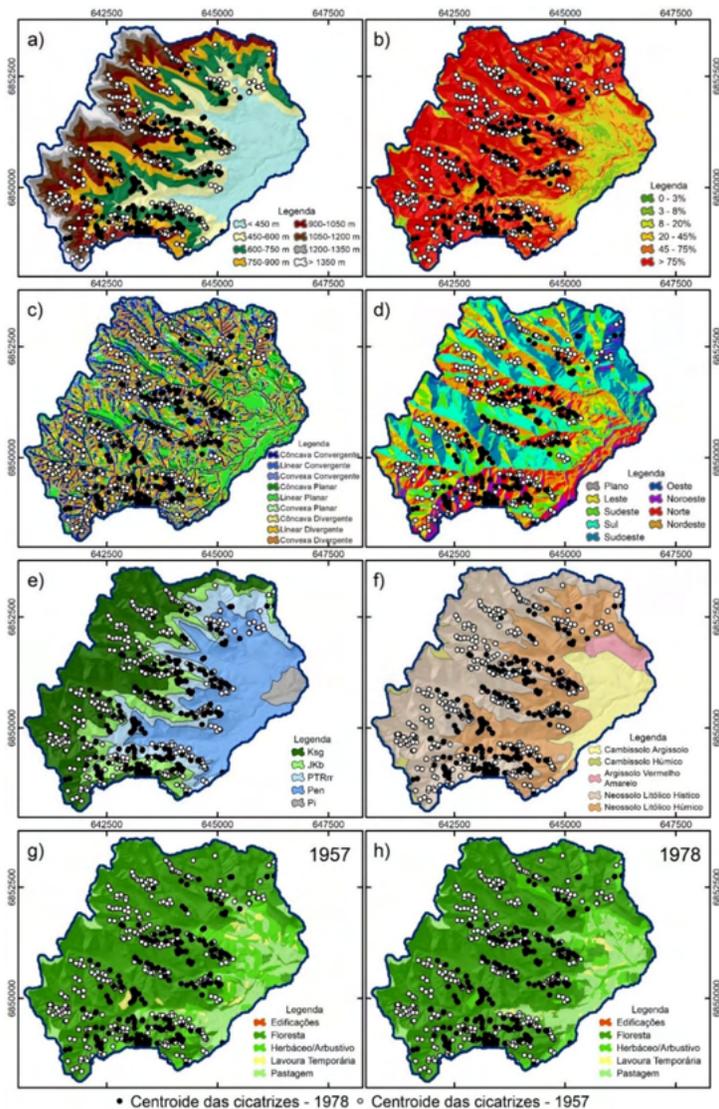


Figura 3 – Centroides das cicatrizes restituídas sobre os fatores predisponentes.

Fonte: Autores (2021).

Uma vez estabelecidas as densidades normalizadas (D_n) de cada classe de cada fator predisponente, a partir do inventário de cicatrizes (Tabela 1), a análise multicritério foi aplicada pela combinação deste viés estatístico de pesos normalizados das classes dos fatores com a AHP com o emprego da Equação 1.

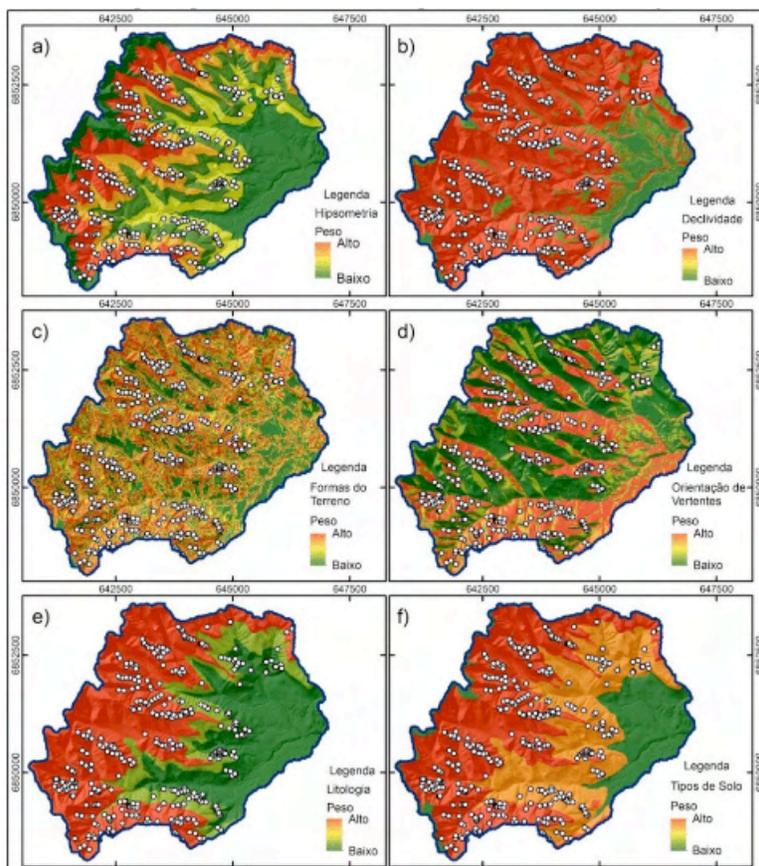
Fator	Classe	Área da classe (ha)		Escorregamentos (ha)		(Dn)	
				1957	1978	1957	1978
Hipsometria (m)	< 450	384,348		0,267	0,087	0,060	0,025
	450 a 600	331,371		3,823	5,174	0,994	1,738
	600 a 750	399,789		2,336	9,580	0,503	2,667
	750 a 900	356,128		5,700	7,918	1,379	2,475
	900 a 1050	317,304		10,307	2,850	2,799	1,000
	1050 a 1200	204,718		4,295	0,097	1,808	0,053
	1200 a 1350	131,839		0,611	0,032	0,399	0,027
> 1350	113,736		0,075	0,015	0,057	0,015	
Declividade	0 - 3	11,840		0,003	0,000	0,048	0
	3 - 8	60,150		0,008	0,000	0,029	0,001
	8 - 20	150,310		0,039	0,058	0,058	0,069
	20 - 45	251,442		0,282	0,659	0,252	0,475
	45 - 75	410,795		2,901	3,598	1,591	1,587
	> 75	1354,698		24,182	21,438	4,022	2,868
Litologia	Ksg	853,344		17,133	4,112	1,756	0,306
	JKb	339,487		4,730	8,261	1,218	1,546
	PTRr	370,041		2,570	11,234	0,607	1,929
	Pen	622,716		2,981	2,145	0,419	0,219
	Pi	53,648		0	0	0	0
Formas do terreno	Côncava Convergente	397,559		5,757	7,392	1,165	1,466
	Linear Convergente	124,935		1,828	2,965	1,177	1,872
	Convexa Convergente	135,302		2,574	3,145	1,530	1,833
	Côncava Planar	198,897		1,520	1,362	0,615	0,540
	Linear Planar	373,475		1,919	1,891	0,414	0,399
	Convexa Planar	196,997		2,165	2,304	0,884	0,922
	Côncava Divergente	163,635		1,848	1,364	0,909	0,658
	Linear Divergente	198,485		2,428	1,668	0,984	0,663
Convexa Divergente	449,951		7,392	3,692	1,322	0,647	
Cobertura do solo		1957	1978	x	x	x	x
	Edificações	0,328	0,349	0	0	0	0
	Florestal	1689,964	1773,673	23,475	24,769	1,487	2,256
	Herbáceo Arbustivo	308,395	203,303	3,133	0,690	1,088	0,548
	Lavoura Temporária	37,722	20,763	0	0	0	0
	Pastagem	202,826	241,147	0,805	0,293	0,425	0,196
Tipos de solo	Cambissolo Argissolo	252,606		0	0	0	0
	Cambissolo Húmico	60,812		0	0,003	0	0,006
	Argissolo VermelhoAmarelo	62,546		0	0	0	0
	Neossolo Litólico Hístico	1110,747		21,643	11,932	1,435	1,105
	Neossolo Litólico Húmico	752,524		5,771	13,817	0,565	1,889

Orientação das vertentes	Plano ($< 1^\circ$)	6,040	0,025	0,074	0,366	1,058
	Norte ($0^\circ - 22,5^\circ$; $337,5^\circ - 360^\circ$)	293,488	10,168	9,896	3,120	2,914
	Nordeste ($22,5^\circ - 67,5^\circ$)	442,341	9,918	8,546	2,019	1,669
	Leste ($67,5^\circ - 112,5^\circ$)	314,635	2,847	3,396	0,815	0,933
	Sudeste ($122,5^\circ - 157,5^\circ$)	287,992	1,092	0,893	0,341	0,268
	Sul ($157,5^\circ - 202,5^\circ$)	426,934	0,718	0,398	0,152	0,080
	Sudoeste ($202,5^\circ - 247,5^\circ$)	273,233	0,226	0,168	0,074	0,053
	Oeste ($247,5^\circ - 292,5^\circ$)	91,865	0,577	0,507	0,566	0,477
Noroeste ($292,5^\circ - 337,5^\circ$)	108,747	1,866	1,948	1,545	1,548	

Tabela 1 – Densidade normalizadas para cada classe dos fatores.

Fonte: Autores (2021).

Os fatores reclassificados pela densidade de escorregamentos de 1957, com base nos valores em destaque na coluna 'Dn' da Tabela 1, podem ser visualizados na Figura 4.



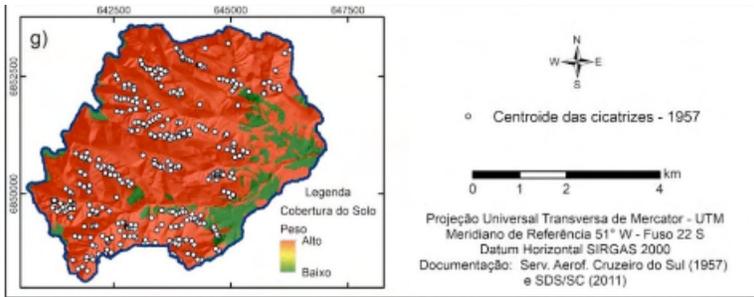


Figura 4 – Fatores predisponentes reclassificados pela densidade de escorregamentos (1957).

Fonte: Autores (2021).

É importante mencionar que não é apenas a localização da cicatriz de escorregamento que orienta o peso recebido por determinada classe de cada fator, reclassificada individualmente de baixa a alta suscetibilidade. O considerado no cálculo é a área incidente, contudo, para representação optou-se por demonstrar somente o ponto central da cicatriz, não seu polígono, sendo este melhor visualizado no mapa final de suscetibilidade aos escorregamentos (Figura 5), com base na associação dos fatores reclassificados da Figura 4 e hierarquizados pelos pesos da Equação (1).

O resultado do modelo de restituição para 1957 exprime que parte antropizada da sub-bacia, a planície próxima da confluência dos rios Mãe Luzia e Congonhas, possui baixa suscetibilidade aos escorregamentos, assim como o bordo de planalto à esquerda da área, não sendo identificadas cicatrizes de eventos antigos nestas áreas. Da mesma forma, a classe de média suscetibilidade aos escorregamentos apresenta poucas cicatrizes, estando estas muito concentradas nas classes alta e, principalmente, muito alta.

Acerca dos quantitativos das classes restituídas para 1957, Tabela 2, cerca de 40 % da área está em local de muito baixa e baixa suscetibilidade, um resultado significativo para o relevo movimentado daquele contexto espacial. Já a classe de muito alta suscetibilidade reuniu apenas 257,9 hectares, ou 11,5 % da área de estudo, entretanto, com muitas cicatrizes incidentes, o que corrobora o bom resultado visual de coincidência de cicatrizes em classes restituídas e com maior suscetibilidade, Figura 5.

Classe	Área (ha)	%
Muito Baixa	454,1	20,3
Baixa	439,1	19,6
Média	316,3	14,1
Alta	771,4	34,5
Muito Alta	257,9	11,5
Soma	2238,7	100

Tabela 2 – Quantificação das áreas das classes de suscetibilidade obtidas pelo modelo restituído de 1957.

Fonte: Autores (2021).

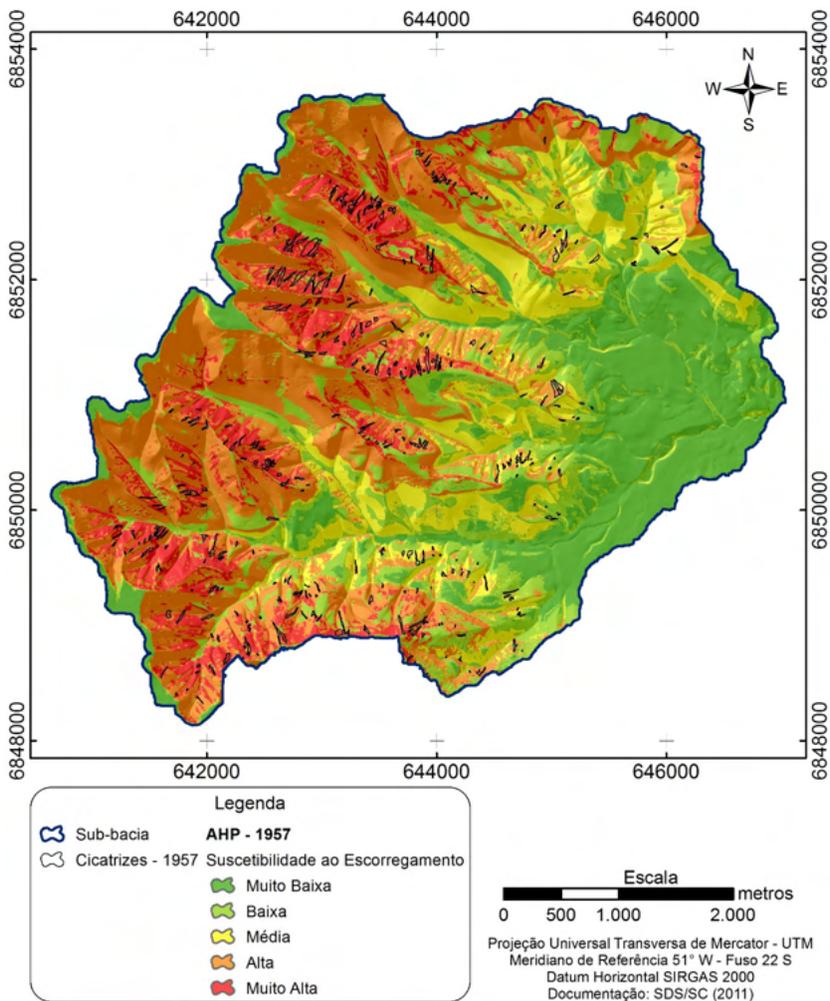


Figura 5 – Mapa final do modelo restituído para 1957.

Fonte: Autores (2021).

A exemplo do restituído para 1957, fez-se a aplicação para 1978. A hierarquia dentre os fatores seguiu o estabelecido pela Equação 1, oriunda da já explicitada participação e julgamentos de especialistas aplicada por Sant Ana (2021) e o mapa final para o evento restituído de 1978 segue apresentado na Figura 7. O quantitativo das classes de suscetibilidade, Tabela 3, apresenta 145,8 hectares como de muito alta propensão aos escorregamentos, ou seja, apenas 6,5% da área. A Figura 7 evidencia-se coincidência de cicatrizes com o zoneamento restituído.

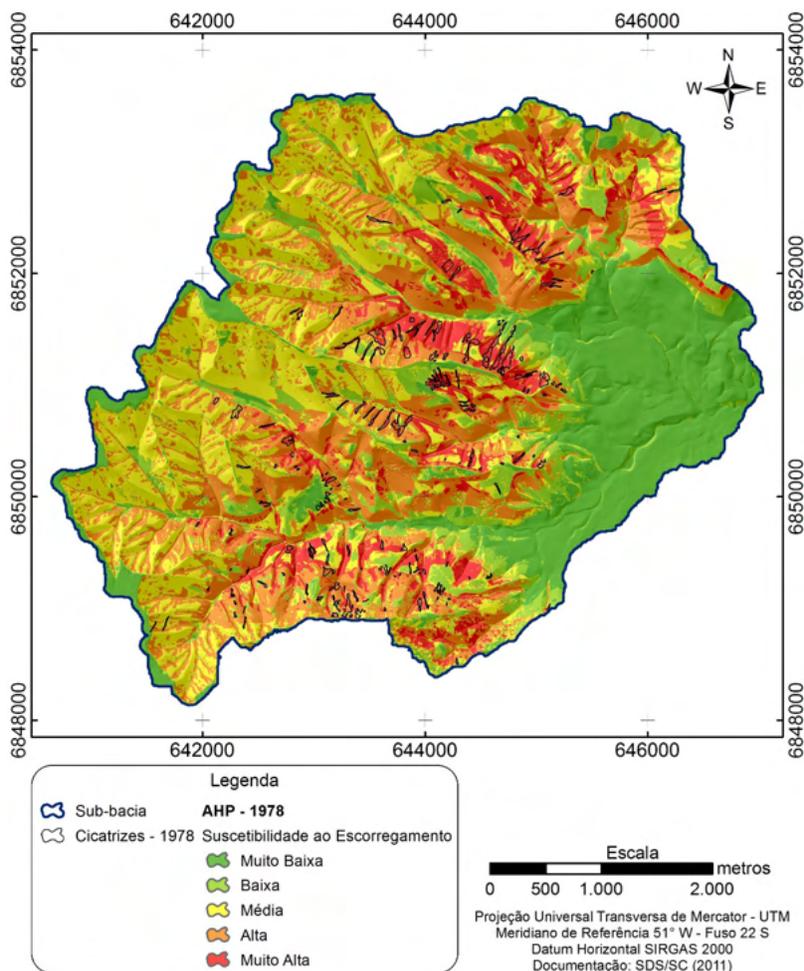


Figura 7 – Mapa final do modelo restituído para 1978.

Fonte: Autores (2021).

Feitas as considerações sobre os modelos preditivos aos escorregamentos na área de estudo, seguiu-se com a validação dos modelos restituídos, salientando-se, de

antemão, que já era esperado maior sensibilidade e especificidade destes modelos, uma vez que as próprias estatísticas de incidência dos escorregamentos foram informações de entrada para espacialização das classes de suscetibilidade. As Tabelas 4 e 5 apresentam os cálculos para IA e IE de 1957 e 1978, respectivamente.

Classe	Área (ha)	%
Muito Baixa	469,6	21
Baixa	288,3	12,9
Média	612,2	27,3
Alta	722,5	32,3
Muito Alta	145,8	6,5
Soma	2238,6	100

Tabela 3 – Quantificação das áreas das classes de suscetibilidade obtidas pelo modelo restituído de 1978.

Fonte: Autores (2021).

Classe	Área (ha)	%	Cicatrizes (m ²)	IA	IE
Muito Baixa	454,1	20,3	1.293	0,5	28,4
Baixa	439,1	19,6	31.135	11,4	21,3
Média	316,3	14,1	22.954	8,4	11,7
Alta	771,4	34,5	90.544	33,0	25,9
Muito Alta	257,9	11,5	128.184	46,8	12,7
Total	2238,7	100	274.110	100	100

Tabela 4 – Índices de Acerto e de Erro para as classes de suscetibilidade do modelo restituído de 1957.

Fonte: Autores (2021).

Classe	Área (ha)	%	Cicatrizes (m ²)	IA	IE
Muito Baixa	469,6	21	3.143	1,2	29,3
Baixa	288,3	12,9	14.614	5,7	13,9
Média	612,2	27,3	29.588	11,5	21,4
Alta	722,5	32,3	105.612	41	28,2
Muito Alta	145,8	6,5	104.552	40,6	7,2
Total	2238,6	100	257.509	100	100

Tabela 5 – Índices de Acerto e de Erro para as classes de suscetibilidade do modelo restituído de 1978.

Fonte: Autores (2021).

Com os dados cumulativos dos IA e IE calculados pela intersecção das respectivas

cicatrizes sobre as classes de suscetibilidade, pôde-se representar as curvas ROC para os modelos de restituição obtidos pela análise multicritério, Figura 8. O pronunciado afastamento das curvas obtidas em relação à linha de referência, com a inflexão para o canto superior esquerdo do espaço ROC exprime modelos sensíveis e específicos.

O modelo de 1978 apresenta AUC 0,8 e o de 1957 0,78, Tabela 6, o que significa dizer que 80% das áreas modeladas como de alta suscetibilidade aos escorregamentos foram restituídas adequadamente.

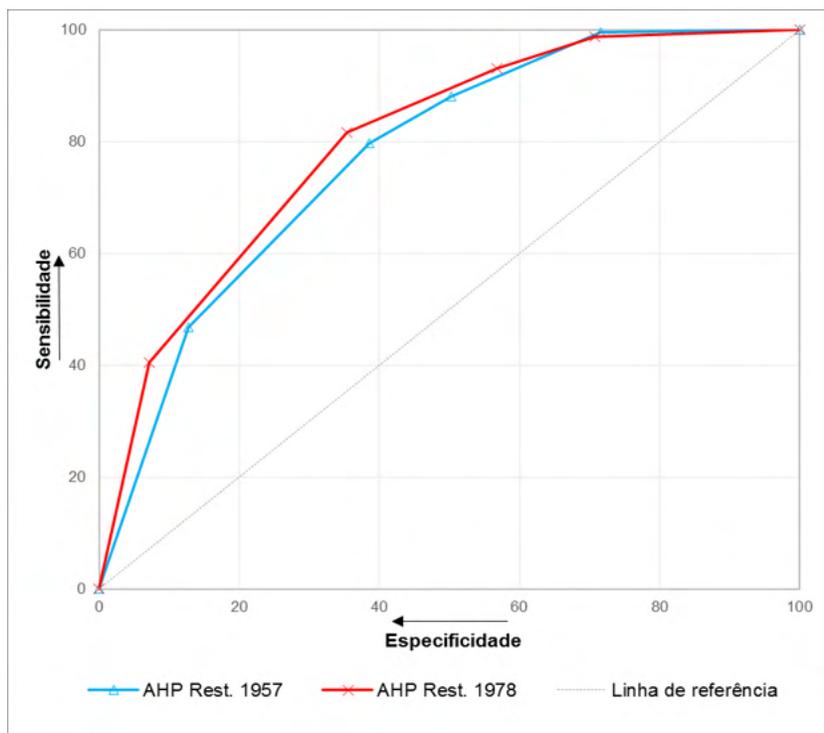


Figura 8 – Curvas ROC para modelos de restituição obtidos pela AHP.

Fonte: Autores (2021).

1957			1978		
Y	X	Área	Y	X	Área
0	0		0	0	
46,76	12,72	297,48	40,60	7,21	146,31
79,80	38,58	1636,30	81,61	35,40	1722,85
88,17	50,32	985,76	93,10	56,80	1869,77
99,5	71,6	1994,5	98,8	70,7	1332,7
100	100	2836	100	100	2913
Soma		7750,26	Soma		7984,29

Tabela 6 – Cálculo a AUC a partir das curvas ROC para os modelos de restituição.

Fonte: Autores (2021).

Esta constatação, da boa restituição realizada com o uso de estatísticas de incidência de cicatrizes como parâmetro de entrada para modelagem, valida um esforço deste trabalho: de efetuar-se modelos de restituição que representassem fielmente eventos passados, na tentativa de entendê-los e auxiliar a validar os modelos preditivos.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, ao se estabelecer estas relações de densidade de escorregamentos pretéritos por classes temáticas de cada fator, assumiu-se que o passado é a chave para que se compreenda os escorregamentos futuros. As restituições multitemporais forneceram recursos para se compreender e comparar eventos de diferentes datas, empregar e validar diferentes métodos de mapeamento da suscetibilidade aos escorregamentos e de servir para treinamento de modelos preditivos.

As coincidências espaciais entre as maiores cicatrizes de escorregamentos e as classes restituídas nos modelos, como de muito alta suscetibilidade, reforçou, visualmente, que os modelos de restituição responderam adequadamente ao seu propósito. Contudo, salienta-se que, viu-se claramente que os eventos registrados para 1957 diferem em muito daqueles registrados nas fotografias de 1978, ou seja, ocorreram em setores distintos das vertentes.

Pela recorrência de um evento de alta magnitude em menos de 20 anos (57-78), constata-se que esse intervalo temporal não foi o suficiente para que haja formação de manto de intemperismo passível de escorregar. Isso é visível porque as áreas fonte são distintas nos eventos restituídos, ou seja, um episódio pluvial intenso significa escorregamentos em locais há muito sem registros de escorregamentos, ou ainda que não escorregaram, para o local não há recorrência espacial em apenas duas décadas.

Em relação à validação dos modelos aplicados, pelos Índices de Acerto e Erro,

ou seja, pela coincidência espacial de antigas cicatrizes com o zoneamento obtido nas diferentes aplicações, esta ofertou subsídio para averiguar o desempenho do modelo, pela análise de sensibilidade/especificidade, possível pelas curvas ROC. Os modelos restituídos resultaram em curvas acima da linha de referência, representando boa capacidade discriminante. Neste trabalho, foi verificado que a curva ROC é um excelente recurso para comparar a previsibilidade deste mapa resultante da modelagem.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense (PPGCA – UNESC) com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro fornecido ao 1º autor.

REFERÊNCIAS

AKGUN, A. A comparison of landslide susceptibility maps produced by logistic regression, multi-criteria decision, and likelihood ratio methods: a case study at İzmir, Turkey. **Landslides**, v. 9, p. 93–106, 2012.

ASSUNÇÃO, V. K. Enchente de 1974 como drama social: relações entre percepção de risco, conflito e gentrificação. **Ambiente & Sociedade**, v. XVII, n. 4, p. 195-212, 2014.

BAHRAMI, S.; RAHIMZADEH, B.; KHALEGHI, S. Analyzing the effects of tectonic and lithology on the occurrence of landslide along Zagros ophiolitic suture: a case study of Sarv-Abad, Kurdistan, Iran. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, v.79, p. 1619-1637, 2019.

BRITO, J. L. N. S.; COELHO FILHO, L. C. T. **Fotogrametria digital**. 2ª edição. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2007.

BRITO, M. M. de; WEBER, E. J.; PASSUELO, A. Avaliação multicritério aplicada ao mapeamento a suscetibilidade a escorregamentos: o caso do Bairro Cascata, Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 3, p. 735 – 749, 2017.

DAI, F. C.; LEE, C. F. Landslide characteristics and slope instability modeling using GIS, Lantau Island, Hong Kong. **Geomorphology**, v. 42, p. 213-228, 2002.

DEL SOLDATO, M.; RIQUELME, A.; BIANCHINI, S.; TOMÀS, R.; DI MARTIRE, D.; DE VITA, P.; MORETTI, S.; CALCATERRA, D. Multisource data integration to investigate one century of evolution for the Agnone landslide (Molise, southern Italy). **Landslides**, v. 15, p. 2113–2128, 2018.

DENG, X.; LI, L.; TAN, Y. Validation of spacial prediction models for landslides susceptibility by considering structural similarity. **International Journal of Geo-Information**, v. 6, n. 103, p. 1-16, 2017.

E-FOTO: Uma Estação Fotogramétrica Digital Educacional Livre. Disponível em: <<http://www.efoto.eng.uerj.br/>> Acesso em: 26 de fevereiro de 2019.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de Santa Catarina**. Escala 1:250.000, 1998.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, Embrapa, 1999.

EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do Estado de Santa Catarina**. 1999. CD-ROM.

ESRI. **Curvature Function**. Disponível em: <<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/curvature-function.htm>> Acesso 27 Agosto. 2018.

FELL, R.; COROMINAS, J.; BONNARD, C.; CASCINI, L.; LEROI, E.; SAVAGE, W. Z. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land-use planning, **Engineering Geology**, v. 102, p. 99-111, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações - 1:25.000**: nota técnica explicativa. São Paulo: IPT, 2014.

KOMAC, M. A landslide susceptibility model using the Analytical Hierarchy Process method and multivariate statistics in perialpine Slovenia. **Geomorphology**. v. 74, n. 1-4, p.17-28, 2006.

KREBS, A. S. J. **Contribuição ao Conhecimento dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, SC**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis: UFSC, 2004.

LEROI, E., BONNARD, C., FELL, R., MCINNES, R. Risk assessment and management. In: HUNGR, O., FELL, R., COUTURE, R., EBERHARDT, E. (eds.), **Landslide Risk Management**. London: Taylor and Francis, 2005, p. 159–198.

LUDWIG, L.; MATTEDI, M. A. Dos desastres do desenvolvimento ao desenvolvimento dos desastres: a expressão territorial da vulnerabilidade. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 39, p. 23-42, 2016.

MAGALHÃES, I. A. L.; THIAGO, C. R. L.; AGRIZZI, D. V.; SANTOS, A. R. Uso de geotecnologias para mapeamento de áreas de risco de inundação em Guaçuí, ES: uma análise comparativa entre dois métodos. **Cadernos de Geociências**, v. 8, n. 2, 2011.

MATEUS, E. T. Calamidade pública em uma cidade submersa: a imprensa e a Enchente de 1974 (Tubarão – SC), **Revista Hydra**. v. 1, n. 2, p. 126-153, 2016.

NGUYEN, T. T. N.; LIU, C-C. A New Approach Using AHP to Generate Landslide Susceptibility Maps in the Chen-Yu-Lan Watershed, Taiwan. **Sensors**. v. 19, n. 3(505), p. 1-18, 2019.

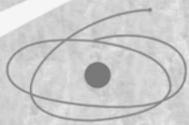
PELLÉRIN, J. R. G. M.; DUARTE, G. M.; SCHEIBE, L. F.; MENDONÇA, M.; BUSS, M. D.; MONTEIRO, M. A. Timbé do Sul – Jacinto Machado: avaliação preliminar da extensão da catástrofe de 23-24/12/95. **Geosul**, v. 12, n. 23, p.71-86, 1997.

POURGHASEMI, H. R., GAYEN, A.; PARK, S.; LEE, C-W.; LEE, S. Assessment of Landslide-Prone Areas and Their Zonation Using Logistic Regression, LogitBoost, and NaïveBayes Machine-Learning Algorithms. **Sustainability**, v. 10, n. 3697, p. 1-23, 2018.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995.

ROODPOSHTI, M. S.; ARYAL, J. PRADHAN, B. A Novel Rule-based Approach in Mapping Landslide Susceptibility. **Sensors**, v. 19, n. 10(2274), p. 1-20, 2019.

- SAATY, T. L. A. Scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of the Mathematical Psychology**. n.15, p. 234-281, 1977.
- SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill Pub. Co., 1991.
- SAITO, S. M.; FERREIRA, C. C.; SAUSEN, T. M.; HANSEN, M. A. F.; MARCELINO, I. O. P. V. Sistematização de ocorrências de desastres naturais na região Sul do Brasil. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR (Natal-RN: 2009), Natal, INPE, **Anais...** 2009, p. 2333-2339.
- SANT ANA, W. O. **Análise Comparativa e integração de métodos para mapeamento de áreas suscetíveis a escorregamentos**. 2021. 143 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA) Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma, 2021.
- SANTANA, W. O.; BACK, A. J.; MICHEL, G. P.; LADWIG, N. I.; DE CONTO, D. Geometrias e posicionamento espacial de antigas cicatrizes de escorregamentos em encostas nas cabeceiras do rio Mãe Luzia, Treviso – Santa Catarina, Brasil. **Ciência e Natura**. Santa Maria, v. 42, e104, 2020. DOI:10.5902/2179460X41558.
- SDS – SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE SANTA CATARINA. **Levantamento Aerofotogramétrico – Ortomosaico RGB: Município de Treviso. Escala 1:2.000**. 2011. Disponível em: < <http://sigsc.sds.sc.gov.br/download/index.jsp>.> Acesso em: 06 abr. 2018.
- SERVIÇOS AEROFOTOGRAFAMÉTRICOS CRUZEIRO DO SUL S.A. (Santa Catarina, SC). **Foto Aérea. Santa Catarina, 1957, nºs. 952, 954, 958 e 959**. Escala 1:25.000.
- SERVIÇOS AEROFOTOGRAFAMÉTRICOS CRUZEIRO DO SUL S.A. (Santa Catarina, SC). **Foto Aérea. Santa Catarina, 1978, nºs. 18.485, 18.486, 18.488, 23.049 e 23.051**. Escala 1:25.000.
- SILALAH, F. E. S.; ARIFIANTI, Y.; HIDAYAT, F. Landslide susceptibility assessment using frequency ratio model in Bogor, West Java, Indonesia. **Geoscience Letters**, v.6, n. 10, p. 1-17, 2019.
- SORBINO, G.; SICA, C.; CASCINI, L. Susceptibility analysis of shallow landslides source areas using physically based models. **Natural Hazards**, v. 53, n. 2, p. 313-332, 2010.
- STARK, C. P.; GUZZETTI, F. Landslide rupture and the probability distribution of mobilized debris volumes. **Journal of Geophysical Research**, v. 114, p. 1-16, 2009.
- TORRES, F. S. D. M. **Carta de suscetibilidade a movimentos de massa e erosão do município de Ipojuca-PE**. 2014. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.
- VAN DEN EECKHAUT, M.; HERVÁS, J.; JAEDICKE, C.; MALET, J. -P.; MONTANARELLA, L.; NADIM, F. Statistical modelling of Europe-wide landslide susceptibility using limited landslide inventory data. **Landslides**, v. 9, n. 1, p. 357-369, 2012.
- VERHOEVEN, G.; DONEUS, M. BRIESE, Ch.; VERMEULEN, F. Mapping by matching: a computer vision-based approach to fast and accurate georeferencing of archaeological aerial photographs. **Journal of Archaeological Science**, v. 39, p. 2060–2070, 2010.



CAPES



LABPGT

LABORATÓRIO DE
PLANEJAMENTO E
GESTÃO TERRITORIAL

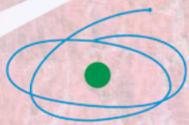


fapesc

Fundação de Amparo à
Pesquisa e Inovação do
Estado de Santa Catarina



Atena
Editora
Ano 2022



CAPES



LABPGT
LABORATÓRIO DE
PLANEJAMENTO E
GESTÃO TERRITORIAL



fapesc

Fundação de Amparo à
Pesquisa e Inovação do
Estado de Santa Catarina



Atena
Editora
Ano 2022