

Coordenadores:

Fátima Velez de Castro

| Jorge Luis Oliveira-Costa

Andrea Aparecida Zacharias

| Tatiana Moreira

As paisagens dos
riscos sociais.

Educar para diminuir
a vulnerabilidade



RISCOS

Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

Coimbra, 2023

As paisagens dos riscos sociais, educar para diminuir a vulnerabilidade

divide-se em duas partes, a primeira agrega um conjunto de trabalhos que, de forma inequívoca, enfatiza o papel da educação como elemento fundamental na gestão do risco. Na segunda, reforça a importância da vulnerabilidade na redução do risco, porventura um dos elementos mais difíceis e complexos de analisar. Não obstante, é ainda assinalada a importância do conhecimento dos danos potenciais, traduzido, não só pelo valor económico das perdas materiais, ambientais ou funcionais que determinada manifestação de risco poderá ocasionar, como pelo número de vítimas (fatais, físicas e, um segundo conjunto, os desalojados, desabrigados e desaparecidos), e finalmente, psicológicas. De facto, os aspetos psicológicos e sociais, que tantas vezes não são tidos em consideração nestas circunstâncias, são frequentemente, dos que deixam marcas mais profundas e duradouras neste tipo de vítimas.

A vulnerabilidade assume um papel de crescente importância na diminuição do risco, na sua total amplitude, envolvendo a exposição, isto é, os elementos presentes em áreas de risco, as pessoas e os seus bens e haveres, e que, por esse motivo, ficam sujeitos a eventuais perdas; a sensibilidade, o nível e a extensão dos danos que os elementos expostos podem sofrer, os quais estão associados às características intrínsecas dos elementos expostos, bem como ao seu grau de proteção; e a capacidade, tanto de antecipação como de resposta em situação de crise.

Trata-se de uma obra que é um contributo importante para académicos e técnicos que pretendem estudar, desenvolver e aplicar o conhecimento acerca destas temáticas, assim como para o reforço e consolidação das estratégias e políticas na redução dos riscos focada na redução da vulnerabilidade.

Bruno Martins

Professor Convidado da Faculdade de Letras da Univ. de Coimbra



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA

ESTRUTURAS EDITORIAIS | EDITORIAL STRUCTURES

Estudos Cindínicos

ANTIGOS DIRETORES | FORMER DIRECTORS

Luciano Lourenço

DIRETOR PRINCIPAL | MAIN EDITOR

Fátima Velez de Castro

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

DIRETORES ADJUNTOS | ASSISTANT EDITORS

Adélia Nunes, António Vieira, Bruno Martins, João Luís Fernandes

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

ASSISTENTE EDITORIAL | EDITORIAL ASSISTANT

Fernando Félix

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

COMISSÃO CIENTÍFICA | EDITORIAL BOARD

Adélia Nunes

Universidade de Coimbra

Ana Meira Castro

Instituto Superior de Engenharia do Porto

António Betâmio de Almeida

Instituto Superior Técnico, Lisboa

António Duarte Amaro

Universidade Nova de Lisboa

António Vieira

Universidade do Minho

Bruno Martins

Universidade de Coimbra

Cristina Queirós

Universidade do Porto

Fátima Velez de Castro

Universidade de Coimbra

Helena Fernandez

Universidade do Algarve

Humberto Varum

Universidade de Aveiro

João Luís Fernandes

Universidade de Coimbra

José Simão Antunes do Carmo

Universidade de Coimbra

Luciano Lourenço

Universidade de Coimbra

Romero Bandeira

Inst. de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Porto

Tomás de Figueiredo

Instituto Politécnico de Bragança

Antenora Maria da Mata Siqueira

Universidade Federal Fluminense, Brasil

Antonio Carlos Vitte

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Carla Juscélia Oliveira Souza

Universidade de São João del Rei, Brasil

Jorge Olcina Cantos

Universidade de Alicante, Espanha

José Arnaez Vadillo

Universidade de La Rioja, Espanha

Lidia Esther Romero Martín

Universidade Las Palmas de Gran Canaria, Espanha

María Augusta Fernández Moreno

Universidade Católica de Ibarra, Equador

Miguel Castillo Soto

Universidade do Chile

Montserrat Díaz-Raviña

Inst. Inv. Agrobiológicas de Galicia, Espanha

Norma Valencio

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Tiago Ferreira

University of the West of England

Virginia Araceli García Acosta

CIESAS, México

Xavier Ubeda Cartaña

Universidade de Barcelona, Espanha

Yolanda Teresa Hernández Peña

Univ. Distrital Francisco José de Caldas, Colômbia

Yvette Veyret

Universidade de Paris X, França

FÁTIMA VELEZ DE CASTRO
JORGE LUIS OLIVEIRA-COSTA
ANDREA APARECIDA ZACHARIAS
TATIANA MOREIRA
(COORDS.)

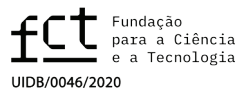


AS PAISAGENS DOS RISCOS SOCIAIS. EDUCAR PARA DIMINUIR A VULNERABILIDADE

This work is funded by FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia under the project UIDB/00460/2020



CENTRO DE _____
ESTUDOS INTERDISCIPLINARES
CEIS20 | Universidade de Coimbra



EDIÇÃO

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

Email: riscos@riscos.pt

URL: <https://www.riscos.pt/publicacoes/sec/>

OBRA SUJEITA AO PROCESSO DE REVISÃO POR PARES

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Fátima Velez de Castro, Jorge Luis Oliveira-Costa,
Andréa Aparecida Zacharias e Tatiana Moreira

IMAGEM DA CAPA

Karine Nieman

PRÉ-IMPRESSÃO

Fernando Félix

EXECUÇÃO GRÁFICA

Simões & Linhares

ISSN

2184-5727

DOI (Série)

<https://doi.org/10.34037/978-989-54295-1-6>

Depósito Legal

519458/23

ISBN

978-989-9053-20-5

ISBN Digital

978-989-9053-19-9

DOI

https://doi.org/10.34037/978-989-9053-19-9_13

SUMÁRIO

NOTA DE ABERTURA	7
PREFÁCIO	9
PAISAGEM, EDUCAÇÃO E PRÁTICA SOCIAL INTERDISCIPLINAR EM CONTEXTO DE RISCOS	13
Geografia, Riscos e Educação Wesley Lopes da Silva, Nilma Alves do Nascimento e José Alves de Jesus	15
O ensino da geografia para uma educação de riscos - uma experiência no município de Niterói - RJ Suellen Pereira	35
Extensão universitária e a resiliência de comunidades escolares: o caso de zonas costeiras no Estado de São Paulo - Brasil Danilo Pereira Sato, Victoria Caroline de Souza Alves, Rafael da Silva Damasceno Pereira e Patrícia Mie Matsuo	49
Projeto pedagógico envolvendo redução de riscos de desastres e compensação de emissões de CO₂ por meio do plantio de espécies nativas Humberto Gallo Junior, Débora Olivato, Hosana Mendes Rateiro e Ive Costa Carvalho Ferreira	69
Vulnerabilidade e pandemia da COVID-19: risco social e boletim geográfico escolar Alicia de Oliveira Moreira Pereira, Lucas Luan Giarola e Carla Juscélia de Oliveira Souza	93
A paisagem no ensino da geografia e a leitura totalizante Paula Juliasz e Jorge Bassami	111

SUMÁRIO

PAISAGEM, CONFLITOS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA GESTÃO DE RISCOS	135
Dinâmicas naturais e sociais como determinantes para a materialização da paisagem contemporânea do bairro Edson Queiroz em Fortaleza/CE Diego Silva Salvador	137
Vulnerabilidade socioambiental: inundações urbanas de pendências/RN Marília Mabel Lopes Morais e Joshuá Davinci Nunes Rocha	153
Vulnerabilidade socioambiental nas áreas suscetíveis a inundações do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé (RJ) Talita Bracher Prates e Raul Reis Amorim	167
Conflitos socioambientais na zona ripária da bacia hidrográfica do rio Preto, Maranhão - Brasil Idevan Gusmão Soares, Luiz Carlos Araujo dos Santos e Regina Célia de Oliveira	187
Vulnerabilidade socioambiental e gestão de riscos em zona costeira Franciele Caroline Guerra, Regina Célia de Oliveira e Gabriela Pereira da Silva ...	205
As áreas de mineração abandonadas: impactos socioambientais e os desafios do uso futuro das pedreiras no município de São Vicente/SP Técia Regiane Bérghamo, Regina Célia de Oliveira, Ralph Charles e Maria Dolores Santos	223
Álgebra de mapas e a modelagem cartográfica das estruturas verticais e horizontais da vulnerabilidade social e ambiental no município de Atibaia/SP/Brasil Matheus Rizato, Andréa Aparecida Zacharias e Silvia Elena Ventróni	237
POSFÁCIO	283

NOTA DE ABERTURA

A publicação desta obra, resulta de um cruzar de visões interdisciplinares entre a RISCOS – Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança – e o CEIS20 – Centro de Estudos Interdisciplinares, da Universidade de Coimbra, enquadrando-se na linha investigativa do grupo dois – Europeísmo, Atlanticidade e Mundialização.

Face aos desafios do mundo contemporâneo, e na lógica multiescalar deste grupo, urge abordar as grandes questões sociais, políticas e ambientais do ponto de vista da vulnerabilidade das populações e de como tal se reflete a montante e a jusante da evolução dos próprios territórios vividos. Deste modo, torna-se importante divulgar a investigação científica que constitui esta obra, onde investigadoras/es apresentam trabalhos em que refletem sobre as múltiplas dimensões da paisagem, em estreita relação com a educação e a prática social interdisciplinar em contexto de riscos. Num segundo momento, parte-se para a análise paisagística do ponto de vista dos conflitos e dos impactos socioambientais, na gestão dos fenómenos cindínicos.

Há várias palavras-chave a reter que, em jeito de síntese, se apresentam como desafios. São elas: vulnerabilidade; conflito; ambiente; educação; interdisciplinaridade. Começando pelas três primeiras, verificamos que a vulnerabilidade de segmentos populacionais mais frágeis, assim como conflitos derivantes, muito se devem aos desafios colocados pelas alterações ambientais, fruto de ações antrópicas e da própria dinâmica da natureza. Estamos face a realidades europeias e extraeuropeias, em que é necessário compreender os fenómenos socioambientais, promovendo-se a sua mitigação através de estratégias educativas que começam na escola, e que se devem estender às comunidades locais e regionais. Uma cultura de cidadania ativa, trabalhada através da educação, deve merecer um especial destaque na academia, por se tratar de uma ponte verdadeiramente eficaz entre a produção científica e a transferência de conhecimento para a sociedade. Por último, como destaque, a interdisciplinaridade de várias visões, onde se cruzam diferentes perspectivas de problematização, de métodos, de abordagens concetuais, de formas de trabalhar a ciência.

Respondendo, por isso, à natureza do CEIS20 e da RISCOS, ambos com forte carácter interdisciplinar, esta obra, mais do que um ponto de chegada, é um ponto de partida para se pensarem, em conjunto, desafios de territórios em mudança, na certeza de que se estará a contribuir para a diminuição da vulnerabilidade de contextos sociais cada vez mais prementes.

Coimbra, 17 de novembro de 2023

Fátima Velez de Castro

PREFÁCIO

O número de ocorrências relacionadas com riscos tem vindo a aumentar significativamente ao longo das últimas décadas, o que tem contribuído para um avolumar de prejuízos económicos e sociais, especialmente relacionados com as perdas e os estragos produzidos por essas manifestações, bem como pela posterior recuperação das áreas afetadas. Não se trata apenas de riscos naturais e ambientais, mas também, de pendor social e tecnológico. Este processo é especialmente gravoso nos países menos desenvolvidos. E se são evidentes saltos civilizacionais que se refletem em sociedades mais preparadas e resilientes face às mudanças, somos confrontados também, com uma pandemia, e com a solidão, a perda e incerteza em que se traduziu e traduz. Com uma guerra e com a crueldade desmascarada, que sempre nos acompanhou, mas que, de algum modo, julgávamos arrumada em livros de História.

Não obstante, nem sempre o número de catástrofes ocorridas tem reflexo claro sobre a perceção do risco por parte dos cidadãos. Por exemplo, os resultados de um estudo de Risco Mundial de 2020 (Lloyd's Register Foundation, 2020) sugerem que, embora as mudanças climáticas e respetivas consequências sejam geralmente entendidos e reconhecidos, uma proporção significativa de pessoas continua a subestimá-las, permanece cética ou, mesmo, não tem opinião clara sobre o assunto e, sobretudo, sobre os riscos que daí advêm.

Deste modo, ultrapassando uma abordagem clássica da análise dos riscos, centrada no processo físico de per si, e na mitigação do risco através da construção de infraestruturas como forma de redução do risco, são vários os trabalhos que enfatizam a importância de como a população perceciona os riscos como elemento estruturante nos planos de gestão do risco. Neste sentido, é crucial que a gestão do risco implique o desenvolvimento de modelos baseados nos mecanismos psicológicos que assentam na forma como a população julga, avalia, tolera e reage perante o risco. Por outro lado, é ainda fundamental entender como é que os indivíduos, e as comunidades percecionam a complexidade e a multiplicidade de fatores que interferem na perceção de um determinado risco, tais como: o contexto social e económico; a influência da comunicação social; os valores e as

visões de mundo; a influência da estratégia de adaptação individual resultante da aprendizagem com eventos de crise passados. É assumido que aprofundar o conhecimento e o entendimento dos fatores que mais influenciam a percepção das populações irá contribuir para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes no modo de comunicação do risco às populações e, assim, contribuir de forma significativa para a redução do risco. É neste contexto que entendemos prioritário o conhecimento e a compreensão das características das comunidades locais, quer ao nível das características individuais, quer do contexto socioeconómico.

De um modo geral, indivíduos com nível de qualificação mais elevados tendem a desenvolver níveis de percepção mais acurados face aos riscos, adotando geralmente comportamentos preventivos, e em situação de riscos, mais eficazes. Assim, a educação, e a escola, em particular, parecem desempenhar um papel muito importante na redução do risco. A campanha mundial *Disaster Risk Reduction begins at school*, prosseguida em 2006 e 2007 pela Estratégia Internacional para a Redução de Catástrofes (ISDR, 2007), em resultado da Conferência Mundial sobre a Redução de Riscos de Catástrofes, que teve lugar no Japão, em 2005, procurou sensibilizar e mobilizar os governos para que a temática redução dos riscos de catástrofe fizesse parte dos currículos escolares nas escolas básicas e secundárias com o objetivo de concretização da educação para o risco, no quadro da Educação para a Cidadania, tanto na sua dimensão transversal, como no desenvolvimento de projetos e iniciativas que contribuam para a formação pessoal e social dos alunos e, ainda, na oferta de componentes curriculares complementares nos ciclos do ensino básico. O conhecimento da percepção por parte dos estudantes pode contribuir de forma muito significativa para a melhoria da eficácia da educação como fator de redução do risco.

A vulnerabilidade assume um papel de crescente importância na diminuição do risco, na sua total amplitude, envolvendo a exposição, isto é, os elementos presentes em áreas de risco, as pessoas e os seus bens e haveres, e que, por esse motivo, ficam sujeitos a eventuais perdas; a sensibilidade, o nível e a extensão dos danos que os elementos expostos podem sofrer, os quais estão associados às características intrínsecas dos elementos expostos, bem como ao seu grau de proteção; e a capacidade, tanto de antecipação como de resposta em situação de

crise. A vulnerabilidade dependerá, em larga medida, da forma como se encarem e reduzam essas possíveis vulnerabilidades, ou seja, da forma como o território se organizará, designadamente em termos de estruturação e planeamento, bem como na redução da pobreza, na implementação de estratégias de comunicação do risco e de planos que a contrariem e, ainda, na forma como a população percebe o risco. Independente das diferentes ações a implementar para gestão dos riscos, elas só terão sucesso se contarem com a participação voluntária da população. Dito de outra forma, as vulnerabilidades dependem fundamentalmente da capacidade organizativa do grupo, da facilidade de acesso ao conhecimento e à informação, das infraestruturas existentes e da capacidade financeira, que, no conjunto, refletem as características sociodemográficas e o estado civilizacional da população residente nas áreas que possam ser afetadas pelas manifestações do risco.

O livro *“As paisagens dos riscos sociais, educar para diminuir a vulnerabilidade”*, divide-se em duas partes, a primeira agrega um conjunto de trabalhos que, de forma inequívoca, enfatiza o papel da educação como elemento fundamental na gestão do risco. Na segunda, reforça a importância da vulnerabilidade na redução do risco, porventura um dos elementos mais difíceis e complexos de analisar. Não obstante, é ainda assinalada a importância do conhecimento dos danos potenciais, traduzido, não só pelo valor económico das perdas materiais, ambientais ou funcionais que determinada manifestação de risco poderá ocasionar, como pelo número de vítimas (fatais, físicas e, um segundo conjunto, os desalojados, desabrigados e desaparecidos), e finalmente, psicológicas. De facto, os aspetos psicológicos e sociais, que tantas vezes não são tidos em consideração nestas circunstâncias, são frequentemente, dos que deixam marcas mais profundas e duradouras neste tipo de vítimas.

Trata-se de uma obra que é um contributo importante para académicos e técnicos que pretendem estudar, desenvolver e aplicar o conhecimento acerca destas temáticas, assim como para o reforço e consolidação das estratégias e políticas na redução dos riscos focada na redução da vulnerabilidade.

Coimbra, novembro de 2022

Bruno Martins

PAISAGEM, CONFLITOS E
IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS
NA GESTÃO DE RISCOS

**ÁLGEBRA DE MAPAS E A MODELAGEM
CARTOGRÁFICA DAS ESTRUTURAS VERTICAIS E
HORIZONTAIS DA VULNERABILIDADE SOCIAL E
AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE ATIBAIA/SP/BRASIL
MAP ALGEBRA AND CARTOGRAPHIC MODELLING OF
SOCIALY AND ENVIRONMENTALLY VULNERABLE
VERTICAL AND HORIZONTAL STRUCTURES IN THE
MUNICIPALITY OF ATIBAIA/SP/BRAZIL**

Matheus Rizato

Empresa Imagem ESRI: Soluções de Inteligência Geográfica (Brasil)
Grupo de Pesquisa em Geotecnologias e Cartografia Aplicadas à Geografia
ORCID: 0000-0001-8673-1362 mrizato@gmail.com

Andréa Aparecida Zacharias

Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Ourinhos, São Paulo (Brasil)
Grupo de Pesquisa em Geotecnologias e Cartografia Aplicadas à Geografia
ORCID: 0000-0002-9992-7927 andrea.zacharias@unesp.br

Silvia Elena Ventorini

Universidade Federal de São João Del Rei (Brasil)
Grupo de Pesquisa em Geotecnologias e Cartografia Aplicadas à Geografia
ORCID: 0000-0003-3783-3164 sventorini@ufsj.edu.br

Resumo: Este capítulo tem como principal objetivo apresentar a álgebra de mapas e a integração de dados, em ambiente SIG, por meio da modelagem cartográfica ambiental, pelos métodos da Análise Multicritério à Decisão (AMD) e Processo Analítico Hierárquico (AHP), para obter a cartografia de síntese das áreas de Vulnerabilidade Ambiental e Social (VSA), visando o inventário de paisagens urbanas suscetíveis aos riscos hidrológicos (alagamentos, inundação e enxurradas) e hidrogeomorfológicos (escorregamentos e movimentos de massas), no município de Atibaia, Estado de São Paulo, Brasil. E, para isto: a) propõe o Mapa Síntese

Ambiental no reconhecimento das VSA e; b) apresenta a metodologia de Cartografia de Síntese, no detalhamento dos Setores B e E da área de estudo, considerando as dimensões (x,y,x,t), as estruturas verticais (taxonomia) e horizontais (componentes e atributos geográficos) na representação espacial da dinâmica da paisagem frente aos fenômenos modelados. Ao final, pode-se propor mapas sínteses, de reconhecimento e de detalhamentos, para a escala local, cujas legendas descritivas e propositivas subsidiam a gestão do território em áreas de potencial desequilíbrio ambiental e que necessitam de monitoramento frente ao avanço urbano.

Palavras-chave: Cartografia de síntese, AMD-AHP, vulnerabilidade social e ambiental, riscos hidrológicos e hidrogeológicos.

Abstract: The main purpose of this book chapter is to present map algebra and data integration, in a GIS environment, through environmental cartographic modelling, using the methods of multicriteria decision analysis (AMD) and hierarchical analytical process (AHP), to obtain the synthesis mapping of the environmental and social vulnerability areas (VSAs). The aim is to inventory urban landscapes susceptible to hydrological risks (floods, inundation, and flash floods) and hydrogeomorphological risks (landslides and mass movements), in the municipality of Atibaia, state of São Paulo, Brazil. And, for this it (a) proposes the Environmental Synthesis Map in the recognition of the VSAs, and (b) presents a methodological proposal for the Synthesis Mapping, in the detailing of Sectors B and E of the study area, considering the dimensions (x,y,x,t) the vertical structures (taxonomy) and horizontal structures (components and geographic attributes) in the spatial representation of the landscape dynamics in relation to the modelled phenomena. At the end, it is possible to propose synthesis, recognition, and detailing maps, for the local scale, whose descriptive and propositional captions subsidize the management of the territory in areas of potential environmental imbalance and that need monitoring in the face of urban advance.

Keywords: Synthesis mapping, AMD-AHP, social and environmental vulnerability, hydrological and hydrogeological risks.

Introdução

Pesquisas que abordam a temática das vulnerabilidades social e ambiental em seus diversos sistemas, no Brasil, têm se tornado cada vez mais relevantes nas últimas décadas, uma vez que traduzem a necessidade de “[...] *buscar o entendimento dos fatores que apontem as potencialidades e fragilidades das vulnerabilidades da sociedade e dos sistemas que a integram, além de abordar a capacidade de resiliência desta população, bem como as potenciais medidas que o poder público deve tomar para mitigar estes danos*” (Rizato, 2021, p. 1).

Neste contexto, as “[...] *chamadas ciências cindinicas, como é definido o campo de conhecimento centrado no estudo dos riscos e desastres, se consolidaram principalmente no contexto do pós-guerra, durante o último quartel do século XX*” (Lourenço, 2004 p. 7).

Desde então, ganha destaque a metodologia desenvolvida por Cutter (1996) em seus estudos realizados nos Estados Unidos da América (E.U.A.), trazendo um certo pioneirismo na interpretação do conceito de vulnerabilidade, na medida em que busca uma perspectiva racional e experimental para definir, descrever, explicar e prever os danos causados por eventos que podem causar prejuízos a um indivíduo, comunidade, estrutura ou objeto, além de identificar seus pontos frágeis. E, para isso, classifica o conceito de vulnerabilidade em três grandes grupos e concepções: 1) a vulnerabilidade como uma condição preexistente; 2) a vulnerabilidade como reação atenuada; e 3) a vulnerabilidade como a perigosidade dos lugares.

A partir dessas premissas, sobretudo a terceira, os estudos de Cutter (1996) apontaram para a importância da compreensão geográfica nos estudos do risco dos lugares, entendendo que as relações sistêmicas, entre sociedade X natureza, são indissociáveis para o entendimento dos diferentes ambientes que compõe a paisagem.

Tanto que, em 2003, os autores Cutter et al. (2003) apresentam a Análise Fatorial Exploratória (AFE) como uma técnica matemático-estatística que possibilita a inclusão de diversas variáveis para a mensuração dos dados e os aspectos gerais da vulnerabilidade, tendo como base duas principais “forças” que interferem diretamente na vulnerabilidade dos lugares: a) a *Criticidade* (C), que leva em conta as características e os comportamentos das pessoas na contribuição para a

ruptura do sistema e; b) a *Capacidade de Suporte* (CS), que trata das características e comportamentos que permitem à comunidade reagir em casos de desastre.

Assim, em continuidade aos estudos propostos por Cutter (1996, 2003), vários trabalhos científicos foram aprimorados, onde a fig. 1 apresentada por Rizato *et al.* (2022) sistematiza uma linha do tempo com as principais pesquisas realizadas pelas abordagens das diferentes escolas, que ao utilizarem a AFE para o estudo das vulnerabilidades sociais e ambientais, comprovam o seu potencial quando no uso dessa temática em específico, sem descartar as adaptações metodológicas.

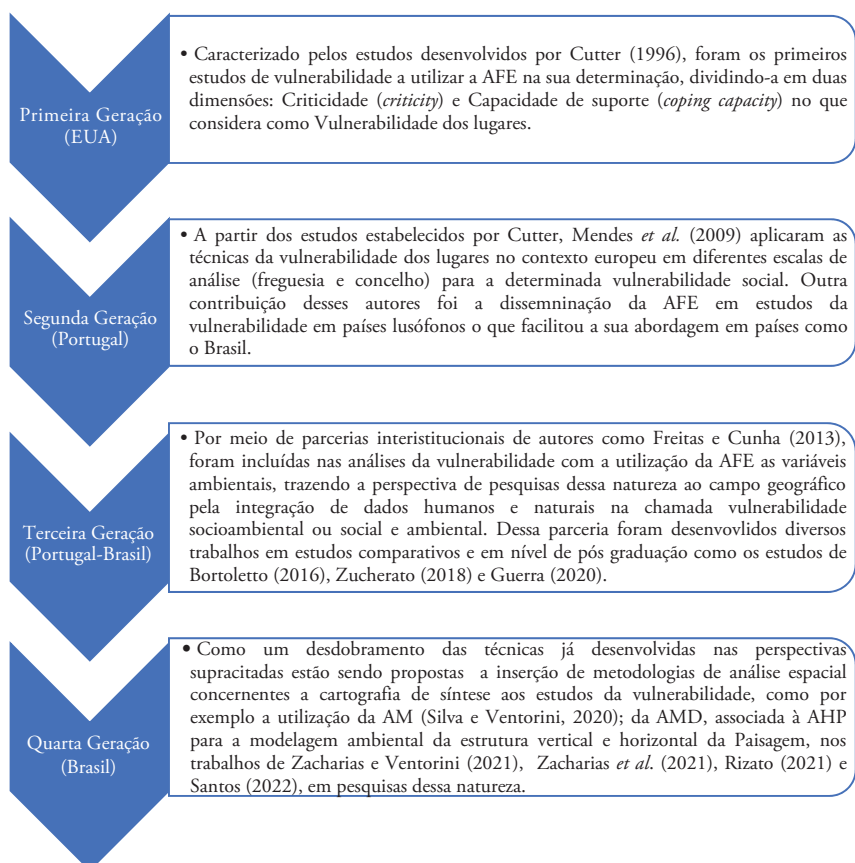


Fig. 1 - As Escolas influenciadoras da AFE para o estudo das vulnerabilidades sociais e ambientais (Fonte: Rizato *et al.*, 2022).

Fig. 1 - The Schools that influenced the AFE for the study of social and environmental vulnerabilities (Source: Rizato *et al.*, 2022).

Diante dos avanços teóricos com as escolas supracitadas, é possível perceber que, a partir de 2021, há uma consolidação metodológica brasileira de uso e aplicação da AFE, em conjunto com a técnica da AHP, em estudos da vulnerabilidade, a partir de pesquisas de mestrados e doutorados realizadas pelos integrantes do Grupo de Pesquisa em Geotecnologias e Cartografia aplicadas à Geografia (GEOCART/CNPq/Brasil), com o objetivo de identificar, avaliar e analisar as vulnerabilidades sociais e ambientais em alguns municípios brasileiros, frente aos riscos de desastres naturais por eventos hidrológicos (alagamentos, inundações e enxurradas) e hidrogeomorfológicos (deslizamentos e movimentos de massa). E, para isso, utilizam a modelagem cartográfica ambiental de dados do meio físico e socioeconômico, considerando os cinco momentos, indissociáveis entre si, apresentados por Rizato *et al.* (2022):

1. Primeiro, aplica-se o índice de Análise Fatorial Exploratória (AFE), tomando como base a proposta Luso-Brasileira apresentada por Freitas; Cunha (2013); Bortoletto (2016); Zucherato (2018) e Guerra (2020), visando à Análise de Componentes Principais (ACP)¹ através do cruzamento dos *scores* de cada setor censitário ponderados pelo peso explicativo de cada um dos fatores para obter o mapa final síntese de criticidade (C) e o mapa síntese intermediário de capacidade de suporte (CS);
2. Segundo, aplica-se uma modelagem ambiental (álgebra de mapa) no mapa síntese intermediário de CS para a obtenção do mapa final de capacidade de suporte (CS), conforme proposta adaptação divulgada por Rizato (2021); Rizato *et al.* (2022), a partir do/da:
 - a) *Tratamento estatístico*, extraído da matriz de correlação resultante de análise estatística do conjunto de variáveis de interesse;
 - b) *Classificação pela média menos o desvio padrão*, que mostra quanto o valor de atributo da feição varia a partir da média ajudando a enfatizar valores acima e abaixo da média e, por último;

¹ Os componentes principais são um conjunto de variáveis, organizadas segundo as categorias: demografia, habitação, educação, infraestrutura, idade, renda, etnia, e investimento ambiental. Assim, torna-se uma etapa fundamental para a tomada de decisões por apresentar os principais fatores extraídos da matriz de correlação resultante de análise estatística de um conjunto de variáveis de interesse.

- c) *Técnica de densidade de Kernel*, pelo método de transformação das informações vetoriais em informações matriciais;
3. Terceiro, aplica-se o agrupamento (método natural *break de jenks* do SIG), a reclassificação (5 classes de vulnerabilidade - muito baixa, baixa, média, alta e muito alta) e a elaboração do Mapa da Vulnerabilidade Social Ambiental (VSA);
 4. Quarto, aplica-se uma segunda modelagem cartográfica ambiental aos padrões espaciais do Mapa de VSA, tendo como fundamentação metodológica os princípios da Análise Multicritério à Decisão (AMD), associada à Análise Hierárquica de Processos (AHP), apresentados por Saaty (2005, 2006); Santos, Venterini (2017); Hoang, Tran e Nguyen (2020); Ogato *et al.* (2020), Zacharias *et al.* (2021), Santos (2022) e Rizato (2022), dentre outros, que utilizam a ADM e AHP, em ambientes de SIG, para elaboração de Cartografia de Síntese de áreas propícias a desastres naturais por eventos hidrológicos (inundações, alagamentos e enchentes) e hidrogeológicos (deslizamentos de massa);
 5. Quinto, a partir do Mapa Síntese do Mapa de VSA gerado pela álgebra de mapas e a inferência espacial da técnica AMD-AHP, aplica-se as considerações da proposta metodológica de Cartografia de Síntese apresentada por Zacharias e Venterini (2021, p.143), que qualificam a “adequada legibilidade da representação das informações espaciais em estudos que envolvem paisagem x planejamento x riscos/impactos” pelas dimensões gráficas no plano (x, y, z, t), associadas à representação das suas diferentes estruturas e/ou leituras: a estrutura vertical (escalas taxonômicas do fenômeno geográfico) e a estrutura horizontal (diferentes componentes e elementos geográficos que modificam o ambiente na paisagem).

Com a evolução aos estudos do risco e da vulnerabilidade aplicados no contexto brasileiro fica perceptível um aprimoramento metodológico, nas propostas iniciais colocadas por Cutter (1996) e por Mendes *et al.* (2009), na tentativa de expandir as formas de análise da vulnerabilidade, associando com outras técnicas matemático-estatísticas e espaciais para obter a determinação da vulnerabilidade e seus riscos (Rizato *et al.*, 2022).

Com este desafio, os pesquisadores do GEOCART/CNPq/Brasil seguem em buscas de metodologias que possam modelar os elementos e fenômenos socioambientais, para o melhor entendimento da dinâmica dos diferentes ambientes inseridos na paisagem, de forma que possibilitem o diagnóstico e o inventário

de áreas suscetíveis aos riscos socioambientais, na escala local. E, para o bom conhecimento dessa relação sistêmica na paisagem e dos riscos a ela associada, pelo olhar da Geografia, tem, como seu principal modo de reconhecimento espacial, a cartografia e seus métodos e técnicas de representação espacial que traduzem pela espacialização o comportamento dessa interação.

Pensando nisso, a busca da representação espacial na escala local, que Zacharias e Ventorini (2021) apresentam uma proposta metodológica inédita, das publicadas no meio científico, voltada à sistematização de uma Cartografia de Síntese que represente o ambiente e o comportamento dinâmico da paisagem, a partir do agrupamento das informações, obedecendo às diferentes estruturas da paisagem (vertical e horizontal), em um mesmo documento gráfico, para que a representação cartográfica síntese do ambiente forneça as informações mais próximas dos diferentes elementos que é visto e observado na realidade.

Consideram-se, nesse sentido, a perspectiva de propor novos rumos quanto à (re)estruturação dos cenários gráficos sínteses utilizados tanto pela Geografia Física, quanto pelas demais Geociências, apresentando a possibilidade de incluir na legenda explicativa e propositiva do mapa síntese, informações que contemplem a leitura vertical da paisagem (representada pelas das escalas taxômicas, onde ocorre a ordenação da maior para a menor intensidade do fenômeno representado) e a leitura horizontal da paisagem (representadas pelas variações da intensidade do fenômeno representado, pelas interações e dinâmicas influenciadas pelos componentes e atributos geográficos que se inserem no ambiente zonal da paisagem representada), (Zacharias e Ventorini, 2021; Zacharias, 2023).

E, para isto, as autoras *op. cit* (p. 141-142) propõem que a Cartografia de Síntese, “[...] seja transcrita de maneira sistematizada e ordenada visualmente segundo os diferentes níveis de leitura, compostos por suas estruturas verticais e horizontais, representados no plano bidimensional do espaço geográfico segundo as dimensões do real (x, y, z, t)” (fig. 2) onde, para Zacharias e Ventorini (2021, p. 142-143), a(o):

“a) *Estrutura Vertical: deve indicar as unidades espaciais elementares de análise agrupadas pela ordenação da informação espacial do ambiente que compõe a paisagem. Logo, sua hierarquia pode variar pela intensidade do fenômeno geográfico modelado, desde (5) muito alto, (4) alto, (3) médio, (2) baixo ou*

- (1) muito baixo, dependendo da quantidade de classes atribuídas para valorizar verticalmente e gradativamente as diferentes escalas taxonômicas (do maior para o menor) na/da paisagem;
- b) *Estrutura Horizontal*: indica os respectivos atributos ou variáveis que diferenciam as características e os elementos dos componentes geográficos do ambiente na paisagem. Ela surge com a reclassificação da estrutura vertical em classes intermediárias reagrupadas que mostram as diferenças observadas na horizontalidade dos ambientes (ambiental, social e natural) da paisagem. Isso quer dizer que em qualquer escala taxonômica (muito alta a muito baixa) existem diferentes características, muitas vezes individualizadas, frente ao tipo de uso e cobertura da terra e ao uso e ocupação do solo no sistema ambiental em detrimento das potencialidades e fragilidades ambientais característicos dessa paisagem;
- c) *Dimensão (x,y)* é a própria representação bidimensional do mapa. Aplicada ao mapeamento ambiental, por exemplo, a representação bidimensional restringe-se à transcodificação da paisagem visível do mundo real para a visão horizontal gráfica do mapa, onde as duas dimensões do plano (x e y) ganham destaque pelo componente locacional que exercem quanto à posição longitudinal (x) e latitudinal (y);
- d) *Dimensão (z)* é a informação gráfica do mapa, ou seja, a mancha visual no plano que observado pelos signos representados no cenário gráfico são explorados – gráfica e visualmente –utilizando a propriedade perceptiva ordenada e, considerando o modo de implantação zonal (área) mensuradas pela variável visual cor (cores gradativas);
- e) *Dimensão (t)* são as mudanças espaciais que tanto as estruturas verticais, quanto as horizontais, sofreram no ambiente da paisagem ao longo do tempo, dos quais são visíveis no presente”. Nessa lógica, convém lembrar que:

“[...] tempo e espaço, discutidos pela cartografia dinâmica, são dois aspectos fundamentais da existência humana. Tudo à nossa volta está em permanente mudança. O que podemos apreciar à nossa frente no presente é a atualidade em sua dimensão temporal- espacial. Não podemos negligenciar que por trás dessa realidade há uma dinâmica social que produz e reproduz o espaço geográfico, do qual somos parte integrante. Este se relaciona com a História da humanidade [...]. Tradicionalmente, as variações no tempo

exploradas pelos mapas ambientais sínteses reportam-se predominantemente às transformações espaciais havidas (parte do uso A da primeira data cede lugar a um novo uso B, na segunda data, sem incluir o fator que motivou tal mudança). Estes mapas são chamados de diacrônicos; referem-se à evolução do uso e revestimento do uso, no qual denominamos como mapa de uso e cobertura da terra ou mapa de uso e ocupação do solo, dependendo da dinâmica em que avaliamos” (Martinelli, 2005, p. 72-75 – grifo nosso).

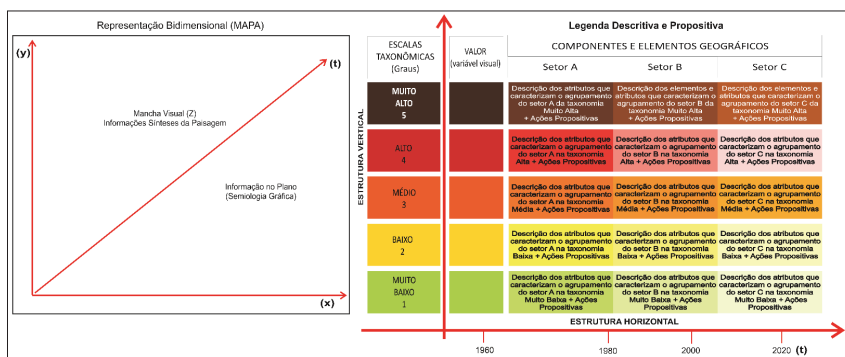


Fig. 2 - Proposta Metodológica – Cenário Gráfico e Visual da Cartografia de Síntese de acordo com as Estruturas Verticais e Horizontais do Ambiente na Paisagem (Fonte: Zacharias e Ventorini, 2021, p. 142).

Fig. 2 - Methodological Proposal - Graphic and Visual Scenario of the Synthesis Mapping according to the Vertical and Horizontal Structures of the Environment in the Landscape (Source: Zacharias and Ventorini, 2021, p. 142).

Posto o cenário gráfico, as autoras op. cit., ainda destacam:

“[...] a necessária remodelagem da dimensão (taxonômica) e da constituição (componentes geográficos) no formato da legenda descritiva e propositiva para um cenário gráfico correto, do que seria uma Cartografia de Síntese, que é fruto da integração dos dados observados a partir do comportamento da dinâmica da paisagem [...] Na atualidade, ao contrário da proposta metodológica apresentada, o que mais se observa é a elaboração de uma Cartografia de Síntese integradora apenas composta no cenário gráfico pela estrutura vertical da paisagem e com uma legenda

que não é descrita e propositiva. As informações da estrutura horizontal, habitualmente, ficam no texto do trabalho acadêmico. No entanto, a Cartografia de Síntese se configura, antes de tudo, como um cenário gráfico e visual da realidade estudada, a qual é suscetível de ordenamentos, classificações e categorizações de áreas supostamente homogêneas, propiciando, assim, condições para as etapas futuras relacionadas ao diagnóstico, monitoramento e prognóstico de medidas mitigadoras do cenário ambiental enfocado. Esses fatores se tornam indispensáveis para a realização de trabalhos que norteiam propostas voltadas ao planejamento ambiental” (Zacharias e Ventorini, 2021, p. 143).

Desde então, resultados sobre a importância desta Síntese, no entendimento da dinâmica e no estado ambiental da paisagem, podem ser aferidos nos trabalhos, recentemente, publicados por:

- a) Zacharias *et al.* (2021), que tendo como fundamentação teórico-metodológica a AMD e AHP, aplica a proposta metodológica para a Cartografia de Síntese, considerando as dimensões (x,y,z,t), as estruturas verticais (escalas taxonômicas) e as estruturas horizontais (componentes e atributos geográficos) para a representação espacial da dinâmica da paisagem urbana, assim como a espacialização das áreas com suscetibilidades às inundações a partir de dois cenários gráficos (anos de 1989 e 2020), adotando como recorte espacial o Setor Censitário Colônia do Marçal, localizado no município de São João del-Rei, estado de Minas Gerais, Brasil;
- b) Santos (2022), que apresenta a representação cartográfica da suscetibilidade às inundações e alagamentos com base no reconhecimento (a partir da identificação de 8 Zonas de Suscetibilidades aos fenômenos) e no detalhamento, baseadas nas leituras horizontal e vertical, das interações sistêmicas no ambiente na Zona de Suscetibilidade (ZS1), de modo que os resultados contribuíssem para sistematizar propostas metodológicas fundamentadas nos pressupostos da Cartografia Ambiental de Síntese, adotando como recorte espacial a Bacia do Ribeirão Vermelho, localizado no município de Lavras, estado de Minas Gerais, Brasil e;

c) Rizato (2022), cuja pesquisa se apresenta como pioneira por reunir as 5 (cinco) etapas da metodologia da escola brasileira, que envolvem complexas análises que traduzem modelagens cartográficas ambientais e matemático-estatísticas, tendo como base os princípios da AFE, ACP, AMD e AHP, além das estruturas verticais e horizontais na síntese dos dados. Assim em sua investigação identificou, avaliou e analisou as vulnerabilidades sociais e ambientais no município de Atibaia, estado de São Paulo, Brasil, frente às suas suscetibilidades aos riscos de desastres naturais por eventos hidrológicos (alagamentos, enchentes, enxurradas, inundações) e hidrogeológicos (deslizamentos e/ou movimentos de massa), por meio de modelagem de dados do meio físico e socioeconômico, pelos métodos supracitados para a elaboração dos Mapas Sínteses.

Face ao exposto, este capítulo de livro tem como objetivos: a) apresentar a álgebra de mapas e a integração de dados, em ambiente SIG, por meio da modelagem cartográfica ambiental, pelos métodos da Análise Multicritério à Decisão (AMD) e Processo Analítico Hierárquico (AHP), para obter a Cartografia de Síntese das áreas de Vulnerabilidade Ambiental e Social (VSA), visando o inventário de paisagens urbanas suscetíveis aos riscos hidrológicos (alagamentos, inundações e enxurradas) e hidrogeológicos (escorregamentos e movimentos de massas); b) espacializar, através do Mapa Síntese Ambiental, o reconhecimento das áreas de Vulnerabilidades Sociais e Ambientais (VSA), com maior e menor, suscetibilidades aos riscos hidrológicos e hidrogeológicos na paisagem da área de estudo; c) apresentar a proposta metodológica de cenário gráfico para obter a Cartografia de Síntese, identificando os diferentes estados ambientais, no reconhecimento dos Setores B e E da área de estudo, considerando por um lado as dimensões (x,y,x,t) e, por outro, as estruturas verticais (escalas taxonômicas) e horizontais (componentes e atributos geográficos) da paisagem urbana e; d) propor mapas sínteses, de reconhecimento e de detalhamento, na escala local, como forma de auxiliar as políticas públicas municipais com inventários e diagnósticos, cujas legendas descritivas e propositivas possam subsidiar o ordenamento territorial em áreas de potencial desequilíbrio ambiental e que necessitam de monitoramento frente ao avanço urbano.

Escala geográfica e espacial: a área de estudo

O município de Atibaia/SP-Brasil (fig. 3) está localizado na parte sudeste do Estado de São Paulo, entre as latitudes 23°00' e 23°15' S e longitudes 46°25' e 46°45' W. Com uma área total aproximada de 479 km² (IBGE, 2017), o município possui altitude média em torno de 800 metros e faz limite a Norte com Bragança Paulista, a Sul com Francisco Morato, Franco da Rocha e Mairiporã, a Leste com Piracaia e Bom Jesus dos Perdões e a Oeste com Jarinu e Campo Limpo Paulista.

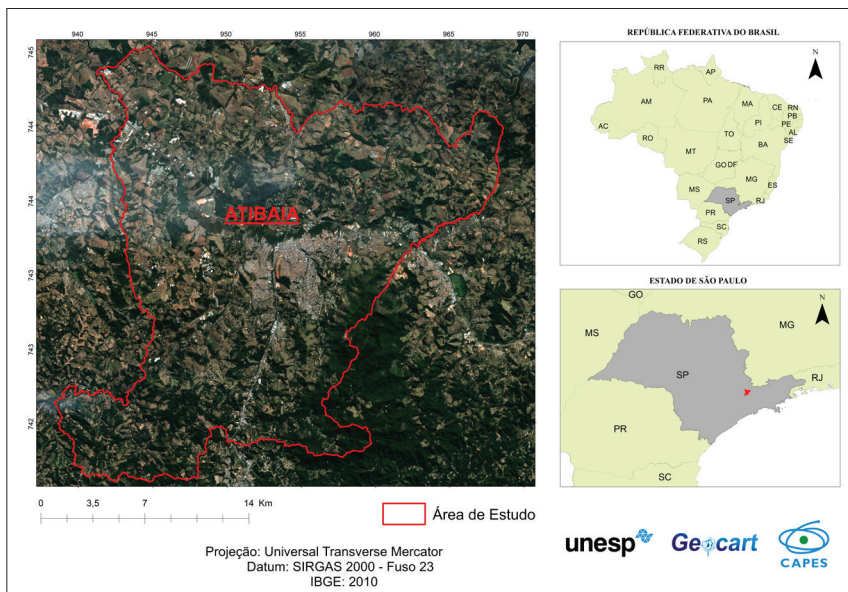


Fig. 3 - Localização da Área de Estudo – Atibaia/SP (Organizado por Rizato, 2021).

Fig. 3 - Location of the Study Area – Atibaia/SP (Organized by Rizato, 2021).

Em relação aos aspectos físicos, Atibaia/SP compõe o Comitê de Bacias Hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ, cuja área é composta basicamente por rochas ígneas e metamórficas datadas do período pré-cambriano (CPRM, 2006). Geomorfologicamente se encontra inserido na Unidade Morfoestrutural do Planalto Atlântico e Serra da Mantiqueira. Climatologicamente, possui um clima temperado brando, influenciado por massas equatoriais e tropicais, com média anual

de temperatura de 19,7 °C e, com um total anual médio de precipitação em torno de 1.509,5 mm. A vegetação do município pertence aos domínios da Mata Atlântica, da área da formação da Floresta Ombrófila Densa, com ecótipos pertencentes à formação Montana, conforme dados do Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo (SIFESP, 2015). E, pelas influências de suas características geomorfológicas e climatológicas, pedologicamente predominam os tipos de solos *Latossolos*, os *Argissolos* e os *Cambissolos* (Oliveira *et al.*, 1999).

De acordo com Campos e Carneiro (2015), o município apresentou um forte crescimento populacional a partir da década de 1960. Essa aceleração se deu em função do início do Plano Diretor da Estância de Atibaia (2007-2016) e a transformação do perfil do município com empreendimentos voltados para o mercado metropolitano das Regiões Metropolitanas de São Paulo e da Baixada Santista, onde segundo dados do Censo do IBGE (2010), a população total era de 126.603 habitantes, a densidade demográfica era de 264,57 hab/km² e a taxa de urbanização era de 91 %.

Todavia, o grande problema do município, segundo Silva (2000), é que seu crescimento populacional não foi acompanhado pela capacidade de ordenamento urbano. Tal fato acarretou conflitos entre os componentes naturais e sociais existentes ocasionando, conseqüentemente, sérios problemas de ordem social e ambiental, os quais necessitam de melhores estudos, para viabilizar propostas voltadas às políticas públicas. Dentre estes problemas, Campos e Carneiro (2015) destacam a ocorrência das enchentes, fenômeno observado nos anos de 2009 e 2010; conforme a análise dos dados de órgãos públicos, as possíveis causas são: falta de manutenção da calha do rio Atibaia; não abertura das comportas da represa situada no bairro da Usina; ocupação irregular das áreas de várzea do rio; intensas chuvas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro dos anos citados, entre outras.

Ainda segundo os referidos autores, as enchentes ocorridas no município são processos naturais em áreas próximas a corpos de água, mas podem se tornar catastróficos quando nessas localidades, concentrem habitações irregulares principalmente em áreas de várzea.

De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2012), os problemas de inundações constatados em Atibaia, ocorrem devido a duas situações geoambientais distintas: a) as inundações associadas à ampla planície aluvionar do rio Atibaia e; b) as inundações e enxurradas decorrentes dos transbordamentos a que

estão sujeitos os córregos afluentes do Atibaia, os quais nascem em terrenos montanhosos e atravessam a parte mais urbanizada da cidade. Essas situações devem ser analisadas e consideradas nas ações de planejamento.

Assim, são necessários estudos que caracterizem os riscos hidrológicos e hidrogeomorfológicos para a implementação de medidas que mitiguem seus efeitos negativos.

Os caminhos metodológicos na modelagem cartográfica ambiental da vulnerabilidade social e ambiental

Tendo como base os cinco momentos da metodologia divulgada pelo GEOCART/CNPq/Brasil e a escola brasileira, a modelagem cartográfica ambiental da vulnerabilidade social e ambiental, e seus padrões espaciais, teve como fundamentação teórico-metodológica: a) a aplicação de álgebra de mapas, em ambiente SIG, por meio da Análise Multicritério à Decisão (AMD); b) a integração de dados pelo Processo Analítico Hierárquico (AHP), para obter a Cartografia de Síntese pelo método quantitativo, considerando os caminhos metodológicos apresentados por Saaty (2005, 2006), mais as adaptações recentemente publicadas no meio científico por Hoang; Tran; Nguyen, (2020); Ogato *et al.*, (2020), Zacharias *et al.* (2021); Rizato *et al.* (2022) e Santos (2022); c) utilização da proposta metodológica da Cartografia de Síntese apresentada por Zacharias; Ventorini (2021), onde por meio das dimensões gráficas no plano (x, y, z, t), associam diferentes estruturas para a representação espacial da dinâmica que compõe os diferentes ambientes na/da paisagem: a estrutura vertical (escalas taxonômicas do fenômeno geográfico) e a estrutura horizontal (diferentes componentes e elementos geográficos que modificam o ambiente na paisagem).

Mapas Temáticos

Os mapas temáticos (analíticos) foram elaborados a partir de diversos dados relacionados a infra-estrutura territorial da área de estudo. Na metodologia, os cenários gráficos (mapas) tornam-se fundamentais para o reconhecimento do município, com foco específico nas problemáticas sociais e ambientais, onde posteriormente tornam-se os principais

indicadores ambientais, durante a aplicação de álgebras de mapa (pesos x influências), com a perspectiva da modelagem dos fenômenos inseridos no ambiente da paisagem.

Nesta perspectiva, os cenários gráficos, no plano bidimensional (X,Y), foram compostos pelos mapas (escala 1:10.000): a) de Uso e Cobertura da Terra (UCT); b) Hipsométrico; c) Hidrografia; d) Declividade; e) áreas de preservação ambiental; f) áreas de ocorrência de desastres hidrológicos e hidrogeológicos; g) além de diversos mapas urbanos contendo a quantidade de equipamentos e infraestruturas presentes no município como hospitais, bases policiais, escolas, iluminação pública e outras informações. Os mapas temáticos foram elaborados a partir da fotointerpretação de fotografias aéreas², as técnicas de Geoprocessamento e do Sistema de Informação Geográfica - SIG *ArcGIS*³, utilizando o sistema de projeção cartográfica UTM, Zona 23 e *Datum SIRGAS 2000*.

Para a elaboração da Cartografia de Síntese intermediária - Mapa de Vulnerabilidade Social e Ambiental (VSA) -, utilizou-se os três primeiros momentos da metodologia brasileira, tendo como base os caminhos metodológicos adaptados por Rizato (2021) e apresentados em Rizato *et al.* (2022) e Rizato (2022).

Álgebra de mapas por Análise Multicritério à Decisão (AMD) e integração dos dados pelo Processo Analítico Hierárquico – (AHP)

A partir do Mapa Síntese intermediário de VSA, iniciou-se a aplicação de álgebra de mapas, em ambiente SIG, por meio AMD e; a integração de dados pela AHP, para obter uma nova Cartografia de Síntese da VSA do município, tendo como base os pesos hierárquicos atribuídos conforme o grau de influência no fenômeno modelado.

² As fotografias aéreas foram cedidas pelo município de Atibaia/SP, adquiridas empresa Aeromapa S/A (ano de 2012), na escala de 1:2000. Seu mosaico, composto com todas as fotografias aéreas, foi obtido através da ferramenta mosaic to new raster encontrado no software ArcGis. Esta ferramenta constitui-se um processamento em geoprocessamento que produz a união de vários conjuntos de dados em formato de raster em um único.

³ O programa ARCGIS Versão 10. 7 utilizado neste estudo utiliza a Licença institucional da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp/Reitoria, cedido ao Grupo de Pesquisa em Geotecnologias e Cartografia Aplicadas à Geografia – GEOCART/CNPq.

A) 1ª etapa: Critérios e Mensuração das Matrizes de Consistências dos Julgamentos

A primeira etapa da aplicação da AHP (QUADRO I) consistiu na estruturação dos critérios hierarquizados, a partir de uma matriz de comparação pareada 4x4. Esses critérios correspondem à quantidade de variáveis selecionadas e organizadas na mesma ordem de disposição sob forma de linhas (i) e colunas (j), cuja leitura obedece a este sentido e tem como parâmetro a classificação da AHP com valores de importância de 1 a 9 (Saaty, 2005, 2006; Wolff, 2008; Gigović *et al.*, 2009; Vargas, 2010; Ribeiro e Alves, 2016; Materano e Brito, 2020; Zacharias *et al.*, 2021, Santos, 2022).

QUADRO I - Classificação da AHP.
CHART I - *AHP classification.*

Análise Hierárquica de Processos (AHP)	
Pesos	Definição
1	Importância igual: Os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada: Um fator é ligeiramente mais importante que o outro.
5	Importância essencial: Um fator é claramente mais importante que o outro.
7	Importância demonstrada: Um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática.
9	Importância extrema: A evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível (9).
2,4,6,8	Valores intermediários entre julgamentos: Possibilidade de compromissos adicionais.

Fonte: Adaptado de Saaty, 2006, p. 86 / *Source: Adapted from Saaty, 2006, p. 86.*

No geral, uma matriz de comparação pode ser compreendida pelo número de variáveis (n) em relação aos critérios analisados (C), em que o valor de comparação corresponde a a_{ij} obtido a partir da avaliação de para um determinado objetivo a ser modelado. Na montagem da matriz as relações são recíprocas entre as variáveis, considerando que $a_{ij} = x$, logo, $a_{ji} = 1/x$. Na diagonal da matriz, a comparação entre as mesmas variáveis corresponde ao valor de 1 - importância igual, por ser uma mesma variável (Saaty, 2005, 2006; Vargas, 2010; Ribeiro e Alves, 2016; Materano e Brito, 2020). A TABELA I exemplifica uma matriz de comparação.

TABELA I - Matriz de Julgamento.

TABLE I - Judgment Matrix.

C	n₁	n₂	...	n_n
n ₁	1	a ₁₂	...	a _{1n}
n ₂	1/ a ₂₁	1	...	a _{2n}
...	
n _n	1/a _{n1}	1/a _{n2}		1

Fonte: Zacharias *et al.*, 2021, adaptado de Ribeiro e Alves, 2016.
 Source: Zacharias *et al.*, 2021, adapted from Ribeiro and Alves, 2016.

Na sequência, iniciou-se a avaliação corresponde à somatória dos valores obtidos pela comparação pareada, inicialmente pela soma dos julgamentos das variáveis n_j (Σn_j) e, posteriormente com o resultado obtido das variáveis julgadas, realizou-se o processo de normalização da matriz (**V_i**), feita a partir dos valores de cada linha em razão da somatória de cada coluna como apresenta a equação 1:

$$V_i = n_i / \Sigma n_j \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

V_i = valor de normalização

n_i = o valor de cada linha

Σn_j = somatório das colunas de cada variável.

A veracidade da matriz normalizada foi verificada a partir do somatório de todas as colunas. Posteriormente, calculou-se o vetor de prioridade em porcentagem (%), por meio do somatório de todas as linhas da matriz, em que o resultado é dado pela média aritmética entre os valores e expressa o percentual relativo das prioridades em relação ao objetivo de estudo. Ressalta-se que, nesta etapa, a somatória dos vetores de prioridade deve ser igual a 1 ou na transformação para porcentagem, igual a 100% (Saaty, 2005, 2006). A equação 2 ilustra esta etapa:

$$V_p = \text{Eq. 1 } a_i / n \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

V_p = corresponde ao vetor de prioridades

Eq. 1 a_i = corresponde ao somatório das linhas normalizadas e

N = corresponde ao número de variáveis.

Ao final, adotou-se os parâmetros estipulados por Saaty (2005) para calcular a consistência dos valores, atribuídos pelos julgamentos entre as variáveis da matriz de comparação gerada, considerando que o valor de tolerância máxima deve ser igual ou menor 10% (0,10) para comprovar sua consistência. Desta forma, calcula-se o maior autovalor da matriz de julgamento (λ_{Max}), somando as linhas da matriz normalizada ($\sum a_{ij}$) pelo número (n) de variáveis julgadas. A partir desses valores, obteve-se o Índice de Consistência (IC), conforme mostra a Equação 3.

$$\text{IC} = (\lambda_{\text{Máx}} - n) / (n - 1) \quad \text{Eq. 3}$$

A Razão de Consistência (RC), Equação 4, foi dada pelo Índice Aleatório (IA), que corresponde aos valores dados à consistência de uma matriz recíproca gerada aleatoriamente em uma escala de 1 a 9, conforme indica a TABELA II (Saaty, 2006). O valor de RC deve ser igual ou menor que 0,10, para que seja estatisticamente validado. Resultados com valores diferentes exigem na matriz de julgamento (equação 4). Para este trabalho, o valor de RC foi de 0,06 confirmando a validade do modelo adotado. A TABELA III ilustra a matriz de julgamento elaborada para a modelagem das áreas vulneráveis do município de Atibaia.

$$\text{RC} = \text{IC}/\text{IA} \quad \text{Eq. 4}$$

TABELA II - Índices aleatórios em matrizes para AHP.

TABLE II - Random indices in matrices for AHP.

Tamanho da matriz	1x1	2x2	3x3	4x4	5x5	6x6	7x7	8x8	9x9	10x10	11x11
Valores aleatórios	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,54

Fonte: Adaptado de Saaty, 2006 / *Source: Adapted from Saaty, 2006.*

B) 2ª etapa: Geração da Modelagem Ambiental (Álgebra de Mapas)

Concluídos todos os procedimentos supracitados, para obter a modelagem cartográfica ambiental dos ambientes com os riscos hidrológicos e hidrogeológicos, aplicou-se a Equação 5 em ambiente SIG, utilizando a ferramenta *Weighted Overlay* do ARCGIS. Importante destacar que as influências e os pesos considerados nos mapas seguem os padrões citados na TABELA IV.

TABELA III - Matriz de Julgamento para a Modelagem das áreas de vulnerabilidade social e ambiental.

TABLE III - Judgment Matrix for Modelling areas of social and environmental vulnerability.

Crítérios	VSA	CPRM	Saúde	UCT	Muralha	Asfalto	DCH	Iluminação	Declividade
VSA	1,00	2,00	6,00	3,00	6,00	6,00	4,00	6,00	3,00
CPRM	0,50	1,00	5,00	3,00	5,00	5,00	5,00	6,00	4,00
Saúde	0,17	0,20	1,00	0,20	0,50	0,50	0,50	1,00	0,25
UCT	0,33	0,33	5,00	1,00	6,00	6,00	5,00	6,00	4,00
Muralha	0,17	0,20	2,00	0,17	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25
Asfalto	0,17	0,20	2,00	0,17	1,00	1,00	0,50	0,50	0,25
DCH	0,25	0,20	2,00	0,20	4,00	2,00	1,00	2,00	0,25
Iluminação	0,17	0,17	1,00	0,17	1,00	2,00	0,50	1,00	0,25
Declividade	0,33	0,25	4,00	0,25	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00
Soma	3,08	4,55	28,00	8,15	28,50	27,50	20,75	27,50	13,25

Fonte/*Source*: Rizato (2022)

$$\begin{aligned}
 & (\text{mapa 1} * 27) + (\text{mapa 2} * 23) + (\text{mapa 3} * 3) + (\text{mapa 4} * 19) + (\text{mapa 5} * 4) \\
 & + (\text{mapa 6} * 4) + (\text{mapa 7} * 6) + (\text{mapa 8} * 4) + (\text{mapa 9} * 12) / 100 \quad \text{Eq. 5}
 \end{aligned}$$

Onde:

mapa 1 = Mapa de Vulnerabilidade social e ambiental modelado;

mapa 2 = Mapa de ocorrência de desastres registrados pelo CPRM;

mapa 3 = Mapa de proximidade de hospitais e postos de saúde;

mapa 4 = Mapa de uso, ocupação e cobertura da terra;

mapa 5 = Mapa da área de monitoramento do sistema Muralha;

mapa 6 = Mapa de localização de ruas com asfalto no município;

mapa 7 = Mapa de distância dos corpos Hídricos;

mapa 8 = Mapa de pontos com iluminação pública;

mapa 9 = Mapa de declividade.

IF = corresponde aos pesos (em %) resultantes da matriz de julgamento.

Para Rizato (2022), na integração de dados, este procedimento é fundamental por permitir a análise integrada da VSA aos mapas que caracterizam o meio físico, assim como aos mapas de sínteses das áreas com suscetibilidades aos riscos de desastres hidrológicos e hidrogeológicos no município, contribuindo assim para futuras propostas com medidas mitigadoras que podem auxiliar no (re)ordenamento territorial vinculados ao Plano Diretor Municipal.

TABELA IV – Influências e Pesos para a Integração dos Dados – Álgebra de Mapas.

TABLE IV - Influences and Weights for Data Integration – Map Algebra.

Mapas temáticos	Influência relativa	Reclassificação	Peso	Grau de suscetibilidade
VSA	25%	Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo	5 4 3 2 1	Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo
CPRM Densidade de Kernel	23%	Local Alta Proximidade Média Proximidade Baixa Proximidade Muito Baixa Proximidade	5 4 3 2 1	Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo
Mapa de Equipamentos Urbanos (Hospitais) Densidade de Kernel	3%	Local Alta Proximidade Média Proximidade Baixa Proximidade Muito Baixa Proximidade	5 4 3 2 1	Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo
Uso e cobertura da terra	19%	Malha Urbana Ocupação Urbana Pasto e Solo exposto Vegetação Hidromórfica Vegetação Nativa	5 4 3 2 1	Muito alto Alto Médio Baixo Muito Baixo
Mapa de Equipamentos Urbanos (Muralha) Densidade de Kernel	4%	Local Alta Proximidade Média Proximidade Baixa Proximidade Muito Baixa Proximidade	5 4 3 2 1	Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo
Mapa de Equipamentos Urbanos (Asfalto) Densidade de Kernel	4%	Local Alta Proximidade Média Proximidade Baixa Proximidade Muito Baixa Proximidade	5 4 3 2 1	Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo
Mapa de Hidrografia (Proximidade de corpos d'água) Densidade de Kernel	6%	Local Alta Proximidade Média Proximidade Baixa Proximidade Muito Baixa Proximidade	5 4 3 2 1	Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo
Mapa de Equipamentos Urbanos (iluminação pública) Densidade de Kernel	4%	Local Alta Proximidade Média Proximidade Baixa Proximidade Muito Baixa Proximidade	5 4 3 2 1	Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo
Declividade (%)	12%	33-65 22-32 14-21 7,2-13 0,71	5 4 3 2 1	Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo
Total	100	-	-	

Fonte: Rizato (2022), adaptado pelos autores (2023).

Source: Rizato (2022), adapted by the authors (2023).

Elaboração do cenário gráfico da Cartografia de Síntese e as estruturas verticais e horizontais do ambiente na paisagem urbana

A partir da Síntese gerada pela álgebra de mapas e inferência espacial pelos modelos AMD e AHP, foi organizado o cenário gráfico da Cartografia de Síntese com a perspectiva de inventariar as VSA das paisagens urbanas susceptíveis aos riscos hidrológicos e hidrogeológicos. O inventário da paisagem buscou representar as dimensões (x,y,z,t) e as estruturas (verticais e horizontais) dos ambientes inseridos na paisagem, adotando a proposta metodológica apresentada por Zacharias e Ventrini (2021) e Zacharias *et al.* (2021).

Assim, as Escalas Taxonômicas (estruturas verticais) foram hierarquizadas e segmentadas em 5 classes, sendo: (5) muito alto; (4) alto; (3) média; (2) baixo e (1) muito baixo. Ao passo que os componentes e elementos geográficos (estruturas horizontais) foram reorganizados em subclasses, considerando: a) a criticidade e capacidade de suporte; b) a densidade urbana; c) a declividade e; d) o histórico de ocorrência do fenômeno, por individualizarem as diferentes intensidades de VSA e suas susceptibilidades aos riscos hidrológicos e hidrogeológicos no ambiente da paisagem urbana de Atibaia/SP/Brasil.

Resultados e discussões

Validação da Álgebra de Mapas por AMD e Integração de dados pelo método AHP

Os mapas utilizados para a integração de dados pela inferência espacial dos métodos AMD e AHP, ao receberem o grau de influência (peso) em cada variável do fenômeno, passaram por análise, verificação e validação dos dados, onde puderam ser aferidos a partir do modelo apresentado pela álgebra de mapas.

Através da TABELA V, observa-se a matriz de normalização com os valores de julgamentos e o vetor de prioridade. Também, constata-se que os valores em porcentagem que foram obtidos, em cada mapa, permitiram o autovalor da matriz ($\lambda_{Máx}$), onde foi possível estabelecer o índice e a razão de consistência.

Desta forma, o valor apresentado de RC em 0,066105 se mostrou de acordo com os parâmetros aceitáveis, pela metodologia utilizada, para a validação dos dados no modelo, diante da realidade observada nos diferentes ambientes inseridos na paisagem de Atibaia/SP/Brasil.

TABELA V - Matriz normalizada para o cálculo do vetor de prioridade.

TABLE V - Normalized matrix for calculating the priority vector.

Crítérios	VSA	CPRM	Saúde	UCT	Muralha	Asfalto	DCH	Ilumin.	Decliv.	Vetor Priorid.	Pesos (%)	Auto valor
VSA	0,324	0,440	0,214	0,368	0,211	0,218	0,193	0,218	0,226	0,27	27	10,1467
CPRM	0,162	0,220	0,179	0,368	0,175	0,182	0,241	0,218	0,302	0,23	23	10,7039
Saúde	0,054	0,044	0,036	0,025	0,018	0,018	0,024	0,036	0,019	0,03	3	9,60322
UCT	0,108	0,073	0,179	0,123	0,211	0,218	0,241	0,218	0,302	0,19	19	10,4340
Muralha	0,054	0,044	0,071	0,020	0,035	0,036	0,012	0,036	0,019	0,04	4	9,20331
Asfalto	0,054	0,044	0,071	0,020	0,035	0,036	0,024	0,018	0,019	0,04	4	9,30540
DCH	0,081	0,044	0,071	0,025	0,140	0,073	0,048	0,073	0,019	0,06	6	9,32944
Ilumin.	0,054	0,037	0,036	0,020	0,035	0,073	0,024	0,036	0,019	0,04	4	9,42778
Decliv.	0,108	0,055	0,143	0,031	0,140	0,145	0,193	0,145	0,075	0,12	12	9,74740
Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100	-
λMáx												9,766819
IC												0,095852
RC												0,066105

Fonte: Rizato (2022), adaptado pelos Autores (2023).

Source: Rizato (2022), adapted by the authors (2023).

A partir dessa análise, considerando a interpretação de cada uma das bases, o entendimento sistêmico que as mesmas condicionam, a interação com a espacialidade dos fenômenos ambientais estudados e as recidivas ocorrências na área (Zacharias, *et al.*, 2022), a ordem do grau de importância, a partir da álgebra de mapa, apontada por Rizato (2022), foi:

- a) *Primeiro o Mapa de VSA* (27%), pelos dados já representarem os valores absolutos sobre áreas, acrescidos das vulneráveis do ponto de vista social e ambiental na área de estudo;
- b) *Segundo os dados do CPRM* (23%), por representarem as localidades onde já são, oficialmente, estabelecidas as ocorrências de eventos de origens hidrológica e hidrogeológica;
- c) *Terceiro o Mapa de UCT* (19%), que representam o grau de VSA de acordo com o seu uso e ocupação, sendo que as ocupações em áreas de várzea e intensa

impermeabilização do solo, em momentos de alto volume pluviométrico, podem comprometer o sistema de drenagem, gerando um maior escoamento superficial e aumento do risco às pessoas residentes nessas localidades;

- d) *Quarto o Mapa de Declividade* (12%), onde áreas com relevo mais acentuado apresentam maior grau de vulnerabilidade em relação a áreas mais planas, pois estas regiões estão mais propícias a sofrer com eventos de ordem hidrológica e hidrogeológica;
- e) *Quinto o Mapa de Distância dos Corpos Hídricos (DCH)*, com 6%, o qual indica que as áreas próximas a corpos hídricos podem possuir maior vulnerabilidade por estarem mais propícias a sofrer danos causados pela ação das águas.

E, por último, aparecem os mapas representados pelos equipamentos urbanos mapeados no município, que são fundamentais para o enfrentamento das localidades em caso de eventos de risco. Entre estes mapas observa-se o de proximidade de hospitais e postos de saúde (3%), sistema muralha de monitoramento por câmera (4%), presença de asfalto nas vias (4%) e, iluminação pública (4%).

A integração de todos esses mapas e seus respectivos pesos resultou no Mapa final de Vulnerabilidade Social e Ambiental (fig. 4), elaborado pelos métodos AMD-AHP, que espacializou a justaposição: a) dos mapas intermediários, na medida em que destaca as áreas mais e menos críticas em todo o município e; b) dos diferentes processos que podem ocorrer aos elementos sociais e ambientais, indicando as áreas que podem ser mais ou menos afetadas pelas perigosidades derivadas dos eventos de riscos.

A TABELA VI quantifica a área total de cada classe do Mapa de VSA e a sua representatividade em porcentagem no município, onde se observa uma maior concentração na classe média (39%) de VSA, seguidos pela baixa (30,7%), alta (16%), muito baixa (9,1%) e muito alta (4,8%). E, também, destaca o quantitativo de imóveis distribuídos no Mapa de VSA, em cada classe mapeada pelos métodos AMD e AHP, cuja espacialização concentra maior quantidade de imóveis na classe muito baixa (37%), seguida pela baixa (28,9%), média (25,2%), alta (5,1%) e muito alta (3,9%).

Analisando a fig. 4 e a TABELA VI, de acordo com Rizato (2022), pode-se notar que:

- 1) às áreas como muito alta vulnerabilidade representam o total de 4,8% da extensão total do município e concentra 3,9% dos imóveis, enquanto as áreas classificadas como alta representam o total de 16% e 5,1% dos imóveis.

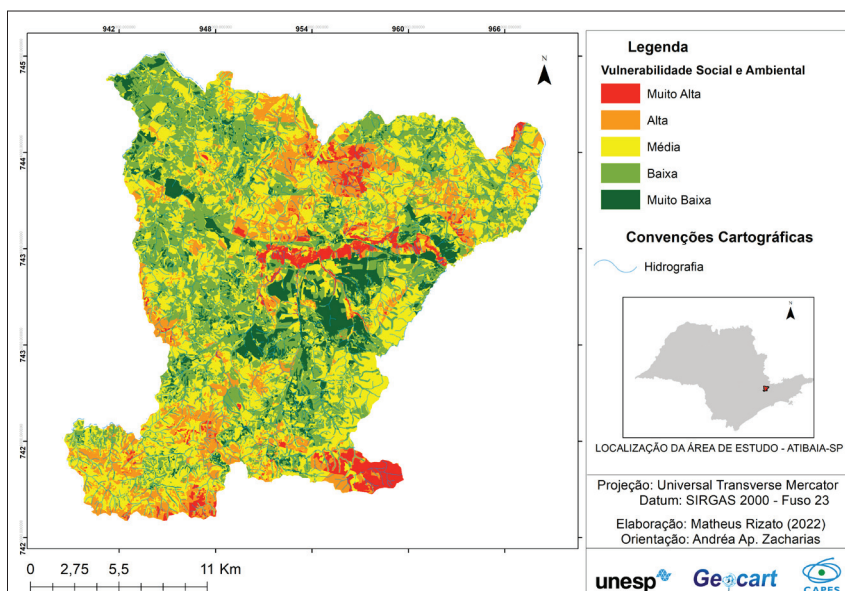


Fig. 4 - Mapa de Vulnerabilidade Social e Ambiental pelo método AMD e AHP
(Fonte: Rizato, 2022).

*Fig. 4 - Social and Environmental Vulnerability Map using the AMD and AHP method
(Source: Rizato, 2022).*

TABELA VI - Distribuição Espacial da Vulnerabilidade Social e Ambiental (AMD e AHP) e Distribuição dos Imóveis por Classes de Vulnerabilidade Social e Ambiental.

TABLE VI - Spatial Distribution of Social and Environmental Vulnerability (AMD and AHP) and Distribution of Properties by Classes of Social and Environmental Vulnerability.

Vulnerabilidade Social e Ambiental	Área em km ²	%	Total de imóveis	%
Muito Baixa	43,4	9,1	38.102,0	37,0
Baixa	145,8	30,7	29.753,0	28,9
Média	187,2	39,4	25.934,0	25,2
Alta	76,0	16,0	5.236,0	5,1
Muito Alta	22,7	4,8	4.014,0	3,9
Total	475,11	100,0	103039,0	100,0

Fonte/Source: Rizato, 2022.

Estas classificações ficaram concentradas: a) *na região central*, principalmente ao longo da extensão do rio Atibaia, incorporando áreas de vertente e várzea, e com intensa urbanização e ocupação humana; b) *na parte mais ao norte do município*, onde além

das enchentes e alagamentos, também se observa o histórico de deslizamentos pela acentuada declividade, além das ocupações inadequadas, em áreas de alto declive, que corroboram para que estas localidades sejam consideradas como muito alta e alta VSA; c) *na parte sul do município*, onde apresentam baixa ocupação humana, maior parte da área representada por vegetação nativa ou com áreas de agricultura, além de baixa capacidade de suporte e alta criticidade pela baixa infraestrutura urbana;

- 2) As regiões consideradas como média vulnerabilidade alcançaram o total de 39,4% do total de toda a extensão territorial do município, com um total de 25,2% de imóveis na classe. Essas áreas estão bem distribuídas pelo território, geralmente são localidades onde houve um equilíbrio maior entre criticidade e capacidade de suporte, além da maior parte dessas localidades, historicamente ocorreram poucos eventos de risco como inundações, enxurradas e deslizamentos;
- 3) Ao passo que as áreas consideradas como baixa e muito baixa vulnerabilidade representando 30,7% e 9,1%, respectivamente, estão bem distribuídas por todo o município, sendo áreas que se concentram na parte central do município, mais distante do leito do Rio Atibaia, além de agregarem as moradias de alto poder aquisitivo por parte da população local, perfazendo o maior percentual de imóveis com 28,9% e 37,0%, respectivamente.

A cartografia ambiental de síntese e as áreas com VSA suscetíveis aos riscos hidrológicos e hidrogeológicos

O Mapa de VSA (fig. 4) possibilitou uma visão sistêmica das localidades com maior ou menor suscetibilidades aos fenômenos modelados, a partir da qual foi possível uma análise comparativa, através do cruzamento: a) dos dados levantados em campo; b) da compilação dos dados históricos de ocorrência de desastres obtidos pelo poder público; c) da análise das informações divulgadas pela imprensa, bem como por órgãos oficiais para esse tipo de análise, como o CPRM e o Plano de Contingência do município de Atibaia.

Os resultados obtidos foram inventariados na Cartografia Ambiental de Síntese (fig. 5), composta pelo reconhecimento de 08 (oito) áreas com maior e menor

vulnerabilidade social e ambiental, inseridas no ambiente da paisagem urbana de Atibaia/SP/Brasil, que são suscetíveis aos riscos hidrológicos e hidrogeológicos.

As oito áreas foram (re)nomeadas em 8 (oito) cenários de “A” a “H”, onde pela TABELA VII é possível apresentar maior acuidade, acuracidade e aferição da metodologia aplicada diante das realidades observadas com o trabalho de campo e o histórico de ocorrências de desastres no município.

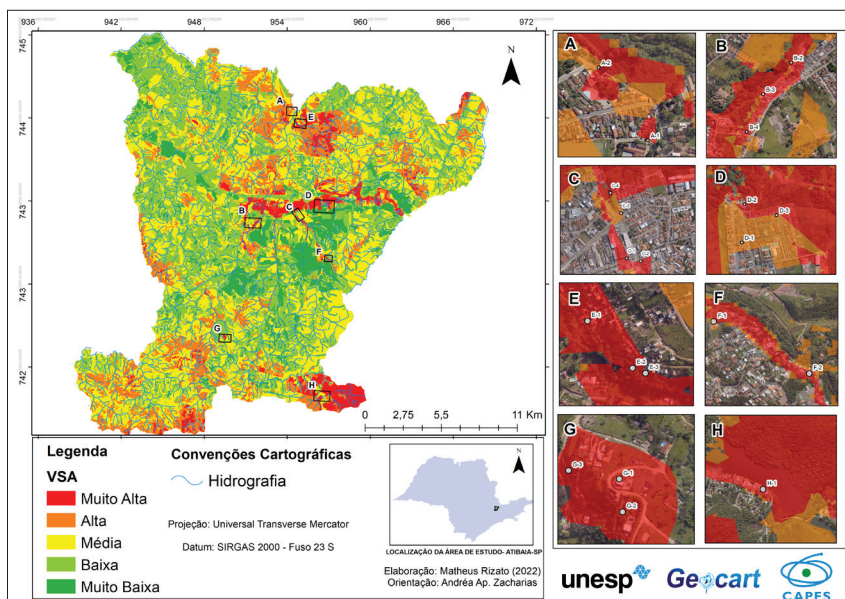


Fig. 5 - Mapa Ambiental de Síntese com o reconhecimento das oito áreas com VSA, suscetíveis aos riscos hidrológicos e hidrogeológicos – Município de Atibaia/SP/Brasil (Fonte: Rizzato, 2022).

Fig. 5 - Environmental Summary Map with the recognition of the eight areas with VSA, susceptible to hydrological and hydrogeological risks – Municipality of Atibaia/SP/Brazil (Source: Rizzato, 2022).

De forma geral, o Mapa Ambiental de Síntese com o reconhecimento das oito áreas com VSA fornece uma visão geral voltada à avaliação e o reconhecimento dos principais problemas identificados na área de estudo, que podem servir de subsídios para o fomento de políticas públicas voltadas à mitigação dos danos causados em áreas suscetíveis aos riscos hidrológicos e hidrogeológicos.

TABELA VII - Inventário da VSA no ambiente da paisagem urbana de Atibaia/SP/Brasil, suscetíveis aos riscos hidrológicos e hidrogeológicos.
TABLE VII - VSA inventory in the urban landscape environment of Atibaia/SP/Brasil, susceptible to hydrological and hydrogeological risks.

ÁREAS	INVENTÁRIO DA VSA NO AMBIENTE DA PAISAGEM URBANA
Cenário A	<p>Localizada no setor norte (bairro de denomina do Tanque) é uma área distante da área central do município. Nesta região a Vulnerabilidade Social e Ambiental I (VSA) é predominantemente alta e muito alta, com ocorrências de alagamentos e inundações recorrentes principalmente em residências localizadas nas ruas José Pires de Oliveira e Nelo Bacc. Esses eventos ocorrem em função das residências estarem nas proximidades da confluência do Ribeirão das Pedras (figura A-1). Segundo o Plano de Contingência do município de Atibaia os fatores contribuintes são: topografia irregular, baixa percepção de risco da comunidade, baixa permeabilidade do solo e sistema de drenagem ineficiente. Entre os componentes críticos, verifica-se que o bairro está localizado em uma área de baixada (planície) com ocupações urbanas em área de Proteção Permanente -APP (Figura A-2).</p>
Cenário B	<p>Predomínio de áreas consideradas de "muito alta" VSA em uma entre a avenida Jerônimo de Camargo e o córrego denominado Folha Larga. Esta área está localizada no bairro Caetubá, na parte central do município, observa-se uma concentração de imóveis com forma irregular de ocupação que apresenta histórico de alagamentos e inundações (Figuras B-2 e B- 3). Dentre os principais fatores destes eventos destaca-se a ocupação urbana em áreas de várzea, baixa capacidade de suporte, alta criticidade, alta densidade populacional e ineficiência no sistema de drenagem (Figura B-4). Também, Dentre os impactos causados pela forma irregular de ocupação nota-se: concentrações de depósito de material úrbico (restos de construção civil), acúmulo de lixo e leve assoreamento de corpos d'água, além da ausência de espaços públicos para implantação de equipamentos de saúde, educação, lazer e segurança.</p>
Cenário C	<p>Parte central do município, encontra-se o córrego Itapetinga nas proximidades da avenida Alfredo André onde é registrado um grande fluxo de automóveis e presença de imóveis (Figuras C-1 e C-2). Em períodos de chuvas intensas registra-se alagamentos e inundações que causam danos a população (perdas de patrimônios) e, ao entorno (Figura C-3). Entre os fatores contribuintes para esses eventos destaca-se: alta concentração de edificações, topografia irregular composta por drenagem ineficiente e, o grande volume de sedimentos e lixos depositados no rio, acentuando o seu assoreamento (Figura C-4). Paralelamente, os problemas da região são intensificados com a dinâmica dos fluxos de energia, matéria e informação (EMI) da bacia e, assim receber consideráveis quantidades de águas pluviais de outras áreas de alta densidade ocupacional, por se caracterizar como uma área transmissora, impermeabilizada pelo avanço urbano, o que torna seu escoamento lento e, assim, potencializar áreas com concentração hídrica.</p>
Cenário D	<p>Proximidades do bairro Jardim Terceiro Centenário, especificamente entre a rua da Imprensa e o Rio Atibaia. Os principais eventos registrados são os alagamentos e as inundações tendo com os principais fatores, segundo o plano de contingência do município, as ocupações urbanas em área de várzea inundável (Figura D-1), onde tem-se a presença de edifícios públicos (galpão e o pátio do Setor de Suprimento da SAA), tornando-se um local com histórico de alagamento (Figura D-2). Por outro lado, a ineficiência do sistema de drenagem, associada à abertura das comportas das represas Atibaína e Cachoeira localizadas à montante do local, mais o assoreamento do Rio Atibaia, chegaram a provocar inundações (em anos anteriores), atingindo diversos imóveis na localidade (Figura D-3). Dentre os componentes críticos destaca-se a ocupação em área de extravasamento natural do rio e falta de manutenção de sua calha.</p>

TABELA VII - Inventário da VSA no ambiente da paisagem urbana de Aribaíba/SP/Brasil, suscetíveis aos riscos hidrológicos e hidrogeológicos.
TABLE VII - VSA inventory in the urban landscape environment of Aribaíba/SP/Brasil, susceptible to hydrological and hydrogeological risks.

ÁREAS	INVENTÁRIO DA VSA NO AMBIENTE DA PAISAGEM URBANA
Cenário E	<p>Proximidades do bairro Jardim Terceiro Centenário, especificamente entre a rua da Imprensa e o Rio Aribaíba. Os principais eventos registrados são os alagamentos e as inundações tendo com os principais fatores, segundo o plano de contingência do município, as ocupações urbanas em área de várzea inundável (Figura D-1), onde tem-se a presença de edifícios públicos (galpão e o pátio do Setor de Suprimento da SAA), tornando-se um local com histórico de alagamento (Figura D-2). Por outro lado, a ineficiência do sistema de drenagem, associada à abertura das comportas das represas Aribaíba e Cachoeira localizadas à montante do local, mais o assoreamento do Rio Aribaíba, chegaram a provocar inundações (em anos anteriores), atingindo diversos imóveis na localidade (Figura D-3). Dentre os componentes críticos destaca-se a ocupação em área de extravasamento natural do rio e falta de manutenção de sua calha.</p>
Cenário F	<p>No cenário “F” observa-se a predominância de áreas com “alta e “muito alta” vulnerabilidade social e ambiental, principalmente nas localidades próximas a drenagem presente, sendo o maior destaque para o córrego do ribeirão do Itapetininga. Por esse motivo, essas localidades apresentam histórico de ocorrência de inundações e enxurradas, potencializadas pela expansão da urbanização em áreas de várzea, onde observa-se pouca organização espacial e presença de focos erosivos (figura F1). Segundo o CPRM, há registros de ocorrência de um grande volume de água pluvial que intensifica sequências de deslizamentos (Figura F2) que provocam o barramento do ribeirão.</p>
Cenário G	<p>O cenário “G” está localizado em área com urbanização menos intensa, contudo em constante estado de evolução por sofrerem os impactos com a expansão urbana. Assim, classifica-se como muito alta VSA em função do adensamento com o sítio urbano. Além, de apresentar alta criticidade e alta capacidade de suporte, também se encontra em área de alta declividade com proximidade de a hidrografia local, onde nota-se um forte processo erosivo com formação de voçorocas (Figura G-1). O aumento de processos erosivos na área, por lixiviação, pode estimular a continuidade de ravinamentos, como também, dos voçorocamentos, em curto a médio prazo, inviabilizando novos loteamentos bem como a expansão urbana nessa região. Segundo o CPRM, o relevo é sustentado por espessamento de intemperismo em que saprólitos de gnaisses, geralmente situado próximo da superfície e são recobertos por solo coluvionar argiloso, com evidências de alta atividade (Figura G-2). A região já sofreu com deslizamentos sendo possível observar a presença de matacões em algumas áreas (Figura G-3).</p>
Cenário H	<p>No cenário “H”, localizado na parte sul do município e distante do centro urbano, destaca-se uma grande área classificada como alta VSA. Contudo, trata-se de um setor com baixa densidade populacional, caracterizado pela presença de imóveis e construções de alto padrão inseridos em luxuosos condomínios residenciais (Figura H1). Essa classificação ocorreu por esta localidade possuir alta declividade e presença de cursos d’água. Paralelamente a isso, por estarem em uma região mais afastada do centro urbano, apresentam baixos valores de capacidade de suporte devido a baixa quantidade de equipamentos urbanos. Historicamente, não há registro de ocorrência de desastres pelo bom planejamento devido ao seu alto padrão caracterizados pelas habitações, infraestruturas, áreas verdes e de lazer.</p>

Fonte: Rizato (2022), adaptado pelos autores (2023) / Source: Rizato (2022), adapted by the authors (2023).

Contudo, a elaboração de uma Cartografia de Síntese, com as estruturas verticais e horizontais da paisagem, agrega mais dados para a tomada de decisão, por apresentar: a) o detalhamento sobre o estado ambiental da paisagem e; b) objetividade diante da complexidade da realidade geográfica de uma determinada localidade.

Segundo Zacharias *et al.* (2021), através da Cartografia de Síntese, com as estruturas verticais e horizontais, é possível: a) a observação e a sistematização dos vários processos sociais e naturais presentes no ambiente da paisagem e; b) melhor entendimento da dinâmica sistêmica e suas interações, frente aos diferentes componentes físicos e antrópicos inseridos nos diferentes ambientes da paisagem.

Vantagens supracitadas, das quais Santos (2022) pontua que:

“[...] ao gestor, tal procedimento técnico no cenário gráfico, possibilita realizar análises mais próximas ao real, estabelecendo relações sistêmicas entre os componentes físicos e antrópicos como forma de diferenciar os agravantes que tornam os impactos mais ou menos significativos dentro de um cenário complexo, considerando o contexto urbano”

(Santos, 2022, p. 62, grifo nosso).

A Cartografia de Síntese com as estruturas verticais e horizontais da paisagem e o estado ambiental das áreas de VSA

A partir do Mapa Ambiental de Síntese, com o reconhecimento das oito áreas com VSA, foi possível obter Cartografia de Síntese com as estruturas verticais e horizontais da paisagem, além do diagnóstico do estado ambiental das áreas de VSA suscetíveis aos riscos hidrológicos e hidrogeológicos do Município de Atibia/SP/Brasil.

Estas influências e dinâmicas foram denominadas aqui como estruturas verticais e horizontais. As *estruturas verticais* indicaram a hierarquização de 05 (cinco) classes taxonômicas, divididas entre setores “muito alto”, “alto”, “médio”, “baixo” e “muito baixo”, definidas conforme o grau de importância e a intensidade do ambiente aos fenômenos de ordem hidrológica e hidrogeológica. Ao passo que, as *estruturas*

horizontais, a partir da reclassificação das classes taxonômicas, também resultaram em novas subclasses, identificadas a partir dos componentes e elementos geográficos, que caracterizam as diferenças e as semelhanças evidenciadas pelas intensidades nos graus da VSA e que possibilitou a hierarquização do cenário gráfico de forma similar à dinâmica que se observa dentro do ambiente da paisagem urbana.

A partir dessa individualização, posta pelos cenários gráficos, foi possível descompartmentar as estruturas verticais de “muito alto” e “alto”, em novas subclasses nas estruturas horizontais que permitiram pormenorizar as diferentes intensidades que o fenômeno atinge de acordo com VSA. Desse modo, as classes de grau “muito alto” e “alto” passaram a ser compostas por duas subclasses denominadas Setor A e Setor B, onde a classe principal foi setorizada em dois grupos caracterizados em função das variações de declividade do local, do histórico de ocorrência de eventos de desastres, da densidade urbana avaliada pela quantidade de imóveis e pelos valores de criticidade e capacidade de suporte observado em cada localidade destacada.

As classes consideradas como “média”, “baixa” e “muito baixa” VSA, não foram reclassificadas dentro desta nova subdivisão horizontal no mapa, em função de estas localidades não apresentarem grandes diferenças entre as variáveis consideradas, mantiveram uma certa homogeneidade diante dos poucos registros de ocorrência de eventos hidrológicos e hidrogeológicos. A TABELA VIII destaca os principais critérios utilizados para a classificação horizontal das áreas de análise destacadas.

Neste sentido, Zacharias e Ventorini (2021) esclarecem que o cenário gráfico, a partir desta metodologia, traz o entendimento da dimensão (taxonômica) e da constituição (componentes e elementos geográficos), no formato da legenda descritiva e propositiva que associada à interface gráfica de sua Cartografia de Síntese, apresenta: a) por um lado, as influências que as ordens de grandezas, indicadas pelos graus de organização dos fenômenos atribuídos na verticalidade (taxonomias – leitura vertical,) exercem em um espaço; b) os quais, por outro lado, passam a ser individualizados pelos diferentes agrupamentos das características dos componentes e atributos geográficos que estão inseridos na horizontalidade do ambiente (componentes geográficos – leitura horizontal). Com base nesses aspectos, para compreender perfeitamente esses ambientes, torna-se necessário entender todos os seus componentes e as relações entre

TABELA VIII - Critérios para obtenção das estruturas horizontais na cartografia de Síntese.

TABLE VIII - *Criteria for obtaining horizontal structures in the Synthesis mapping.*

ESTRUTURA HORIZONTAL				
ESTRUTURA VERTICAL	Criticidade e Capacidade de Suporte	Densidade Urbana	Declividade	Histórico de Ocorrência
MUITO ALTO	Valores de Criticidade predominantemente "muito alto" com algumas regiões classificadas como "alto" o que corresponde a uma população com maiores dificuldades lidar com situações de risco o que aumentam a sua vulnerabilidade social e ambiental. Já para a Capacidade de Suporte, os valores têm menor regularidade apresentado os maiores índices na parte central do município e os menores em regiões periféricas.	Maior presença de imóveis nessas localidades e muitas vezes de forma desordenada o que aumenta os danos causados por enchentes, alagamentos e deslizamentos. Estes fatos caracterizam essas áreas como regiões em constante estado de evolução por sofrerem grandes impactos pela sua alta e crescente densidade	Presente principalmente nos valores extremos de declividades, ou seja, em localidades de muito alta (30 a 65%) ou em áreas de muito baixa (0 a 6,5%). Destacando maior ocorrência de eventos hidrogeológicos em áreas com maior declividade e hidrogeológicos em regiões com menor declividade	Alta ocorrência de eventos como enchentes, inundações e escorregamentos conforme levantamento realizado. O que caracterizam essas áreas com os maiores índices de vulnerabilidade social e ambiental
ALTO	Valores de Criticidade e capacidade de suporte predominantemente "Alto" com algumas localidades em "Muito Alto". Para a Capacidade de Suporte, os valores são semelhantes ao observado na classe taxonômica "muito alto" com baixa regularidade observando-se maiores valores nas partes centrais e menores nas periféricas.	Alta densidade urbana, porém menor número de imóveis em relação a classe "Muito Alta". Área com potencial para aumento da ocupação humana, o que pode ocasionar na potencialização das condições que levam aos eventos.	Com valores predominantes entre 20 e 35%, a declividade nestas regiões é elevada o que potencializa a ocorrência de eventos como enchentes, alagamentos e até deslizamentos.	Alto histórico de ocorrências de eventos hidrogeológicos e hidrogeológicos, contudo a quantidade de pessoas atingidas e de eventos registrados é menor que a classe "Muito Alto".
MÉDIO, BAIXO, MUITO BAIXO	Valores de criticidade oscilando entre médio, baixo e muito baixo simbolizando uma população com melhores índices socioeconômicos. Já para a Capacidade de Suporte ocorre o predomínio de média, alta e muito alta, com alguns pontos oscilando em alta e muito alta. No geral simboliza uma boa quantidade de equipamentos urbanos que contribuem para o enfrentamento aos eventos de causas hidrogeológicas e hidrogeológicas.	Conforme análise dos dados de densidade de imóveis é possível observar que mais ao centro do município ocorre densidade urbana maior, porém com números inferiores em comparação às classes taxonômicas de maior vulnerabilidade. Na medida que se afasta para áreas mais periféricas ocorre diminuição desta densidade.	Valores regulares entre 0 e 12% de declividade simbolizando pouco desnível. Predomínio de níveis topográficos mais elevados se comparado às demais classes taxonômicas. Por esses motivos se caracterizam como áreas emissoras, concentrando de médio a muito baixa probabilidade ao fenômeno de inundação	Muito baixa ou nenhuma ocorrência de eventos hidrogeológicos e hidrogeológicos. Contudo, não descartando a possibilidade de futuros eventos, pois em algumas localidades a ocupação ocorre através de retirada da vegetação natural para o avanço urbano.

Fonte/Source: Rizzato, 2022.

eles, a fim de estabelecer a verdadeira visão integrada em que a questão ambiental é avaliada em conjunto com a questão social. Somente assim tem-se uma Cartografia de Síntese dos diferentes ambientes (vertical e horizontal) na paisagem, na qual é possível fomentar políticas públicas para a gestão territorial, ambiental, com perspectivas resilientes e sustentáveis (Zacharias e Ventorini, 2021, p. 143-144).

Face ao exposto, dentre as 8 (oito) áreas identificadas no reconhecimento da VSA (fig. 5 e TABELA VII), são apresentadas as Cartografias de Sínteses com as suas respectivas análises horizontais e verticais, contendo o detalhamento das condições suscetíveis aos riscos hidrológicos e hidrogeológicos do Município de Atibia/SP/Brasil, para os cenários B e E, pelo fato de que no momento do reconhecimento foram setores que apresentaram concentração de registros de tais fenômenos no ambiente da paisagem sistêmica.

Observando o detalhamento com a Cartografia de Síntese (fig. 6) do cenário B, as classes “Muito Alta” e “Alta” apresentam sua visualização vertical, enquanto os setores A e B representam a análise horizontal da paisagem. Assim, trata-se de uma região central do município, no qual de maneira geral ocorre:

- a) Um maior adensamento populacional;
- b) Índícios de crescimento gradual no volume de ocupações urbanas em áreas de várzea, apresentando uma ineficiência no sistema de drenagem (B-4);
- c) Concentração de imóveis com forma irregular de ocupação que registra históricos de alagamentos e inundações (B-2 e B-3), como, também, sérios impactos causados pelas concentrações de depósito de material úrbico, acúmulo de lixo e leve assoreamento de corpos d’água, além da ausência de espaços públicos para implantação de equipamentos de saúde, educação, lazer e segurança. Todos estes fatos contribuem para o aumento das ocorrências de eventos.

Na análise vertical da classe “**Muito Alta**”, a estrutura horizontal do:

- 1) *Setor A*, revela: a) a presença de moradias precárias situadas na planície de inundação do córrego Folhas Largas; b) altos valores de Capacidade de Suporte (CS) e de Criticidade (C); c) declividade em média inferior a 15%, se caracterizando como área acumuladora que contribui para as inundações, por se tratar de uma planície aluvionar com maior poder de depósito, do que escavação de sedimentos. Situações que ocasionam em alta probabilidade de mudança de vazão no córrego em curto período;

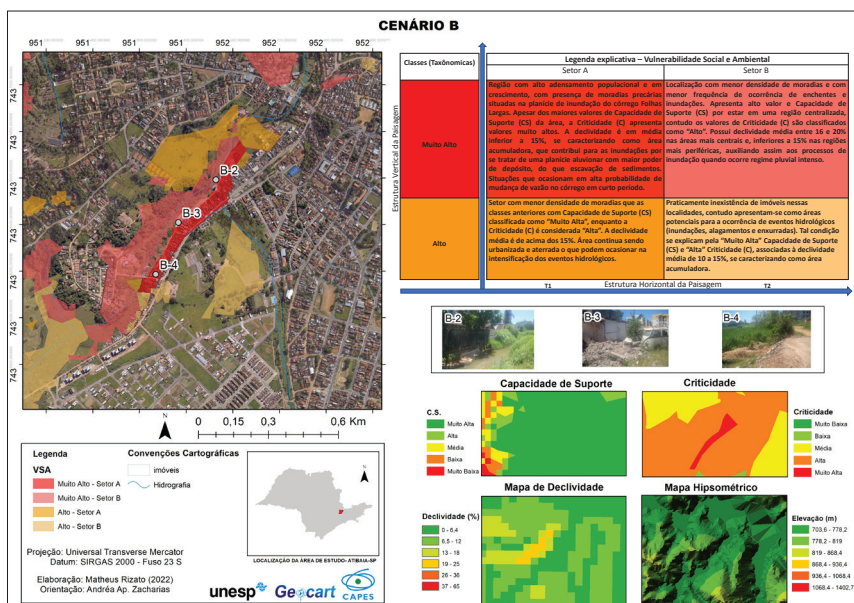


Fig. 6 - Cartografia de Síntese com as Estruturas Verticais e Horizontais da VSA - Cenário B (Elaborado por Matheus Rizado, em 2022).

Fig. 6 - *Synthesis Mapping with the Vertical and Horizontal Structures of the VSA - Scenario B (Produced by Matheus Rizado, in 2022).*

- 2) E, do *setor B*, caracteriza-se: a) pela menor ocorrência de enchentes e inundações em relação ao anterior; b) alto valor e Capacidade de Suporte (CS) por estar em uma região centralizada, contudo, com menores valores de Criticidade (C); c) declividade média entre 16 e 20% nas áreas mais centrais e, inferiores a 15% nas regiões mais periféricas, auxiliando assim aos processos de inundação quando há ocorrência de regime pluvial mais intenso.

Já na análise vertical da classe “Alta”, onde percebe-se menor densidade populacional em comparação com os demais cenários, a estrutura horizontal do:

- 1) *Setor A* possui: a) Capacidade de Suporte (CS) classificada como “Muito Alta”, enquanto a Criticidade (C) é “Alta”; b) declividade média acima dos 15%, cujas localidades continuam sendo urbanizadas e aterradas, podendo potencializar a intensificação dos eventos hidrológicos, em futuro próximo;

2) E, do *setor B* é observado: a) vazios urbanos, mas com potencial para a ocorrência de eventos hidrológicos, caso ocorra uma futura ocupação populacional; b) tais condições se explicam pela “Muito Alta” Capacidade de Suporte (CS) e “Alta” Criticidade (C), associadas à declividade média de 10 a 15 %, se caracterizando como área acumuladora.

A partir destas considerações, a TABELA IX ilustra o comparativo entre os resultados obtidos para VSA no cenário B. De acordo seus dados, o grau de suscetibilidade “muito alto” no modelo de reconhecimento correspondem a 4,8 % da área analisada, enquanto para modelo detalhado o total é de 30,78 %, a partir do somatório dos Setores A e B. Ao passo que no grau de suscetibilidade “alto”, os valores foram de 16% e 6,83 %, respectivamente.

Em relação à distribuição dos Imóveis por classes de VSA (TABELA X), os modelos mostraram na: a) classe “muito alta”, no reconhecimento (3,9 %) e no detalhamento (5,66 %) e; b) classe “alta”, no reconhecimento (5,1 %) e no detalhamento (2,76 %).

TABELA IX - Comparação quantitativa entre o grau de suscetibilidade dos cenários indicativos – Cenário B.

TABLE IX - Quantitative comparison between the degree of susceptibility of the indicative scenarios - Scenario B.

Reconhecimento da VSA (Mapa Ambiental de Síntese – fig. 5)			Detalhamento da VSA – Cenário B (Estrutura Vertical e Horizontal)		
Grau e/ou Intensidade do Fenômeno	Área (km ²)	Área (%)	Grau e/ou Intensidade do Fenômeno	Área (km ²)	Área (%)
Muito Baixa	43,4	9,1	Muito baixo	1,86	17,66
Baixa	145,8	30,7	Baixo	2,60	24,69
Média	187,2	39,4	Médio	2,11	20,04
Alta	76,0	16,0	Alto (Setor A)	0,21	1,99
			Alto (Setor B)	0,51	4,84
Muito Alta	22,7	4,8	Muito alto (Setor A)	0,04	0,39
			Muito alto (Setor B)	3,20	30,39
Total	475,11	100,0	Total	10,53	100%

Fonte/Source: Rizato, 2022.

TABELA X - Distribuição dos Imóveis por Classes de Vulnerabilidade Social e Ambiental, Cenário B.

TABLE X - Distribution of Properties by Classes of Social and Environmental Vulnerability, Scenario B.

Reconhecimento da VSA (Mapa Ambiental de Síntese – fig. 5)			Detalhamento da VSA – Cenário B (Estrutura Vertical e Horizontal)		
Grau e/ou Intensidade do Fenômeno	Total Imóveis	(%)	Grau e/ou Intensidade do Fenômeno	Total Imóveis	Área (%)
Muito Baixa	38.102	37,0	Muito baixo	2444	35,39
Baixa	29.753	28,9	Baixo	2717	39,35
Média	25.934	25,2	Médio	1162	16,83
Alta	5.236	5,1	Alto (Setor A)	63	0,91
			Alto (Setor B)	128	1,85
Muito Alta	4.014	3,9	Muito alto (Setor A)	185	2,68
			Muito alto (Setor B)	206	2,98
Total	103039	100,0	Total	6905	100%

Fonte/Source: Rizato, 2022.

O detalhamento com a Cartografia de Síntese (fig. 7) do *cenário E* é caracterizado por uma declividade muito acentuada, o que destaca maior incidência de eventos hidrogeológicos (escorregamentos), em relação a inundações e alagamentos. Assim, localiza-se na região Norte do município, no qual de maneira geral predominam áreas:

- De “alta” e “muito alta” VSA com habitações de baixa estrutura socioeconômica e imóveis precários sem acompanhamento técnico (E-1 e E-2);
- Com probabilidades de ocorrência de desastres; “[...] *com função de transmissão concentrada que garante o fluxo para as partes inferiores (áreas restritas) e médias da bacia. Geralmente são paisagens dinâmicas, em constante estado de evolução que sofrem impactos com o avanço urbano, novos empreendimentos e loteamentos, necessitando de cuidados em termos de resiliência urbana*” (Zacharias, et al., 2021, p. 12);
- Com presença de erosão e escorregamento, devido aos fatores do relevo, da geologia, da baixa percepção de risco da comunidade, das habitações precárias e da falta de sistema de drenagem das águas pluviais (E-3), conforme apontamentos da CPRM.

Na análise vertical da classe taxonômica “*Muito Alta*”, a estrutura horizontal do:

- 1) *Setor A*, indica: a) maior concentração de localidades com considerável probabilidade de movimentos de massas e inundações; b) Regiões classificadas com “Muito Alta” Capacidade de Suporte (CS) e “Alta” e “Muito Alta” Criticidade (C); c) predomínio de áreas com maior concentração de moradias, forte presença de edificações construídas com baixa estrutura de planejamento, segundo o CPRM, no modelo corte aterro escalonado; d) declividade bastante acentuada, com valores entre 19 e 36%, se caracterizando como uma área transmissora, que apresenta capacidade de movimentação e acumuladora pelo ineficiente sistema de captação de drenagem dado o adensamento urbano;
- 2) E o *Setor B*, caracteriza-se pela: a) menor densidade populacional em relação à anterior, com o predomínio de edificações precárias; b) presença de ruas sem asfaltos e traçadas de forma inadequadas, potencializando a energia das águas das chuvas e formando, assim, as enxurradas na área; c) localidades com “Alta” Capacidade de Suporte (CS) e “Alta” e “Muito Alta” Criticidade, enquanto a declividade média varia entre 12 e 25%.

Já na análise vertical da classe “*Alta*” de VSA, as estruturas horizontais do:

- 1) *Setor A* caracteriza-se pela: a) baixa densidade urbana e pela presença de produção agrícola com potencial de ocorrência de movimentos de massas e inundações; b) predomínio de áreas classificadas como “Muito Alta” e “Alta” Capacidade de Suporte (CS) e Criticidade (C), além da declividade média que varia entre 12 e 18%;
- 2) *Setor B* observa-se: a) menos moradias, além de áreas com vazios demográficos, porém alto potencial para a ocorrência de riscos hidrológicos (enxurradas, alagamento e inundação), além de riscos hidrogeológicos (movimentos de massa), se houver expansão de sua ocupação; b) predomínio de áreas classificadas como “Muito Alta” e “Alta” Capacidade de Suporte (CS) e Criticidade (C), com declividade média entre 6,5 e 12%.

A partir destas considerações, a TABELA XI ilustra o comparativo entre os resultados obtidos para VSA no cenário E. Seus dados mostram que, o grau de suscetibilidade “muito alto”, no modelo de reconhecimento, corresponde a 4,8 % da área analisada, enquanto para modelo detalhado o total é de 2,58 %, a partir

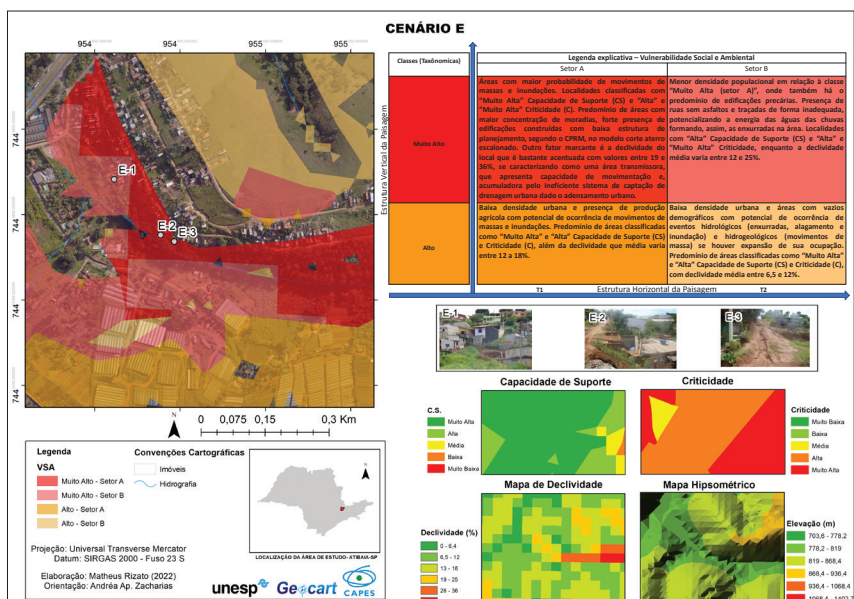


Fig. 7 - Cartografia de Síntese com as Estruturas Verticais e Horizontais da VSA - Cenário E (Elaborado por Matheus Rizado, em 2022).

Fig. 7 - *Synthesis Mapping with Vertical and Horizontal Structures of the VSA - Scenario E (Produced by Matheus Rizado, in 2022).*

TABELA XI - Comparação quantitativa entre o grau de suscetibilidade dos cenários indicativos – Cenário E.

TABLE XI - *Quantitative comparison between the degree of susceptibility of the indicative scenarios - Scenario E.*

Reconhecimento da VSA (Mapa Ambiental de Síntese – fig. 5)			Detalhamento da VSA – Cenário E (Estrutura Vertical e Horizontal)		
Grau e/ou Intensidade do Fenômeno	Total Imóveis	(%)	Grau e/ou Intensidade do Fenômeno	Total Imóveis	Área (%)
Muito Baixa	38102	37,0	Muito baixo	0	0
Baixa	29753	28,9	Baixo	17	2,94
Média	25934	25,2	Médio	258	44,56
Alta	5236	5,1	Alto (Setor A)	26	4,49
			Alto (Setor B)	50	8,64
Muito Alta	4014	3,9	Muito alto (Setor A)	105	18,13
			Muito alto (Setor B)	123	21,24
Total	103039	100,0	Total	579	100%

Fonte/Source: Rizado, 2022.

do somatório dos Setores A e B. Ao passo que no grau de suscetibilidade “alto”, os valores foram de 16% e 62,59 %, respectivamente.

Em relação à distribuição dos Imóveis por classes de VSA (TABELA XII), os modelos mostraram na: a) classe “muito alta”, no mapa de reconhecimento (3,9 %) e no mapa de detalhamento (39,37 %) e; b) classe “alta”, no reconhecimento (5,1 %) e, no detalhamento (13,13 %).

TABELA XII - Distribuição dos Imóveis por Classes de Vulnerabilidade Social e Ambiental, Cenário E.

TABLE XII - Distribution of Properties by Social and Environmental Vulnerability Classes, Scenario E.

Reconhecimento da VSA (Mapa Ambiental de Síntese – fig. 5)			Detalhamento da VSA – Cenário E (Estrutura Vertical e Horizontal)		
Grau e/ou Intensidade do Fenômeno	Total Imóveis	(%)	Grau e/ou Intensidade do Fenômeno	Total Imóveis	Área (%)
Muito Baixa	38102	37,0	Muito baixo	0	0
Baixa	29753	28,9	Baixo	17	2,94
Média	25934	25,2	Médio	258	44,56
Alta	5236	5,1	Alto (Setor A)	26	4,49
			Alto (Setor B)	50	8,64
Muito Alta	4014	3,9	Muito alto (Setor A)	105	18,13
			Muito alto (Setor B)	123	21,24
Total	103039	100,0	Total	579	100%

Fonte: Rizato, 2022.

A comparação entre seus táxons, possibilitadas pelas TABELAS IX a XII, permitiu confirmar que a diferença entre a intensidade da suscetibilidade só é possível, em função das dinâmicas sistêmicas nos ambientes da paisagem, pelas leituras verticais e horizontais, que caracterizam as condições topográficas (declividade), da influência antrópica (criticidade), dos aspectos socioeconômicos (capacidade de suporte), associados aos históricos de eventos, entre outros, mais próximas ao real.

Por outro lado, pelo fato de a representação cartográfica ser elaborada contemplando os níveis de leitura das estruturas (vertical e horizontal) da paisagem, compostas pelas classes intermediárias na horizontalidade, o cenário gráfico:

a) indicou a dinâmica e o arranjo espacial do ambiente na paisagem com informações que vão do conjunto ao detalhe e do detalhe ao conjunto (Zacharias e Ventorini, 2021);
b) revelou questões mais peculiares, no cenário gráfico socioambiental como o total de imóveis que variaram relativamente, do geral para o individual, até que as informações transcritas e codificadas no mapa tivessem revelado todas as relações observáveis no ambiente da paisagem real. A partir daí, é possível propor seu (re)ordenamento territorial para a eficiência da gestão ambiental, a qual será detalhadamente mitigada e indicada nas legendas descritivas e propositivas que compõem os mapas sínteses (Zacharias e Ventorini, 2021).

Considerações finais

Diante de todo processo metodológico percorrido e dos resultados apresentados, fica evidente a busca por propostas que fosse capaz de criar banco de dados suficientes para identificar e mapear as áreas com maior e menor Vulnerabilidade Social e Ambiental no município de Atibaia/SP/Brasil.

Assim, o robusto trabalho com a modelagem cartográfica ambiental pela escola brasileira, baseadas em metodologias matemático-estatísticas (AFE, ACP e Mapa de Criticidade), espaciais com o emprego de análises multicritérios e de sínteses AMD e AHP (Mapa de Capacidade de Suporte, Mapa de VSA, Mapa Ambiental Síntese de VSA e Mapa Síntese com as Estruturas Verticais e Horizontais), mostraram-se importantes procedimentos metodológicos, onde são possíveis pontuar que:

a) A integração entre os métodos da AMD e AHP demonstrou-se satisfatória em relação às variáveis adotadas para a modelagem cartográfica ambiental do município de Atibaia/SP/Brasil. A modelagem por meio de procedimentos matemático-estatísticos e espaciais apresentou o valor de RC em 0,066105 e, na inferência espacial este valor com sua aplicabilidade demonstrou-se coerente na utilização de dados cartográficos, para mapeamentos em escala local e com detalhamentos, onde seus resultados foram validados pelo IC e conferidos pelo RC (Saaty; 2005, 2006; Ogato *et al.*, 2020; Zacharias *et al.*, 2021), além de banco de dados secundários que fizeram parte dos indicadores socioambientais;

- b) No caso específico das vulnerabilidades sociais e ambientais, constatou-se que o agrupamento humano propiciado pelo crescimento da cidade, em muitos casos, sem o devido ordenamento e planejamento territorial foram os principais fatores que ocasionam, em severas mudanças na paisagem natural gerando, assim, impactos ambientais e sociais. A intensa ação antrópica no ambiente de forma não ordenada, exemplificada pelas intervenções em áreas de várzea ou em encostas de morros, mostraram-se os maiores fatores impactantes para ocorrência de eventos como enchentes, alagamentos, deslizamentos e demais suscetibilidades aos riscos de ordem hidrológica e hidrogeológica;
- c) As contribuições sobre a Cartografia de Síntese, difundida por Zacharias e Ventorini (2021), se fazem necessárias enaltecendo a sua capacidade em ordenar, classificar, dividir ou integrar informações em uma representação espacial, onde foi possível entender a dinâmica do ambiente da paisagem pelo olhar vertical (onde ocorre a ordenação da intensidade do fenômeno) e, suas mudanças pelo olhar horizontal, onde ocorrem as interferências na paisagem, a partir dos elementos e componentes geográficos que estão inseridos em seu ambiente e que reclassificam os táxons verticais, evidenciando novas informações. Ao final deste procedimento, pôde-se realizar mapas sínteses, em um processo de análise gráfica e visual, identificando as diferentes unidades na paisagem, para cada uma das 8 (oito) áreas identificadas pela VSA;
- d) A técnica de remodelagem das classes taxonômicas e a obtenção de novas subdivisões para se obter as estruturas verticais e horizontais trouxeram mais dinamicidade a leitura das informações espaciais trazendo novos componentes a análise da paisagem, além daqueles ilustrados anteriormente pela modelagem final;
- e) Além, os resultados puderam ser confrontados com as informações históricas de ocorrência de desastres e constatou-se a sua relevância quanto a realidade da área de estudo. Através da seleção dos diferentes cenários analisados no município de Atibaia-SP/Brasil, foi possível observar que as áreas onde ocorrem maior incidência de eventos estão relacionadas aos locais mapeados como mais sensíveis do ponto de vista ambiental e social e onde observa-se que a intervenção antrópica ocorreu de maneira inadequada. Com este resultado, mesmo que ainda de forma preliminar e com necessidade de mais estudos, acredita-se que as Cartografias de

- Sínteses com as estruturas verticais e horizontais (figs. 6 e 7), quando associadas aos critérios para obter o Estado Ambiental das áreas de VSA (TABELA VII), já resultou na espacialização das áreas com os Riscos Ambientais e Sociais na área de estudo, porque identificou o fenômeno e sua dinâmica pela horizontalidade;
- f) Assim do ponto de vista técnico conclui-se que esta metodologia pode ser uma importante ferramenta para estudos de vulnerabilidade social e ambiental em locais de ocorrência de eventos hidrológicos e hidrogeomorfológicos, além de outras temáticas que necessitem avaliar a dinâmica sistêmica vertical e horizontal dos diferentes ambientes na paisagem. Levando em consideração a realidade de parte dos municípios brasileiros e, de outras regiões do planeta, esses problemas são recorrentes e precisam ser analisados para que ações sejam tomadas para acabar ou diminuir os danos gerados por esses eventos. A aplicabilidade desta metodologia em demais regiões se torna possível, pois a inserção de dados específicos do local de estudo torna esse método mais amigável à realidade do local obtendo resultados mais assertivos e menos generalizados.

Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), por meio da cota de Bolsas Institucional do Programa de Pós-graduação em Geografia da UNESP/Rio Claro. E, a partir de 2023, conta com o financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, como uma das áreas de estudo do Projeto Regular Processo nº 2022/15464-1.

Referências bibliográficas

- Alves, H. P. D. F. (2006). Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 23, 43-59.
- Aven, T. (2012). The risk concept-historical and recent development trends. *Reliability Engineering and System Safety*, [s. l.], v. 99, 33-44. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0951832011002584> (acesso em: 13 jul. 2017).

- Bortoletto, K. C. (2016). *Estudo das vulnerabilidades social e ambiental em áreas de riscos de desastres naturais no município de Caraguatatuba, SP (Tese de Doutorado em Geografia)*. Programa de Pós-Graduação em Geografia – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, Universidade Estadual Paulista/Unesp- Câmpus de Rio Claro/SP, 217 f.
- Câmara, G., Moreira, F. R., Barbosa, C., Almeida-Filho, R., Bönisch, S. (2001). Inferência Geográfica e Suporte à Decisão. In: Câmara, G., Davis, C., Monteiro, A.M.V. (Org.) *Introdução à Ciência da Geoinformação*. INPE. São José dos Campos/SP. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>
- Campos, R. S. de, Carneiro, C. D. R. (2013). Geologia da região de Atibaia e possíveis causas das inundações de 2009 e 2010. *Revista Terra*, Campinas-SP, v. 10, n. 1-2, 21-35. Disponível em: <https://www.ige.unicamp.br/terrae/V10/PDFv10/TD-10-4-Rafaela.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2020.
- Christofoletti, A. (1999). *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (2012). *Ação Emergencial para delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Inundações e Movimentos de Massa Atibaia – São Paulo*. Ministério de Minas e Energia – Secretaria de Geologia, Mineração e transporte Mineral. Brasília.
- Cunha, L. (2015). Vulnerabilidade e Riscos Naturais: Exemplos em Portugal. In: *Vulnerabilidade e Riscos: reflexões e aplicações na análise do território*, Freitas, M.I.C. Lombardo, M.A. Zacharias, A.A. (Org.). – Rio Claro (SP): UNESP – IGCE- CEAPLA.
- Cutter, S. L. (1996). Vulnerability to environmental hazards. *Progress in human Geography*, v.20, n.4, 529-539.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242–261. DOI: <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>
- Dias, V. S. B., Silva, A. B. (2014). AHP na modelagem da vulnerabilidade ambiental do mini corredor ecológico Serra das Onças (BA). *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 66, 1363-1377. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44719/23733> (acesso em: 21 ago. 2020).
- Fadhil, M., Ristya, Y., Oktaviani, N., & Kusratmoko, E. (2020). Flood vulnerability mapping using the spatial multi-criteria evaluation (SMCE) method in the Minraleng Watershed, Maros Regency, South Sulawesi. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 153, p. 01004). EDP Sciences.
- Fernández, D. S., Lutz, M. A. (2010). Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis. *Engineering Geology*, v. 111, n. 1-4, 90-98.
- Freitas, M. I C., Cunha, L. (2013). Cartografia da Vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. *Urbe - Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v.5, n.1, 15-31.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Caracterização geral do município de Atibaia. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/sp/atibaia/panorama> (acesso em: Set 2017).
- Hoang, V. D., Tran, H. T., Nguyen, T. T. (2020). A GIS-based Spatial Multi-criteria Approach for Flash Flood Risk Assessment in the Ngan Sau-Ngan Pho Mountainous River Basin, North Central of Vietnam. *Environment And Natural Resources Journal*, Thailand., v. , n. 18, xx-xx- Disponível em: <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/ennrj/index> (acesso em: 15 set. 2020).
- Garcia, P. M. B., Augustin, C. H. R. R., Casagrande, P. B. (2020). Índice geomorfológico como subsídio ao planejamento urbano. *Mercator*, Foretalesa, v. 19, n. 2, 1-27. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator> (acesso em: 08 jun. 2020).
- Gigović, L., Pamučar, D., Bajić, Z., & Drobnjak, S. (2017). Application of GIS-interval rough AHP methodology for flood hazard mapping in urban areas. *Water*, 9(6), 1-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/w9060360>

- Gregory, K. J., Davis, R. J., Downs, P. W. (1992). Identification of river channel change due to urbanization. *Applied Geography*, v. 12, n. 4, 299-318.
- Guerra, F. C. (2020). *Mapeamento das áreas de vulnerabilidades socioambientais aos riscos hidrológicos: inundações em Bragança Paulista/SP (Dissertação de Mestrado em Geografia)*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, Universidade Estadual Paulista/Unesp- Câmpus de Rio Claro/SP. Rio Claro, 136 f.
- Guerra, F. C., Zacharias, A. A., Cunha, L. (2021). Construção e representação cartográfica de um índice de vulnerabilidade social: um exemplo do município de Bragança Paulista (SP). In: Guimarães, A. R., Fonseca, R. G., Fernandes, S. (Org.) – *Perspectivas Geográficas*. Ituiutaba: Barlavento, 43-59. Disponível em: <https://asebabaolorigbin.files.wordpress.com/2021/02/perspectivasgeograficas.pdf> (acesso em 08 de Abr. 2021).
- Li, Z., Fan, Z., Shen, S. (2018). Urban green space suitability evaluation based on the AHP-CV combined weight method: A case study of Fuping County, China. *Sustainability*, v. 10, n. 8, 2656.
- Lourenço, L. (2004). *Riscos naturais e proteção do ambiente*, Coleção Estudos 44, Colectânea Cindinicas I, Edição conjunta: NICIF - Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais e FLUC – Faculdade de letras da Universidade de Coimbra, Coimbra. Disponível em: https://www.uc.pt/fluc/nicif/Publicacoes/Colectaneas_Cindinicas/Coletanea_Cindinica_I
- Materano, L. S., Brito, J. L. S. (2020). Fragilidade ambiental potencial da bacia hidrográfica do Rio Castán, estado Trujillo - Venezuela. *Caminhos de Geografia*, EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia, [s.l.], v. 21, n. 73, 86-97. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/rcg217347216>
- Martinelli, M. (2005) Cartografia Dinâmica: tempo e espaço nos mapas. *GEOSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 18, 53-66.
- Mendes, J.M., Tavares, A., Cunha, L., Freiria, S. (2009). Vulnerabilidade Social aos Riscos Naturais e tecnológicos em Portugal. In: Soares, C. G., Teixeira, J. A. P., Teixeira, Antão, P. (Org.) - *Riscos Industriais e Emergentes*. Edições Salamandra, Lisboa, 95-128.
- Mendes, J. M., Tavares, A. O., Cunha, L., & Freiria, S. (2011). A vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, (93) “Risco, Vulnerabilidade Social”, 95-128.
- Monteiro, S., Freire, G. S. S., Cunha, L. (2016). Percepção dos riscos de cheias e inundações na cidade da Praia (Cabo Verde). *REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA*, [s. l.], v. 11, n. 1. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/364> (acesso em: 22 ago. 2021).
- Ogato, G. S., Bantider, A., Abebe, K., & Geneletti, D. (2020). Geographic information system (GIS)-Based multicriteria analysis of flooding hazard and risk in Ambo Town and its watershed, West shoa zone, oromia regional State, Ethiopia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 27, 100659. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2019.100659>
- Omid, R., Hossein, Z., Mosa, B. (2016). Flood hazard zoning in Yasooj region, Iran, using GIS and multi-criteria decision analysis. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 7:3, 1000-1017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/loi/tgnh20> (acesso em: 28 maio 2020).
- Owens, S., Cowell, R. (2001). *Land and limits: interpreting sustainability in the planning process*. Routledge.
- Rahmati, O., Zeinivand, H., Besharat, M. (2015). Flood hazard zoning in Yasooj region, Iran, using GIS and multi-criteria decision analysis. *Geomatics, Natural Hazards And Risk*, [s.l.], v. 7, n. 3, 1000-1017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/19475705.2015.1045043>
- Rimba, A. B., Setiawati, M. D., Sambah, A. B., & Miura, F. (2017). Physical flood vulnerability mapping applying geospatial techniques in Okazaki City, Aichi Prefecture, Japan. *Urban Science*, 1(1), 7. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/urbansci1010007>.

- Rizato, M. (2021). *Estudo da Vulnerabilidade Social e Ambiental em Áreas de Riscos de Desastres Naturais por eventos Hidrológicos e Hidrogeológicos no Município de Atibaia – SP (Exame Geral de Qualificação em Doutorado em Geografia)*. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, Universidade Estadual Paulista/Unesp- Câmpus de Rio Claro/SP, 129 f.
- Rizato, M. (2021). *Estudo da Vulnerabilidade Social e Ambiental em Áreas de Riscos de Desastres Naturais por eventos Hidrológicos e Hidrogeológicos no Município de Atibaia – SP (Tese de Doutorado em Geografia)*. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, Universidade Estadual Paulista/Unesp- Câmpus de Rio Claro/SP. 2022 (inpress), 194 f.
- Rizato, M., Zucherato, B., Zacharias, A. A. (2022). A Análise Fatorial Exploratória (AFE) e a Álgebra de Mapa como metodologias na modelagem de padrões espaciais: análises a partir da vulnerabilidade social e ambiental em paisagens com riscos hidrológicos e hidrogeológicos. In: *Métodos e Técnicas no Estudo da Dinâmica da Paisagem Física*. Oliveira-Costa, J. L. P., Zacharias, A. A., Panher, A. M (Orgs.). 1 ed. Malága (Espanha): EUMED.NET Editora, 2022, v.1, p. 247-278. ISBN: 9788568255897. EUMED.NET. URL: <https://www.eumed.net/es/libros/libro/dinamica-da-paisagem>
- Ross, J. L. S., Moroz, I. C. (1997). *Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo escala 1:500.000*. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia, Departamento de Geografia - FFLCH – USP/IPT/FAPESP: vols. I e II, São Paulo/SP.
- Saaty, T. L. (2005). Analytic Hierarchy Process. *Encyclopedia Of Biostatistics*, John Wiley & Sons, Ltd., [s.l.], p. 1-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/0470011815.b2a4a002>
- Saaty, T. L. (2006). The Analytic Network Process. *Decision Making With The Analytic Network Process*, Springer US, [s.l.], 1-26. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-33987-6_1
- Sander, C., Wankler, F. L., de Oliveira Evangelista, R. A., dos Santos, M. L., & Quinonez Fernandez, O. V. (2012). Intervenções antrópicas em canais fluviais em áreas urbanizadas: rede de drenagem do Igarapé caraná, Boa Vista-RR. *Revista Acta Geográfica*, 6(12), 59-84. DOI: <http://dx.doi.org/10.5654/actageo2012.0612.0004>
- Santos, T. G. (2022). *A Cartografia de Síntese no Inventário das Zonas Suscetíveis aos Riscos de Inundação e Alagamento na Área Urbana de Lavras/MG: reconhecimento e detalhamento das interações sistêmicas na dinâmica da Paisagem (Dissertação de Mestrado em Geografia)*. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ), 183f.
- Santos, T. G., Ventorini, S. E. (2017). Análise multicritério: modelos de interesse ambiental e de áreas propícias à expansão urbana na bacia do Córrego do Lenheiro. *Caminhos da Geografia*, Uberlândia, v. 9, n. 64, 1-18. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/articlé/view/40912/21635> (acesso em: 14 abr. 2020).
- Santos, T. G., Ventorini, S. E. (2020). Vulnerabilidade Social em Área Urbana Suscetível às Inundações e Alagamentos na Bacia do Córrego do Lenheiro em São João Del-Rei. M. *Revista Geoaraguaia*, v. 10, n. 2, 232–251. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/11336> (acesso em: 22 ago. 2021).
- Silva, W. S. (2001). *Identificação de unidades ambientais no município de Atibaia – SP (Dissertação de Mestrado em Geografia)*. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física - Departamento de Geografia – FFLCH - USP/São Paulo/SP, 158 f.
- Silva W. S. da (2011). *Vulnerabilidade Socioespacial relacionada a Precipitações e Ventos em Atibaia – SP (Dissertação de Mestrado em Geografia)*. Programa de Pós-Graduação em Geociências – IG – UNICAMP/Campinas/SP, 86f .
- Vargas, R. V. (2010). Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. *PMI Global Congress – América do Norte*. Washington – EUA. Disponível em: <https://ricardo-vargas.com/pt/downloads/download-file/6103/6816> (acesso em: 27 ago. de 2020).

- Zacharias, A. A. (2023). A Cartografia de Síntese na análise ambiental: os caminhos metodológicos, a integração de dados e suas aplicações pela Geografia Física Brasileira. In: *Cartografia & Geotecnologias: Conceitos e Aplicações*. Leite, E.F, Silva, C. A. (Orgs). Programa de Pós-Graduação em Geografia. E-Book. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), 91-129 (inpress).
- Zacharias, A. A. (2010). *A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental*. Editora Unesp. São Paulo.
- Zacharias, A. A., Ventrini, S. E. (2021). A Cartografia de Síntese, o ambiente e a paisagem: caminhos, desafios, perspectivas e proposta. *PUBLICAÇÕES AVULSAS: Geografia*, UFPI, Teresina/PI, vol. 22, n. 3, 120-157.
Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/geografia/article/view/11275/7798>
- Zacharias, A., Teixeira, A. L., Ventrini, S. E., Ferreira, A. B. R., & Santos, T. G. (2021). A Cartografia de Síntese e as estruturas verticais e horizontais da paisagem em ambientes urbanos suscetíveis à inundação. *Revista Do Departamento De Geografia*, 41(1), e177185.
DOI: <https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2021.177185>
- ZucheratO, B. (2018). *Cartografia da Vulnerabilidade Socioambiental no Brasil e Portugal: estudo comparativo entre Campos do Jordão e a Guarda (Tese de doutorado em Geografia)*. Programa de Pós-Graduação em Geografia – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, Universidade Estadual Paulista/Unesp- Câmpus de Rio Claro/SP, 369 f.
- Zucherato, B. (2021). A utilização da técnica da Análise Fatorial Exploratória (AFE) para o mapeamento de áreas de vulnerabilidade socioambiental. In: Guimarães, A. R., Fonseca, R. G., Fernandes, S. (org.) – *Perspectivas Geográficas*. Ituiutaba: Barlavento, 60-78. Disponível em: <https://asebabaoloriginbin.files.wordpress.com/2021/02/perspectivasgeograficas.pdf> (acesso em 08 de Abr. 2021).

POSFÁCIO

Sigmund Freud, em sua obra “*O futuro de uma ilusão*”, ressaltou a superioridade da natureza em relação aos seres humanos e, desde 1927, as ideias do psicanalista ainda nos servem de alerta para o fato de que quaisquer intentos de controle dos fenômenos naturais são apenas ilusões que confortam o ego para suplantam o terrível sentimento de desamparo que nos acompanha a partir do nosso nascimento.

No mundo contemporâneo, por mais que possamos contar com o avanço do conhecimento científico e tecnológico, ainda alimentamos doces ilusões. Entre elas, resalto duas: a ideia de que a finalidade da natureza é a existência humana e o desejo de eternidade.

Quanto à independência do natural em relação ao humano, vale o exercício de reflexão através de duas questões simples:

1) O ser humano é natureza?

Pela obviedade da resposta, certamente não é necessário reafirmar as características que remetem à falibilidade de nossos corpos, ao processo de envelhecimento de nossos tecidos e nossa morte. Somos biológicos, naturais, natureza, por mais que nossas cidades, modos de produção e consumo de mercadorias e a intensificação do uso das mais refinadas tecnologias tentem negar isto.

A outra questão:

2) A natureza é ser humano?

Por mais que entusiastas antropocêntricos queiram se e nos convencer de que os objetos a nossa volta só existem em função de um pensamento capaz de nomeá-los e, portanto, conferir-lhes sentidos e finalidades, não é possível operar dentro de uma lógica que procura subsumir a natureza em sistemas de linguagem e significação nos quais o ser humano é a referência de tudo. A natureza existe antes de nós e continuará existindo depois de nossa extinção.

Inclusive, a presciência da extinção é tão atormentadora que é melhor evitar falar sobre este tema, mesmo que ele seja tão fundamental para o engajamento político em busca de novos horizontes éticos para a humanidade.

Todos morreremos um dia, sem exceção. A morte, esta fatalidade, é a única certeza que conhecemos em nossas vidas. Isto pode ser libertador. Como?

O artista David Vinckboons pintou uma paisagem na qual uma sociedade, composta por diferentes estratos, lutava, junto com animais, contra a morte. Aquela pintura é bastante pertinente para pensar o drama humano diante da finitude. Por outro lado, trata-se de uma cena reveladora: na paisagem, todos nós, ricos ou pobres, homens, mulheres, negros, brancos, cis ou transgêneros estamos a viver por um mesmo propósito, ou seja, inventamos toda sorte de contratos, leis, técnicas e objetos que sejam capazes de trazer conforto aos nossos corpos e à vida social. Contudo, ainda insistimos em não reconhecer esta nossa condição democrática e, assim, a convivência humana apresenta tantos conflitos de interesses, explorações de uns sobre outros, ou seja, desigualdades.

No contexto de uso de imensas tecnologias a fim de facilitar a vida e prolongá-la pelo maior tempo possível, fugir da morte também se transmuta em uma espécie de demarcador de injustiças. Existem pessoas que contam com o privilégio de morar em locais seguros, ter acesso a bons serviços de saúde, comida todos os dias, enfim, proteção perante as intempéries naturais. Todas estas coisas são extremamente necessárias. Porém, deve-se compreender que são extremamente necessárias a todos os seres humanos que habitam este mundo.

O sociólogo Ulrich Beck nos fala de uma sociedade de riscos, em algum sentido democrática, porque todas as pessoas, independentemente de posição socioeconômica, estão expostas a várias possibilidades de acontecimentos catastróficos em suas vidas. Contudo, ainda é preciso considerar que, dentro desta democracia dos riscos, a hierarquia econômica torna a vulnerabilidade maior para alguns e menor para outros. O nosso desafio é alcançar um *status* de comunidade em que nossas vulnerabilidades sejam as mais brandas possíveis. Seja em meio aos fenômenos da natureza ou às falhas técnicas da produção das cidades e dos espaços rurais, nossas sociedades devem estabelecer para si o compromisso de proteger todos os seus integrantes de maneira igualitária.

Neste sentido, a presente obra é uma leitura necessária. Aqui, os leitores encontrarão ideias, propostas, teorizações e metodologias de um potente grupo de seres humanos que desejam, com firmeza, levar adiante o propósito da vida

comunitária como garantia de proteção e superação do desamparo. Ao refletirmos sobre a morte e a finitude, não pretendemos nos lançar em qualquer coisa como a falta de sentido da vida e das nossas lutas. Pelo contrário. Nós objetivamos levantar a urgência do bem viver, do respeito mútuo e do reconhecimento conjunto de nossas fraquezas e potencialidades para, assim, conseguirmos enganar a morte com dignidade... E felicidade. Por que não?

Os organizadores e autores deste livro parecem saber muito bem disso!

Erechim, dezembro de 2022

Reginaldo José de Souza

SÉRIE ESTUDOS CINDÍNICOS

Títulos Publicados:

- 1 *Incêndios em Estruturas. Aprender com o Passado;*
- 2 *Educação para a Redução dos Riscos;*
- 3 *Metodologia de Análise de Riscos através de Estudos de Casos;*
- 4 *Riscos Hidrometeorológicos;*
- 5 *Pluralidade na Diversidade de Riscos;*
- 6 *Risco Sísmico - Aprender com o Passado;*
- 7 *Territórios em Risco;*
- 8 *Resiliência ao Risco;*
- 9 *Madeira Região Resiliente. Aprender com o Passado;*
- 10 *Risco de Cheias e Risco de Inundações Fluviais. Aprender com o Passado;*
- 11 *Análise e modelação de risco no ordenamento do território;*
- 12 *Perceção e planeamento na redução e gestão do risco de catástrofes;*
- 13 *As paisagens dos riscos sociais. Educar para diminuir a vulnerabilidade.*

Tomos em preparação:

- 14 *Riscos de Movimentos em Vertentes. Aprender com o Passado.*
- 15 *Efeitos dos Incêndios Florestais nos Solos de Portugal.*



Fátima Velez de Castro é Licenciada em Geografia (com Especialização em Ensino), Mestre em Estudos sobre a Europa, Doutora em Geografia e Pós-Doutorada em Literatura. Trabalha como Professora Auxiliar no Departamento de Geografia e Turismo da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, onde é membro da Comissão Científica. Também é Coordenadora do Mestrado em Ensino da Geografia; Investigadora no CEIS20 (Membro Integrado) e Coordenadora (com João Luis Fernandes) do Grupo 2 - Europeísmo, Atlânticidade e Mundialização; Presidente da Direção RISCOS. Os seus principais temas de investigação são: Ensino da Geografia; Geografia e Riscos Sociais; Geografia das Migrações.



Jorge Luis Oliveira-Costa é Doutorando em Geografia Física e Mestre em Geografia Física pela Universidade de Coimbra (Portugal). Investigador do CEGOT. Membro da RISCOS, da IUFRO, e da IBS. Durante o período do Doutorado e Mestrado realizou visiting fellow na Trinity College Dublin (Irlanda), na University of California Santa Barbara (Califórnia/EUA), e na Universidade de São Paulo (Brasil). Possui experiência em Ecologia e Geografia Física, com ênfase em ecologia vegetal, geocologia, biogeografia, ecologia da invasão e conservação biológica. É membro da equipe organizadora/fundadora do projeto International Workshop Landscape Representations (IWLIR Internacional).



Andréa Aparecida Zacharias é Graduada em Geografia (Bacharel e Licenciatura – 1996), Mestrado em Geociências e Meio Ambiente (2001), Doutorado em Geografia (2006) pela Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Rio Claro-SP. Foi Coordenadora do Curso de Geografia (2007-2009), Vice-Coordenadora Executiva (2009 a 2013) e Coordenadora Executiva (2013 a 2017) da UNESP, Câmpus de Ourinhos. Atualmente é Professora do Curso de Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências, Tecnologia e Educação da UNESP, Câmpus de Ourinhos-SP e Professora Credenciada no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP, Rio Claro-SP, onde orienta mestrado e doutorado. Também é Líder do Grupo GEOCART/CNPq/Brasil.



Tatiana Moreira está realizando pós-doutorado na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil, em parceria com a Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Portugal. Doutora em Linguística pela Universidade Federal de São Carlos, Brasil, com estágio sanduíche na Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. Mestre e especialista em Estudos Linguísticos pela Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil. Docente de Língua Portuguesa do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes - Campus Vitória), atuando na educação básica, na graduação e no Mestrado Profissional em Letras (Profletras). Principais temas de pesquisa: Movimento Hip Hop, em especial, rap e graffiti; autoria; paisagens urbanas; ensino de língua portuguesa e formação de professores.



RISCOS

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO
E SEGURANÇA



estudos,
CINDÍNICOS