



LARISSA MARIN SCARAMUSSA

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO ENTORNO DO
MONUMENTO NATURAL DO ITABIRA, ES, BRASIL**

**LAVRAS-MG
2023**

LARISSA MARIN SCARAMUSSA

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO ENTORNO DO MONUMENTO NATURAL
DO ITABIRA, ES, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, área de concentração em Saneamento e Geotecnia Ambiental, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Luís Antônio Coimbra Borges
Orientador

Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos
Coorientador

**LAVRAS-MG
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Scaramussa, Larissa Marin.

Vulnerabilidade ambiental no entorno do Monumento Natural
Do Itabira, ES, Brasil / Larissa Marin Scaramussa. - 2023.

54 p. : il.

Orientador(a): Luís Antônio Coimbra Borges.

Coorientador(a): Alexandre Rosa Dos Santos.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Unidade de Conservação. 2. Licenciamento Ambiental. 3.
Geotecnologias. I. Borges, Luís Antônio Coimbra. II. Dos Santos,
Alexandre Rosa. III. Título.

LARISSA MARIN SCARAMUSSA

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO ENTORNO DO MONUMENTO NATURAL
DO ITABIRA, ES, BRASIL**

**ENVIRONMENTAL VULNERABILITY OF NATURAL MONUMENT OF ITABIRA,
ES, BRAZIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, área de concentração em Saneamento e Geotecnia Ambiental, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 06 de fevereiro de 2023.
Dr. Luiz Otávio Moras Filho (UEMG)
Dr. Plínio Antônio Guerra Filho (UFMA)



Prof. Luís Antônio Coimbra Borges
Docente em Ciências Florestais
Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Luís Antônio Coimbra Borges
Orientador

Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos
Coorientador

**LAVRAS-MG
2023**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por providenciar tudo no tempo certo e me preparar pro caminho a mim confiado, especialmente nesta etapa da minha vida acadêmica.

À minha mãe, por ter assumido, arduamente, todas as responsabilidades do lar para que eu me dedicasse exclusivamente aos estudos e ao trabalho.

À minha amiga Marlice, a grande responsável por este momento, agradeço por me encorajar a buscar este crescimento pessoal e profissional, além dos conselhos, desabafos e presença diária.

Aos meus amigos e familiares, pela paciência e por entenderem as “ausências” para me dedicar aos estudos.

Ao Prof. Dr. Luís Antônio, meu orientador, pelo direcionamento, enriquecimento profissional e disponibilidade contínua durante todo o mestrado, contribuindo na minha formação e na construção deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alexandre Rosa, meu coorientador, por todo o conhecimento transmitido e por incentivar sempre a busca pelo melhor. Não imaginava que uma despreziosa matrícula na disciplina de SIG fosse mudar os planos e abrir um novo horizonte à minha frente, serei eternamente grata.

Aos meus colegas de UFLA, especialmente à Fernanda e Milena, pela troca de conhecimento, auxílio nos estudos e pelos momentos de descontração.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, pela oportunidade e estrutura para a conclusão do curso.

RESUMO

A instituição de áreas de elevado valor biológico e relevante beleza cênica por meio da criação de Unidades de Conservação (UC's) tem se tornado importante instrumento de proteção aos recursos ambientais no país, frente ao desenfreado avanço antrópico sobre ambientes naturais, seja para aumento da fronteira de produção agrícola, seja para o crescimento das cidades. A legislação que regulamenta a questão ambiental ainda parece apresentar-se de forma desatualizada e inconsistente, pois desde a edição do SNUC em 2000, muitas partes do seu escopo não foram regulamentadas. Os estudos de vulnerabilidade ambiental aliados à geotecnologia têm se mostrado uma importante ferramenta na identificação de áreas vulneráveis, e, conseqüentemente, no gerenciamento e proteção das UC's. Este trabalho objetivou analisar a vulnerabilidade ambiental no entorno do Monumento Natural do Itabira (MONAI), localizado no município de Cachoeiro de Itapemirim/ES, por meio de ferramentas geotecnológicas e avaliar o procedimento de licenciamento ambiental das empresas ali inseridas. As etapas metodológicas necessárias para este estudo foram: a) fotointerpretação do uso e ocupação da terra; b) seleção das variáveis antrópicas; c) aplicação da distância euclidiana nos vetores representativos das variáveis; d) aplicação da lógica *Fuzzy* nas matrizes das variáveis de distância euclidiana; e) aplicação do método Hierárquico Analítico (AHP) proposto por Saaty (1977); f) espacialização das áreas de vulnerabilidade ambiental no entorno do MONAI; e g) análise documental dos dados coletados na Secretaria de Meio Ambiente do município. Os conflitos de uso e ocupação da terra demonstraram presença majoritária de pastagens, representando 49,80% de toda a zona de amortecimento do MONAI, corroborando com o cálculo da distância euclidiana que atribuiu a esta variável o menor valor linear em relação à UC, 836 metros. Foram elencadas 8 variáveis antrópicas, das quais conferiu-se maior peso aos cultivos agrícolas, área urbana, solo exposto e pastagem, respectivamente. Dentre as 5 classes de vulnerabilidade definidas pelas quebras naturais de Jenks, observou-se que 57,14% de toda a zona de amortecimento do MONAI é representada pelas classes alta e muito alta. A espacialização das empresas potencialmente poluidoras foi confrontada com o mapa de vulnerabilidade ambiental, atestando que 84,77% delas estão inseridas nas áreas alta e muito alta de vulnerabilidade ambiental. A desatualização da lei de criação do MONAI e a inexistência de plano de manejo implicam no mapeamento de uma zona de amortecimento majoritariamente vulnerável ambientalmente. O mapa de vulnerabilidade ambiental resultante desta pesquisa fornece subsídios para a elaboração do plano de manejo e demarcação da zona de amortecimento do MONAI.

Palavras-chave: Unidade de Conservação. Zona de Amortecimento. Fragilidade Antrópica. Licenciamento Ambiental. Geotecnologias.

ABSTRACT

The institution of biological value areas through the creation of Natural Protected Areas is an important tool for protecting the country's environmental resources, to face advanced anthropic development on natural areas, either to increase agriculture production or for economic growth. Currently laws that regulates environmental issues are still outdated and inconsistent. Since SNUC edition in 2000 many parts of its scope have not been regulated. Environmental vulnerability studies combined with geotechnological tools has been an important device to identify the most vulnerable areas and consequently helps UC's protection. The objective of this study was analyze environmental vulnerability at buffer zone of Monumento Natural do Itabira (MONAI) in Cachoeiro de Itapemirim, Brazil, and evaluate environmental licensing procedure. Necessary methodological steps for this study were as follows: a) photointerpretation of land use occupancy; b) anthropic variables selection; c) application of euclidean distance function in variables vector images; d) application of fuzzy membership function in variables raster images; e) application of Analytical Hierarchical Process (AHP) by Saaty (1977); f) spatial classification of environmental vulnerability around MONAI; and g) documental analysis of databases at local government. Conflicts of land use occupation reveals a relevant presence of pasture areas, representing 49.80% of the entire buffer zone. This fact corroborates with its euclidean distance value that showed the lowest linear value, 836 meters. Eight anthropic variables have been incorporated, highlighting agriculture production, urban areas, exposed soil and pasture, respectively. Five vulnerability classes were defined by Jenks natural breaks. According to results, 57.14% of entire MONAI buffer zone is represented by the high and very high classes. Spatial analysis of companies was compare with environmental vulnerability map, showing that 84.77% of all companies are in high class of vulnerability. The outdated law creation of MONAI and the lack of a management plan results in a buffer zone so vulnerable. The present study can support management plan formulation and assist MONAI's buffer zone delimitation.

Keywords: Natural Protected Areas. Buffer Zone. Anthropic Fragility. Environmental License. Geotechnology.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1.	<i>Objetivo Geral</i>	11
2.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1	<i>Unidades de Conservação (UC's)</i>	11
3.2	<i>Monumento Natural</i>	12
3.3	<i>Zona de Amortecimento (ZA)</i>	14
3.4	<i>Licenciamento Ambiental em ZA</i>	14
3.5	<i>Fragilidade e vulnerabilidade ambiental</i>	17
3.6	<i>Uso de geotecnologias na análise ambiental</i>	18
4	MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1	<i>Área de estudo</i>	19
4.2	<i>Análise da vulnerabilidade antrópica no entorno do MONAI</i>	22
4.2.1	<i>Definição das variáveis de ações antrópicas</i>	24
4.2.2	<i>Espacialização da distância euclidiana</i>	25
4.2.3	<i>Padronização das imagens de distância euclidiana por meio da lógica nebulosa Fuzzy</i>	25
4.2.4	<i>Modelagem da vulnerabilidade ambiental antrópica</i>	26
4.3	<i>Licenciamento Ambiental no entorno do MONAI</i>	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	<i>Análise de vulnerabilidade antrópica no entorno do MONAI</i>	29
5.1.1	<i>Uso e ocupação da terra na zona de amortecimento do MONAI</i>	29
5.1.2	<i>Distância Euclidiana das imagens vetoriais representativas das variáveis antrópicas</i>	32
5.1.3	<i>Lógica nebulosa Fuzzy: funções de pertinência</i>	33
5.1.4	<i>Determinação dos pesos estatísticos pelo método AHP proposto por Saaty (1977)</i>	37
5.1.5	<i>Espacialização da vulnerabilidade ambiental antrópica do MONAI</i>	38
5.2	<i>Licenciamento ambiental no entorno da MONAI</i>	41
6	CONCLUSÃO	45
7	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

Ao longo do último século, a pressão antrópica exercida sobre os recursos naturais aumentou de maneira vertiginosa e descontrolada. O crescimento populacional e o conseqüente aumento da demanda de matéria-prima para saciar as necessidades de consumo da população têm ocasionado a conversão de áreas naturais em pastos e terras cultiváveis, além da extração de madeira e minerais, fatores estes que causam alterações na maioria dos biomas terrestres (TAMBOSI, 2008).

Aspirando garantir a proteção dos principais atributos existentes na vasta extensão territorial brasileira e na tentativa de reordenar uma legislação já existente, porém esparsa, instituiu-se a Lei nº 9.985 de 2000, criando o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Ela é considerada uma diretriz no gerenciamento de Unidades de Conservação (UC's), estabelecendo critérios desde a sua criação, implantação e gestão. Criadas por Decreto presidencial ou Lei, essas unidades estão divididas em duas categorias de manejo: de Proteção Integral e de Uso Sustentável.

Tão relevante quanto o seu interior, o entorno de uma UC é uma área de suma importância. Definida no SNUC como zona de amortecimento (ZA), são locais onde as atividades humanas estão sujeitas à normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade (BRASIL, 2000), servindo como efeito de amortecimento das atividades antrópicas sobre a área núcleo da unidade de conservação.

Não obstante a importância ambiental que as Unidades de Conservação possuem, limitados são os estudos efetivos na proteção e uso racional das mesmas e de seu entorno. O desenvolvimento de estudos em ZA's são fundamentais para fomentar as legislações em todas as esferas administrativas, contribuindo para que os órgãos ambientais competentes desenvolvam políticas públicas ambientais claras quanto às permissões e restrições, estabelecendo os projetos necessários, as atividades passíveis de licenciamento e demais estudos pertinentes.

Nesta conjuntura, o plano de manejo surge para abarcar a multiplicidade de atributos existentes nas Unidades de Conservação. Definido no SNUC como documento técnico com fundamento nos objetivos gerais de uma UC, mediante o qual se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, o plano de manejo torna-se a "identidade" das UC's.

Em teoria, os conceitos são estabelecidos de forma clara, mas a problemática dá-se por uma legislação desatualizada no que tange sua normatização. A complexidade na elaboração do plano de manejo associada à falta de recursos dos órgãos gestores, faz com que a maioria absoluta das UC's não disponha deste importante documento. Aliado a isso, grande parte das legislações municipais não preconizam as restrições específicas para zonas de amortecimento, nem em diretrizes do licenciamento ambiental, tampouco em leis de fiscalização ambiental.

Integrante do grupo de Proteção Integral, o Monumento Natural do Itabira (MONAI) está situado na porção sul do Espírito Santo, reconhecida internacionalmente por seu parque industrial de beneficiamento de rochas ornamentais. Por outro lado, sedia importantes áreas prioritárias à conservação instituídas em forma de UC, como a Floresta Nacional de Pacotuba, O Parque Estadual Mata das Flores e o Monumento Natural O Frade e a Freira.

Embora o MONAI integre uma categoria de UC com objetivos e usos restritivos, forte é o avanço de atividades econômicas em direção ao mesmo, com destaque às práticas agrícolas. O ambiente tipicamente rural aliado às aspirações econômico-sociais fazem com que o uso da terra nas propriedades particulares as quais o MONAI está inserido nem sempre esteja alinhado aos objetivos da UC. Daí a importância do órgão gestor no momento de sua instituição, ao considerar não só os atributos físicos e imateriais, mas garantir a participação da comunidade local por meio de consultas públicas.

Diante do complexo cenário de administração de uma UC, surge o papel de um dos principais instrumentos de gestão pública ambiental, o licenciamento, que gerencia as atividades econômicas no espaço territorial, inclusive no entorno de UC. Porém, a atual conjuntura revela-se de forma ineficaz na maioria dos municípios brasileiros, conforme observado em diversos estudos: Almeida et al. (2019), Santos (2017), Nascimento et al. (2017), Maciel et al. (2018), Ferreira et al. (2020) e De Sá et al. (2018).

Importante ferramenta no gerenciamento do espaço territorial, o uso de geotecnologias no mapeamento dos principais atributos ambientais fornece subsídios para sua gestão, indo ao encontro dos princípios conservacionistas. A análise espacial, a partir das ferramentas geotecnológicas, pode auxiliar na identificação das áreas e embasar a elaboração de documentos técnico-científicos através da integração de mapas diversos.

Santos (2014) afirma que pesquisas que abordam as condições do meio e suas potencialidades com a utilização de técnicas de geoprocessamento, tornam-se um conjunto de ferramentas fundamentais no auxílio à tomada de decisão. A autora acrescenta que tais geotecnologias permitem analisar os componentes da geodinâmica da Terra, tornando possível

caracterizar o ambiente e o quanto cada um dos componentes contribui para a vulnerabilidade do lugar.

Neste cenário, objetiva-se com este trabalho analisar a vulnerabilidade ambiental, com auxílio de geotecnologias, da zona de amortecimento do Monumento Natural do Itabira, localizado no município de Cachoeiro de Itapemirim, região sul do Espírito Santo.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar a vulnerabilidade ambiental da zona de amortecimento do Monumento Natural do Itabira, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar as áreas de maior vulnerabilidade às ações antrópicas no entorno do MONAI;
- Analisar e mapear o procedimento de licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras inseridas no entorno do MONAI;
- Identificar os conflitos ambientais resultantes da sobreposição do cenário de vulnerabilidade ambiental e das atividades poluidoras existentes na área de estudo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Unidades de Conservação (UC's)

Em 2000 foi instituída a Lei nº 9.985 que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Ela é considerada uma diretriz no gerenciamento de UC's, estabelecendo critérios desde a sua criação, implantação e gestão.

Uma das razões de se instituir as Unidades de Conservação foi manter a natureza menos alterada possível. O propósito era desacelerar a dilapidação dos sistemas de bens ambientais e estéticos, preservar a diversidade biológica e cultural, além de responder aos interesses de setores sociais que lutavam pela defesa da natureza (ANDRADE ET AL., 2016).

As UC's contribuem no cumprimento do conteúdo expresso no artigo 225 da Constituição Federal do Brasil, em que está descrito, em essência, para que todas as gerações, presentes e futuras, possuam o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado na situação de bem de uso comum, impondo-se ao poder público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo (BRASIL, 1988).

Criadas por Decreto presidencial ou Lei, essas unidades estão divididas em dois grupos: o de Proteção Integral e o de Uso Sustentável (TABELA 1). O Instituto Chico Mendes (ICMBio) gere as Unidades de Conservação Federais, totalizando 334 UC's, caracterizadas por rica biodiversidade e beleza cênica. Este montante significa que 171.424.192 hectares do território brasileiro são protegidos atualmente pelo órgão federal. Ao todo, o ICMBio gerencia 149 unidades de Proteção Integral e 183 de Uso Sustentável (ICMBio, 2023).

Tabela 1 - Categorias de manejo de Unidades de Conservação.

GRUPO	CATEGORIA
PROTEÇÃO INTEGRAL	Estação Ecológica Reserva Biológica Parque Nacional Monumento Natural Refúgio de Vida Silvestre
USO SUSTENTÁVEL	Área de Proteção Ambiental Área de Relevante Interesse Ecológico Floresta Nacional Reserva Extrativista Reserva de Fauna Reserva de Desenvolvimento Sustentável Reserva Particular do Patrimônio Natural

Fonte: ICMBio (2023).

3.2 *Monumento Natural*

Integrante do grupo das UC's de Proteção Integral, Couto et al. (2019) afirmam que o conceito de Monumentos Naturais do Brasil é relacionado com a categoria de área protegida III da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 1994).

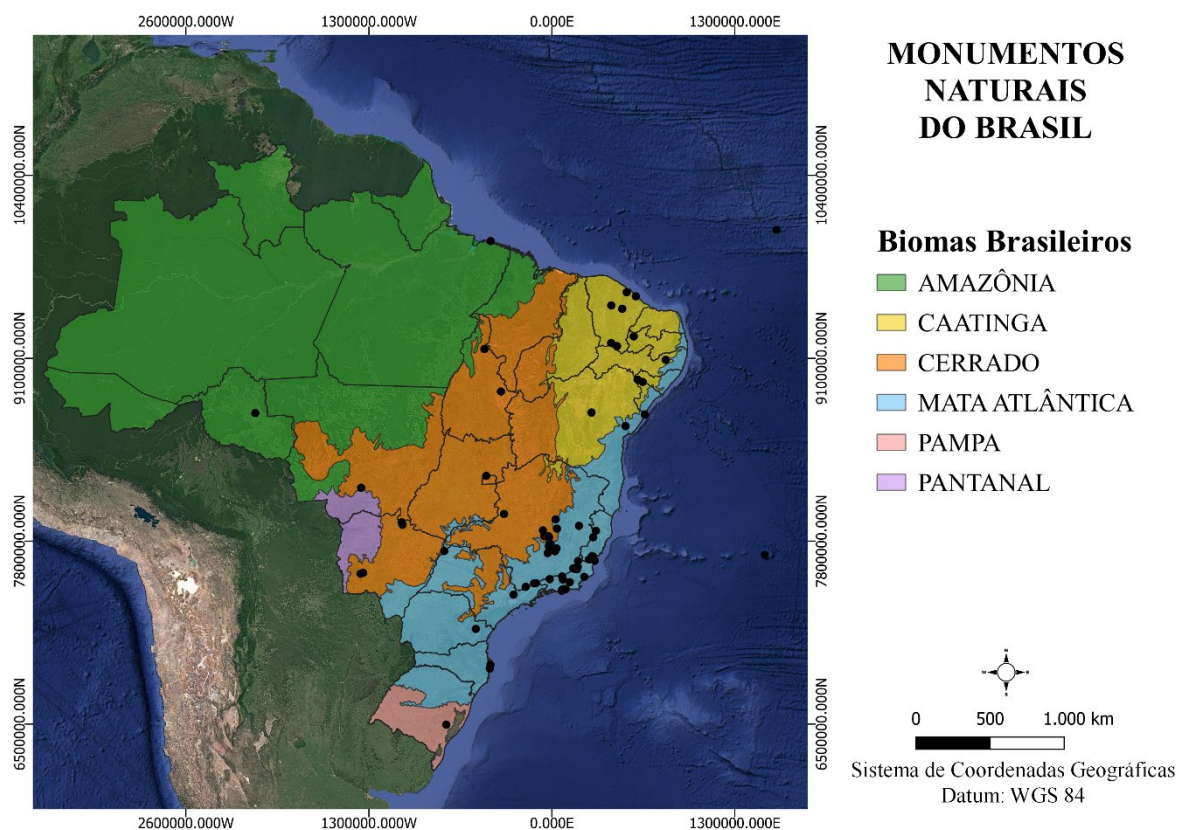
O Monumento Natural tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica e pode ser constituído por áreas particulares, tendo a visitação pública sujeita às condições e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade,

às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração e àquelas previstas em regulamento (BRASIL, 2000).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2022), existem no Brasil, atualmente, 73 Monumentos Naturais divididos entre 5 biomas brasileiros (FIGURA 1). Isto remete a 116.654,57 km² de área total protegida, sendo 114.869,50 km² localizados em área marinha. Apenas o bioma Pantanal não possui Monumento Natural cadastrado.

O bioma com maior quantidade de Monumentos Naturais é a Mata Atlântica com 41 UC's, seguido do Cerrado (18), Caatinga (11), Amazônia (2) e Pampa (1). Dentre estes, existem 10 Monumentos Naturais inseridos na porção marinha do território, sendo 8 na Mata Atlântica, 1 na Caatinga e 1 na Amazônia.

Figura 1 - Monumentos Naturais do Brasil.



Fonte: Da autora (2023).

Leuzinger et al. (2017) afirmam que os monumentos naturais, por abrangerem, em geral, áreas pouco extensas, são compatíveis com o domínio privado, caracterizando-se as limitações ao uso e gozo deles decorrentes como restrições internas ao direito de propriedade, ligadas ao cumprimento de sua função socioambiental. Os autores acrescentam que deixa a Lei, no

entanto, à escolha do proprietário, sofrer desapropriação ou aquiescer com as limitações geradas pela criação da UC.

3.3 *Zona de Amortecimento (ZA)*

A zona de amortecimento é definida no SNUC como o entorno de uma Unidade de Conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas à normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade (BRASIL, 2000).

A gestão correta da ZA pode evitar o isolamento das espécies nativas presentes na UC, alterações em seus fluxos gênicos, na estrutura e qualidade do hábitat, a extinção das espécies e a perda de biodiversidade (PRIMACK ET AL., 2002).

O gerenciamento destas áreas é de suma importância para proteger os principais atributos da UC. Atividades como poda e supressão arbórea, instalação de empreendimentos com potencial poluidor, uso e ocupação irregular do solo, movimentação de terra, entre outros, são frequentemente observados nas ZA's e impactam diretamente nas Unidades de Conservação.

Ribeiro et al. (2010) destacam que foi uma conquista as normativas exigirem a implantação das Zonas de Amortecimento para toda Unidade de Conservação, isto é, a adjacência da UC também fica passível de restrição, de maneira a diminuir os impactos derivados do aumento das pressões sobre os espaços protegidos.

Li et al. (2009) afirmam que os usos múltiplos das áreas de entorno de uma UC que não seguem normas de ordenamento frequentemente geram impactos, como poluição do solo e de corpos hídricos, introdução de espécies exóticas, isolamento e extinção local de espécies.

O §3º do Artigo 36 do SNUC estabelece que, quando o empreendimento afetar Unidade de Conservação específica ou sua Zona de Amortecimento, o licenciamento só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração (BRASIL, 2000).

Na maioria das vezes, os órgãos gestores não são consultados quando do licenciamento ambiental em Zona de Amortecimento, ou a unidade não tem legislação aprovada em forma de plano de manejo que possa nortear o processo licenciatório.

3.4 *Licenciamento Ambiental em ZA*

A Lei nº 6.938/81 (BRASIL, 1981) estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), o que, segundo Moraes (2016), tornou-se um marco legal para todas as políticas públicas de meio ambiente a serem desenvolvidas pelos entes federativos, havendo a partir desta data, pelo menos na teoria, uma integração e uma harmonização dessas políticas tendo como norte os objetivos e as diretrizes estabelecidas na referida lei federal. Um dos instrumentos da PNMA é o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras (BRASIL, 1981).

Ao longo dos anos, novos regimentos surgiram para regulamentar o licenciamento ambiental. Em 1986, a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 01 definiu algumas atividades consideradas modificadoras do meio ambiente que dependeriam da anuência de estudos de impacto ambiental para serem licenciados. Tais princípios foram reforçados em 1988, no Artigo 225 da Constituição da República Federativa do Brasil.

O conceito de zona de amortecimento surgiu no Brasil com o Decreto Federal nº. 99.274/90, em seu Artigo 27, que se refere às “áreas circundantes das unidades de conservação...”, que deverão sofrer restrições de uso. Este Decreto regulamentou a PNMA e a Lei nº. 6.902/81, que dispõe sobre a Criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental (VITALLI ET AL., 2009).

Vitalli et al. (2009) afirmam ainda que o Decreto nº. 99.274/90 embasou a edição da Resolução CONAMA nº. 13/90, a qual estabeleceu normas relacionadas ao licenciamento de obras no entorno das unidades de conservação, objetivando a proteção dos ecossistemas. Esta edição do referido conselho nacional estabeleceu que, para as áreas circundantes das UC's, num raio de dez quilômetros, qualquer atividade que pudesse afetar a biota deveria ser obrigatoriamente licenciada pelo órgão ambiental competente.

Em 1997, a Resolução CONAMA nº 237 dispôs, além dos conceitos dos procedimentos de licenciamento ambiental, sobre as delegações de competências às esferas administrativas federais, estaduais e municipais (CONAMA, 1997). Para mais, seu Artigo 12 trouxe o conceito de procedimento simplificado para as atividades e empreendimentos de pequeno potencial de impacto ambiental. Melo et al. (2019) afirmam que a partir do Decreto 99.274/1990 e da Resolução CONAMA 237/1997, pôde-se observar o conteúdo pormenorizado do atual licenciamento ambiental.

A promulgação da lei que criou o SNUC em 2000, reforçou, no Artigo 36, que o licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, quando afetar UC ou sua ZA, só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por

sua administração (BRASIL, 2000). Diante da necessidade de regulamentar a aplicação do supracitado artigo, foi publicada a Resolução CONAMA 428/2010, estabelecendo, entre outras coisas, as obrigаторiedades do órgão responsável pela administração da UC e dos órgãos licenciadores.

Tomando-se como base o Artigo 36, Christofoli (2014) destaca a possibilidade de dupla interpretação do mesmo, ao indagar quais seriam as aplicações da “autorização” do órgão responsável pela administração da UC para o órgão licenciador. O autor questiona se elas são vinculantes e podem impedir a continuidade de licenciamento ou se trata de mera manifestação, que deve ser considerada pelo órgão competente para o licenciamento ambiental, mas sem vincular as suas conclusões.

Somente em 2011, com a promulgação da Lei Complementar nº 140, que as competências foram delegadas de forma mais objetiva entre as esferas administrativas. Dos Santos (2017) afirma que a Lei Complementar buscou alinhar, fundamentalmente, as competências para o licenciamento, que até então estavam definidas de forma subjetiva na Resolução CONAMA 237/97.

Vitalli et al. (2009) destacam que, apesar da existência de normas jurídicas consolidadas, há controvérsias sobre a interpretação da legislação, o que dificulta a tomada de decisões por todos os atores envolvidos na prática conservacionista, desde o proprietário das terras inseridas na ZA, passando pelo gestor da unidade, por órgãos fiscalizadores, pelo Poder Executivo, e culminando em divergências na esfera jurídica.

Câmara Neta et al. (2015) apontam que há necessidade de adequação do processo de licenciamento ambiental que atenda satisfatoriamente órgãos ambientais e empreendedores, primando pela agilidade, qualidade e eficiência e com vistas a tornar-se um instrumento eficaz no que concerne à proteção ambiental sem inviabilizar o desenvolvimento econômico/social necessário e de forma sustentável.

Garbaccio et al. (2018) afirmam que o modelo atual de licenciamento ambiental trifásico se, por um lado, é capaz de garantir segurança no exame dos impactos ambientais de atividades empreendedoras, por outro lado, constitui medida excessivamente burocrática, não adequada aos impactos ambientais. Os autores acrescentam que, em função da complexidade normativa brasileira, criou-se um ambiente de insegurança jurídica ao ponto de colocar em xeque a tão objetivada proteção ambiental.

Neste cenário, a descentralização do licenciamento ambiental foi ganhando força. Nascimento et al. (2017) afirmam que dentre as medidas propostas para o aprimoramento do

licenciamento ambiental brasileiro está o estímulo à sua municipalização, tendo em vista as diretrizes da Lei Complementar.

Silva et al. (2021) avaliaram as propostas de mudanças na regulamentação do licenciamento ambiental no âmbito do Senado Federal e na Câmara dos Deputados. Os autores identificaram que as mudanças propostas orientam-se no sentido de promover maior celeridade na concessão das licenças, buscando adequar as regras processuais do licenciamento à limitada ou reduzida capacidade operacional dos órgãos ambientais. Eles destacaram ainda que o licenciamento tende a se tornar, a rigor, um rito minimalista a ser cumprido, e o mais grave, inócuo diante dos fins basilares aos quais deveria se prestar.

Santos (2017) afirma que, em tempos de discussão e propostas de flexibilização do licenciamento ambiental como se observa hoje no Brasil, vale ressaltar a importância de fazer planejamento prévio, de serem definidos objetivos, diretrizes, estratégias e caminhos construídos de forma participativa, materializando a vontade de uma maioria e não apenas de atores políticos e econômicos a quem, por fim, cabe a tomada de decisão.

3.5 *Fragilidade e vulnerabilidade ambiental*

A Fragilidade Ambiental é uma metodologia de análise ambiental baseada nos princípios da Ecodinâmica proposta por Tricart em 1977, onde são avaliadas as relações entre os componentes do meio físico e biológico, permitindo estimar quais os impactos que uma determinada atividade antrópica pode causar em uma determinada área (ASCIUTTI, 2021).

Tricart (1977) enfatiza que a compreensão sobre o meio ambiente permite uma visão de “conjunto” que vai ao encontro da complexidade intrínseca à natureza, consistindo no instrumento lógico ideal para estudo das problemáticas em torno da exploração dos recursos ambientais.

Asciutti (2021) afirma que Ross (1994) e Crepani (2001) são os maiores expoentes da fragilidade ambiental no meio acadêmico brasileiro e suas metodologias são a base de diversos estudos elaborados neste tema. Muitos trabalhos no Brasil classificam a fragilidade ambiental em potencial e emergente, sendo a primeira caracterizada por levar em consideração os aspectos físicos e a segunda a influência antrópica.

Figueiredo et al. (2010) ressaltam que a fragilidade ambiental está relacionada com a susceptibilidade de uma área em sofrer danos quando submetida a uma determinada ação. Os autores acrescentam que, quanto maior a vulnerabilidade, menor a chance de recuperação do

ambiente. Conhecer a vulnerabilidade de uma área a determinados fatores de pressão ambiental auxilia na priorização de investimentos públicos, normalmente escassos, em diferentes regiões.

As terminologias fragilidade e vulnerabilidade ambiental misturam-se no meio acadêmico associadas a metodologias distintas, mas em suma refletem o nível de susceptibilidade de uma área.

Santos (2014) afirma que existem muitas definições para o termo vulnerabilidade, que pode apresentar diferentes significados em função do fenômeno a que está relacionado. Para Klais et al. (2012), a vulnerabilidade natural refere-se à pré-disposição do ambiente de reagir a fatores naturais relacionados com a morfogênese e a pedogênese. Já a vulnerabilidade ambiental é definida pelos autores como qualquer susceptibilidade do ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer.

3.6 Uso de geotecnologias na análise ambiental

As metodologias que utilizam geotecnologias vêm se destacando como uma alternativa bastante viável para se reduzir significativamente o tempo gasto com o mapeamento das áreas a serem protegidas e por consequência otimizar o período hábil de fiscalização do cumprimento da legislação (PELUZIO ET AL., 2010).

Jensen (2009) relata que a utilização do geoprocessamento para o mapeamento de ambientes terrestres é uma das aplicações mais antigas, uma vez que é normalmente utilizada como subsídio para outros estudos, como os de monitoramento e de estimativas.

A associação de inteligência artificial em ambiente geotecnológico pode ajudar na identificação de áreas mais frágeis ambientalmente. Moreira et al. (2021) destacam que a aplicação da inteligência artificial no mercado florestal ainda é recente, mas já se expandiu e tem sido utilizada no monitoramento e no combate a incêndios, identificação de pragas, caracterização de áreas produtivas, planejamento, otimização florestal, sensoriamento remoto, cálculos de risco e de vulnerabilidade.

Ghezzi (2003) afirma que o mapeamento da fragilidade ambiental vai ao encontro dos princípios de conservação dos recursos naturais e desenvolvimento sustentável. Vashchenko et al. (2007) destacam a importância desse tipo de estudo em trabalhos de zoneamento em unidades de conservação e em outros tipos de áreas protegidas.

Adriano (2019) assegura que a elaboração de um mapa síntese de fragilidade ambiental contribui no conhecimento sobre o grau de conservação ambiental apresentado por determinada

área, assim como sobre a existência de terrenos que apresentem alto grau de instabilidade potencial e emergente. A autora acrescenta que o mesmo pode ser elaborado para estudos preliminares à criação de UC e zonas de amortecimento, agindo como um instrumento de apoio técnico que atende às necessidades de planejamento e ordenamento dos diferentes meios ambientes.

Santos et al. (2012) destacam a crescente dependência das pesquisas às geotecnologias, pois sabe-se que a localização é um componente vital para a tomada de decisão e que, no futuro, com o avanço tecnológico, serão implementadas novas formas de obtenção e processamento de dados espaciais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O estudo contempla uma Unidade de Conservação do grupo de Proteção Integral, da categoria Monumento Natural e sua zona de amortecimento, inserida na região sul do estado do Espírito Santo (ES), na cidade de Cachoeiro de Itapemirim (FIGURA 2), reenquadrada e redimensionada através da Lei Municipal nº 6.177 de 08 de dezembro de 2008.

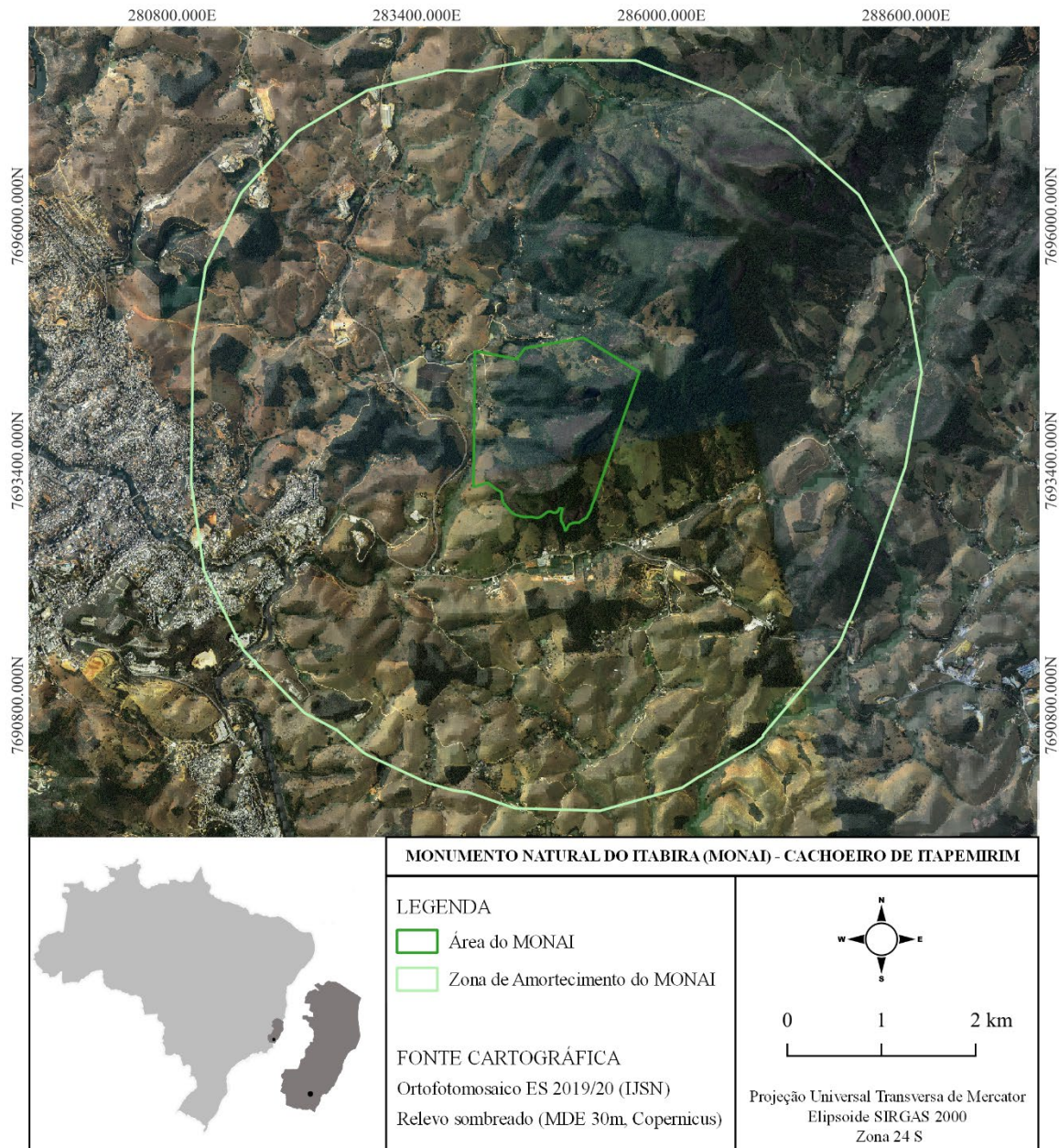
Nomeada como Monumento Natural do Itabira (MONAI), a UC ocupa uma área de, aproximadamente, 2,58 km², demarcada pela coordenada geográfica média 285153 E / 7694213 N (UTM, elipsoide SIRGAS 2000, zona 24 S). A zona de amortecimento do Monumento atualmente compreende um raio de 3 km a partir do limite da UC, totalizando 49,35 km² e é melhor descrita no tópico 4.3. A entidade gestora da UC é a Gerência de Recursos Naturais da Secretaria de Meio Ambiente de Cachoeiro de Itapemirim (SEMMA), com sede na porção sudeste da cidade.

O MONAI é caracterizado por uma formação rochosa, cujo formato se assemelha a um dedo indicador apontado para o céu. Com cerca de 600 metros de altitude, antepassados afirmam que seu nome vem do tupi guarani e significa "pedra empinada" ou "pedra brilhante" (FIGURA 3).

Segundo a classificação climática proposta por Köppen, a área de estudo é caracterizada por Aw, ou seja, tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão. De acordo com o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER (1999), o município é caracterizado por terras quentes, acidentadas e secas, com temperatura média

mínima no mês mais frio variando de 11,8 a 18° C e média máxima no mês mais quente entre 30,7 a 34° C.

Figura 2 - Localização geográfica do Monumento Natural do Itabira, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil.



Fonte: Da autora (2023).

Figura 3 - Monumento Natural do Itabira, Cachoeiro de Itapemirim/ES.



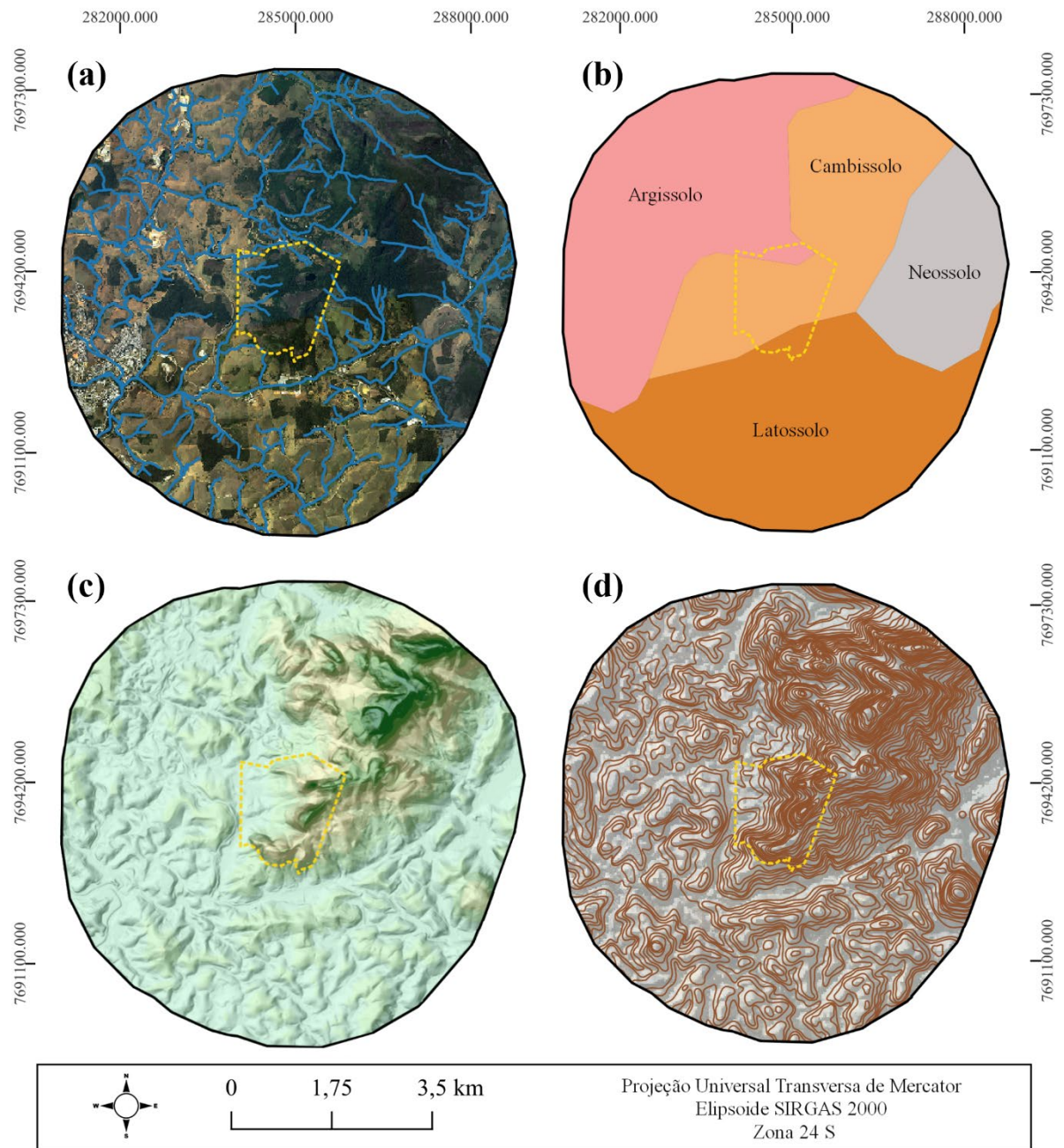
Fonte: Da autora (2021).

O município está situado em área com solos de baixa e média fertilidade, com topografia predominantemente ondulada e acidentada. A região tropical é caracterizada por Latossolos (solos profundos) devido ao alto grau de intemperismo causado pelo clima, que favorece os agentes intemperizadores (EMBRAPA, 2013). A Figura 4 demonstra alguns atributos da área de estudo.

A hidrografia da área destaca a presença do Rio Itapemirim, com extensão aproximada de 212 km, dos quais 2,14 km estão inseridos na ZA do MONAI, cortando a cidade de Cachoeiro de Itapemirim. Sua nascente encontra-se no município de Ibitirama, região do Caparaó e a foz no oceano Atlântico na altura do município de Marataízes.

Relevante recurso cartográfico na representação das diferenças de altitudes, as curvas de nível da região apontam a menor cota como 0 metros e a maior 780 metros. Em se tratando dos limites do MONAI, a maior cota verificada é 600 metros.

Figura 4 – Atributos físicos da área de estudo.



Legenda: a) Hidrografia e canais de drenagem (Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA, 2012/14), b) Classificação dos solos (GEOBASES, 2016), c) Relevo sombreado (GEOIEMA) e d) Curvas de nível (IEMA, 2015).

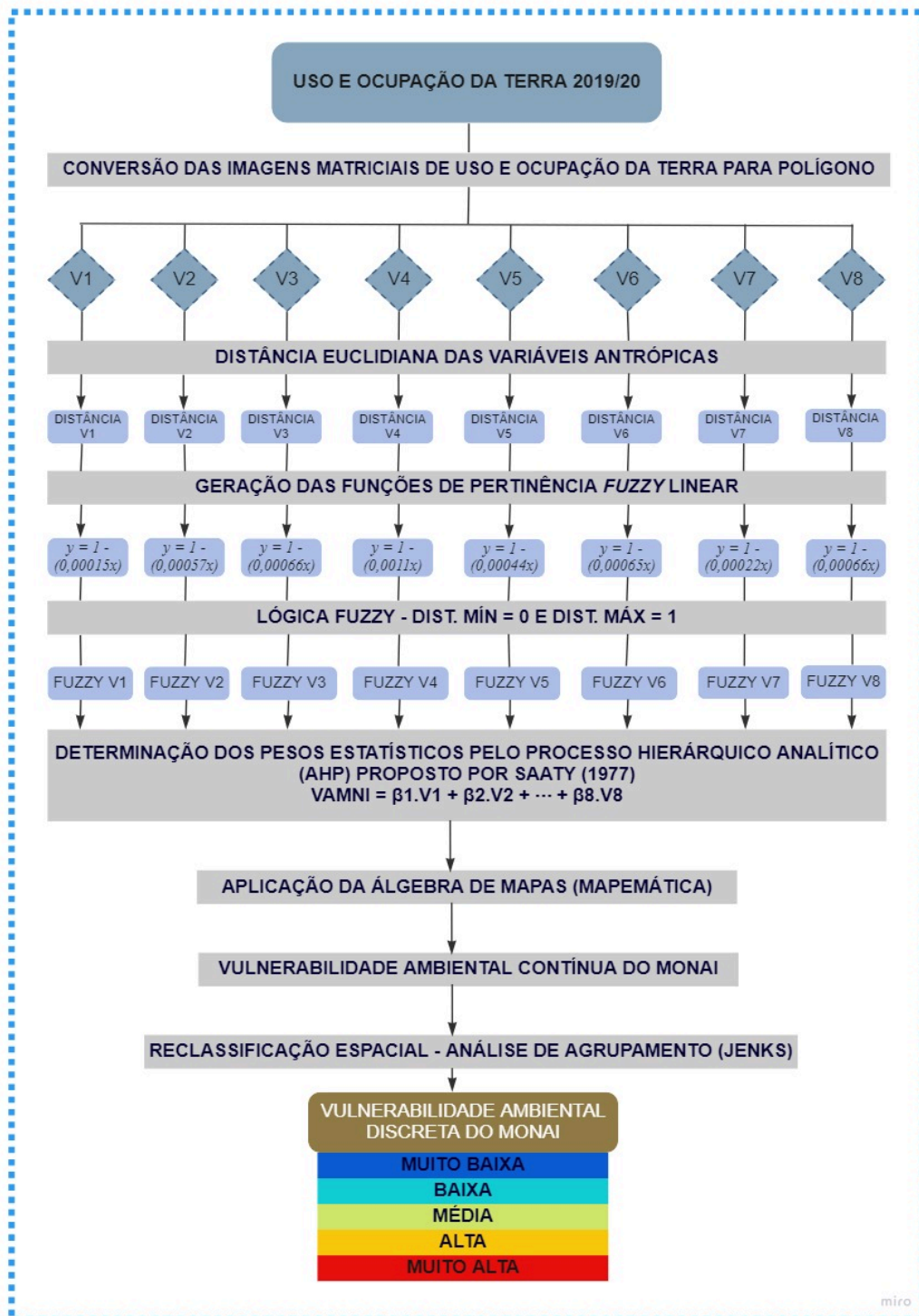
Fonte: Da autora (2023).

4.2 Análise da vulnerabilidade antrópica no entorno do MONAI

As etapas metodológicas para a espacialização da vulnerabilidade antrópica ambiental no entorno do MONAI basearam-se no método utilizado por Santos (2014) e Nery (2018), adaptando a este estudo, e são demonstradas na Figura 5. A partir da conversão das imagens

matriciais de uso e ocupação da terra, foi realizado o cálculo das distâncias euclidianas para a geração das funções de pertinência *Fuzzy*, determinando os pesos estatísticos do modelo de Saaty (1977) para, então, avaliar a vulnerabilidade antrópica ambiental do entorno do MONAI. Os procedimentos são detalhados em tópicos subsequentes.

Figura 5 – Fluxograma metodológico representando todas as etapas necessárias para espacialização da vulnerabilidade ambiental no entorno do MONAI.



Fonte: Nery (2018), adaptado.

4.2.1 Definição das variáveis de ações antrópicas

Nesta etapa objetiva-se demonstrar as ações resultantes da ocupação humana, numa proximidade de 3 km, no que tange a zona de amortecimento do MONAI. A imagem vetorial de uso e ocupação da terra foi obtida por meio de fotointerpretação, em escala de 1:2.500, sendo a base de dados a Ortofotomosaico, realizada pela empresa Instituto Jones dos Santos Neves entre os anos de 2019 e 2020, com articulação dos mosaicos em blocos de 10 x 10 km. Para confirmar a veracidade das informações foram realizadas visitas de campo e observação de imageamento aéreo através do *Google Earth Pro*.

As variáveis antropogênicas identificadas na imagem vetorial de uso e ocupação da terra foram classificadas como:

V_1 : Área urbana;

V_2 : Cultivos agrícolas;

V_3 : Área edificada;

V_4 : Pastagem;

V_5 : Silvicultura;

V_6 : Solo exposto;

V_7 : Estrada pavimentada; e

V_8 : Estrada não pavimentada.

Faz-se necessária a discriminação de área urbana e edificada por se tratar de ocupações com características totalmente distintas. A primeira, refere-se a alguns bairros da sede da cidade de Cachoeiro de Itapemirim, ou seja, área urbana consolidada definida no plano diretor municipal, edificada por residências, comércios e indústrias, que dispõe de sistema viário implantado e demais equipamentos de infraestrutura urbana como esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, distribuição de energia elétrica e iluminação pública, drenagem de águas pluviais, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. A segunda refere-se à área edificada em ambiente rural, normalmente isolada de outras edificações, que pode ser descrita como sede de propriedades rurais, currais, estruturas em alvenaria diversas e empresas de setores diversos, sem qualquer existência de dispositivos de infraestrutura urbana.

A imagem vetorial de uso e ocupação da terra foi convertida em imagens vetoriais individualizadas representativas de cada uma das oito variáveis antropogênicas definidas para o estudo, através do aplicativo computacional *QGIS*, versão 3.22.6.

4.2.2 *Espacialização da distância euclidiana*

A distância euclidiana é a distância entre dois pontos, aplicada com base no teorema de Pitágoras. Para calculá-la, aplicou-se no *QGIS* a função do provedor de algoritmo Sistema Automatizado de Análise Geoespacial (SAGA) “*Proximity Raster*” nas camadas vetoriais de todas as oito variáveis antrópicas definidas neste estudo. O objetivo foi gerar imagens matriciais de distância em relação aos polígonos representativos de cada variável antropogênica. A distância é apresentada em metros uma vez que o sistema de coordenadas geográficas adotado foi a Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM).

Em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), a distância euclidiana corresponde à distância do pixel de ocorrência até as extremidades da imagem, ou seja, até o local onde não ocorre vulnerabilidade à ação antrópica. A análise permite inferir que, quanto mais próximo de uma variável antropogênica, maior será a vulnerabilidade ambiental.

4.2.3 *Padronização das imagens de distância euclidiana por meio da lógica nebulosa Fuzzy*

A lógica *Fuzzy*, também denominada nebulosa, é a forma de lógica multivalorada, na qual os valores das variáveis podem assumir qualquer número real entre 0 e 1 (LANZILLOTTI, 2014). Lopes et al. (2019) afirmam que os modelos baseados em lógica *Fuzzy* permitem uma maior flexibilidade nas combinações de mapas com pesos e podem ser implementados no SIG.

Com o intuito de gerar um modelo matemático de vulnerabilidade ambiental que representasse, de maneira global, todas as variáveis antropogênicas, foi necessário padronizar todas as imagens de distância euclidiana.

Uma função de pertinência foi definida para cada variável antrópica estudada, representada por:

$$y = 1 - (\beta_n \cdot x) \tag{1}$$

Em que:

y : variável dependente representada pela imagem matricial padronizada entre os valores 0 e 1;
 β_n : constante que representa a inclinação da reta;
 x : variável independente representada pela imagem de distância euclidiana de cada variável.

De posse das funções de pertinência de cada variável aplicou-se, no aplicativo computacional QGIS, a função “*Raster Fuzzify*” com associação linear, visando a geração de matrizes padronizadas pela lógica *Fuzzy*. As áreas consideradas mais vulneráveis aos impactos das atividades antrópicas são indicadas quando o valor real da variável estiver próximo de 1 e as áreas menos vulneráveis quando o valor real da variável for próximo a 0.

4.2.4 Modelagem da vulnerabilidade ambiental antrópica

A análise multicritério é um método de análise de alternativas para a resolução de problemas que utiliza vários critérios relacionados ao objeto de estudo, sendo possível identificar alternativas prioritárias para o objeto considerado (FRANCISCO ET AL., 2007).

Segundo Malczewski (2004), duas considerações são de extrema importância para a utilização da avaliação multicriterial: (I) a capacidade do SIG de adquirir, armazenar, recuperar, manipular e analisar os dados georreferenciados e (II) a capacidade de combinar esses dados e os conceitos dos tomadores de decisão em alternativas de decisão.

Com o intuito de elaborar a modelagem de fragilidade ambiental antrópica para a área de estudo, foi escolhido o Processo Hierárquico Analítico (AHP) proposto por Saaty (1977). Segundo o autor, este método permite estruturar uma decisão em níveis hierárquicos, determinando, por meio da síntese de valores dos decisores, uma medida global para cada uma das alternativas, priorizando-as ou classificando-as ao final do método (SAATY, 1988).

As variáveis representadas pela vulnerabilidade ambiental foram comparadas uma a uma com valores variando de 1 (igualmente importante) a 9 (extremamente importante), fazendo uso da escala fundamental de Saaty (TABELA 2). Segundo Nery (2018), o AHP é capaz de estabelecer uma relação importante entre as variáveis consideradas.

Tabela 2 - Pesos do modelo de Saaty. (continua)

VALORES	IMPORTÂNCIA MÚTUA
1/9	Extremamente menos importante que
1/7	Muito fortemente menos importante que
1/5	Fortemente menos importante que
1/3	Moderadamente menos importante que

1	Igualmente importante a
3	Moderadamente mais importante que
5	Fortemente mais importante que
7	Muito fortemente mais importante que
9	Extremamente mais importante que
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes

Fonte: Saaty (1977), apud Rosot (2000), adaptado. (conclusão)

O método de elaboração da matriz através da escala de comparação permite definir linearmente a hierarquia de importância entre as variáveis estudadas.

De acordo com Santos (2010), a fase de escolha dos pesos das variáveis é considerada uma das mais importantes de todo o processo de construção, e que para chegar a esses valores o pesquisador pode: (I) utilizar suas experiências, e em visitas de campo definir a escala de importância; (II) por meio do levantamento bibliográfico comprovar sua tese de que um impacto possui mais importância que o outro e (III) reunir uma equipe multidisciplinar, trabalhando em conjunto, com visitas de campo, debates etc. para definir a escala que mais se aproxima da realidade.

Para o presente estudo, optou-se por unir as três ideias acima descritas para se obter um melhor resultado. A validação do modelo é obtida pelo cálculo da Razão de Consistência (RC), dado pela divisão do Índice de Consistência (IC) pelo Índice aleatório (IR), este último com valor extraído para matriz quadrada de ordem $n=8$ (número de variáveis em estudo), segundo o Laboratório Nacional de Oak Ridge, EUA. O modelo é considerado validado desde que haja uma Razão de Consistência inferior a 10%.

Após a padronização dos dados e a definição dos pesos das variáveis, o seguinte modelo matemático foi proposto:

$$VAMNI = \beta_1.V_1 + \beta_2.V_2 + \dots + \beta_8.V_8 \quad (2)$$

Em que:

VAMNI: vulnerabilidade ambiental do Monumento Natural do Itabira;

β_n : pesos estatísticos definidos pelo modelo AHP respectivo, com razão de consistência inferior a 10%;

V_n : variáveis ambientais antrópicas.

Os cálculos foram realizados no aplicativo computacional *QGIS versão 3.22.6*, utilizando-se da ferramenta “*Calculadora Raster*”, gerando mapas de diversas classes. Com o

intuito de melhor visualizar os resultados, os mapas foram reclassificados de acordo com as quebras naturais de Jenks, que adota uma metodologia de agrupamento de dados, projetado para determinar o melhor arranjo de valores em diferentes classes (McMASTER, 1997). Foram utilizadas cinco classes para encontrar as variações de vulnerabilidade antrópica: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

4.3 *Licenciamento Ambiental no entorno do MONAI*

A UC foi instituída por meio da Lei 2.856 de 16 de setembro de 1988, criando o “Parque Municipal do Itabira”. Anos depois, foi promulgada a Lei 5.774 de 04 de outubro de 2005, que reavaliou e enquadrou a UC como Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Itabira. Tal ato foi revogado pela Lei 6.177 de 08 de dezembro de 2008, que alterou novamente a categoria para Monumento Natural, que prevalece até o momento.

Em 06 de março de 2014, foi promulgada a Lei 6.954 que ampliou, redimensionou e reposicionou a UC e estabeleceu a Zona de Amortecimento. Porém, o ato foi revogado por Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADIN), proferida pelo Tribunal de Justiça do ES.

No tempo atual, o órgão gestor do Monumento Natural do Itabira (Secretaria de Meio Ambiente de Cachoeiro de Itapemirim- SEMMA), contratou uma empresa para elaboração de um Atlas Cartográfico e de um estudo intitulado “Adequação dos Limites do Monumento Natural do Itabira (MONAI) e de sua Zona de Amortecimento”. O desenvolvimento destes projetos encontra-se na primeira fase.

Enquanto não é definido um embasamento legal, o município tem adotado como perímetro da Unidade o delimitado como área tombada pelo Conselho Estadual de Cultura. E quanto à zona de amortecimento, considera-se um raio de 3 km para as atividades potencialmente poluidoras, de acordo com o Inciso III do Art. 3º da Resolução nº 02/2013 do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA):

Nos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA/RIMA e nos processos de autorização de intervenção e/ou supressão vegetal o órgão ambiental licenciador deverá consultar o órgão responsável pela administração da UC, quando a atividade:

III - estiver localizada no limite de até 3 km (três Quilômetros) da UC, cuja ZA não tenha sido estabelecida.

Parágrafo único. Em Áreas Urbanas Consolidadas, APA e RPPN, não se aplicará o disposto no inciso III.

Ao aplicar o raio de 3 km, a ZA do MONAI abrange uma parte do centro urbano da cidade, área esta tipicamente antropizada, porém, amparada pelo parágrafo único da supracitada resolução estadual, por se tratar de área urbana consolidada. A feição circular compreende, aproximadamente, 49,35 km² de zona de amortecimento.

Esta etapa pauta-se, então, pela análise documental dos dados coletados na Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município de Cachoeiro de Itapemirim. Realizou-se uma pesquisa através de leis, decretos e resoluções vigentes no município, que norteiam o licenciamento ambiental municipal. Os estudos de caso são ferramentas frequentemente utilizadas nas pesquisas relacionadas à legislação, pois demonstram as realidades distintas de cada localidade.

Foram consultados os processos que tramitam na SEMMA nas Gerências de Licenciamento Ambiental (GLA) e de Recursos Naturais (GRN), esta última gestora do MONAI, a fim de avaliar as modalidades de licenças emitidas e mapear as principais atividades econômicas existentes no entorno da UC.

O mapeamento das empresas potencialmente poluidoras foi realizado com o auxílio do software computacional *QGIS versão 3.22.6*, elaborando arquivos em formato vetorial. O resultado será, ao final, confrontado com o mapa de vulnerabilidade ambiental, com o intuito de relacionar as atividades poluidoras com as áreas mais vulneráveis no entorno do MONAI.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir dos procedimentos metodológicos descritos, sendo subdividido em duas subseções: a primeira demonstra os mapas resultantes da análise de vulnerabilidade ambiental em relação às variáveis antrópicas da área de estudo e a segunda trata do mapeamento das atividades potencialmente poluidoras existentes no entorno do MONAI.

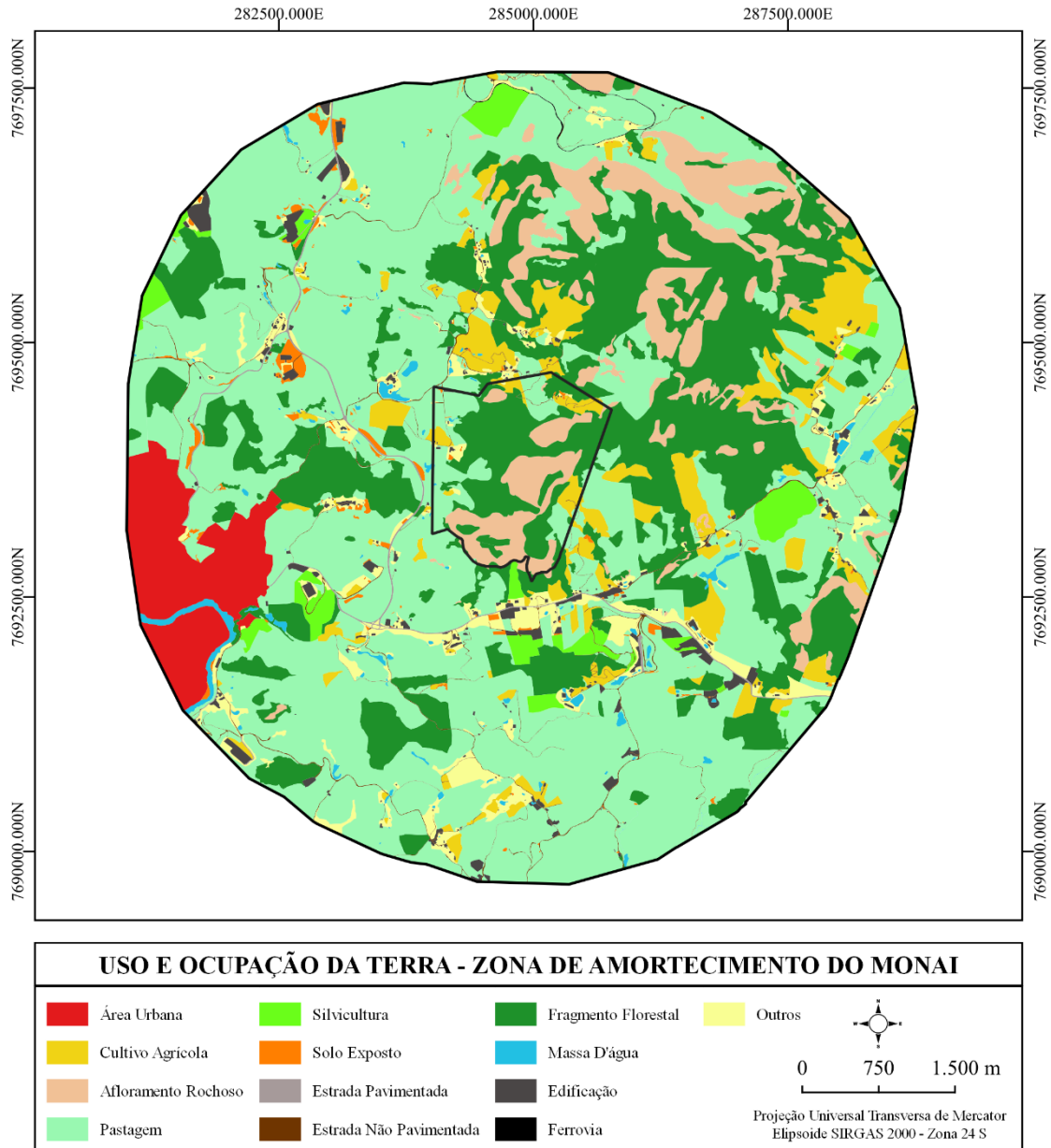
5.1 Análise de vulnerabilidade antrópica no entorno do MONAI

5.1.1 Uso e ocupação da terra na zona de amortecimento do MONAI

A fotointerpretação da área de estudo resultou em um mapa de uso e ocupação da terra (FIGURA 6), que identificou, especialmente, 13 classes, conforme demonstrado na Tabela 3.

Observa-se que quase metade da área é ocupada por pastagens (49,80%), nem sempre associada a fins pecuários.

Figura 6 - Uso e ocupação da terra na zona de amortecimento do Monumento Natural do Itabira, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo.



Fonte: Da autora (2023).

Tabela 3 - Uso e ocupação da terra na zona de amortecimento do Monumento Natural do Itabira, de acordo com imagens de 2019/20, para um raio de 3 km. (continua)

USO E OCUPAÇÃO DA TERRA	ÁREA (km ²)	PORCENTAGEM (%)
Área urbana	2,001	4,05

Cultivo agrícola	2,873	5,82
Solo exposto	0,351	0,71
Estrada pavimentada	0,204	0,41
Estrada não pavimentada	0,416	0,84
Fragmento florestal	11,442	23,18
Silvicultura	1,038	2,10
Massa D'água	0,411	0,83
Ferrovia	0,028	0,06
Área edificada	0,741	1,50
Afloramento rochoso	3,534	7,16
Pastagem	24,584	49,80
Outros	1,742	3,53

Fonte: Da autora (2023).

(conclusão)

As áreas com menor interferência antrópica compõem 31,17% da ZA, representadas majoritariamente pelos fragmentos florestais (23%), contemplados neste estudo como mata nativa e vegetação secundária em estágios inicial e secundário de regeneração. É possível inferir que grande parte destes fragmentos estão inseridos em local com relevo declivoso, com a presença de afloramentos rochosos, característica típica da própria área do MONAI.

Os cultivos agrícolas representam 5,82% da zona de amortecimento, dentre os quais destacam-se café e banana. Vale ressaltar que, apesar de porcentagem teoricamente pequena, percebe-se que os mesmos estão alocados em sua maioria no entorno do MONAI. Imagens aéreas de sequência histórica do local indicam um aumento destas áreas nos últimos anos.

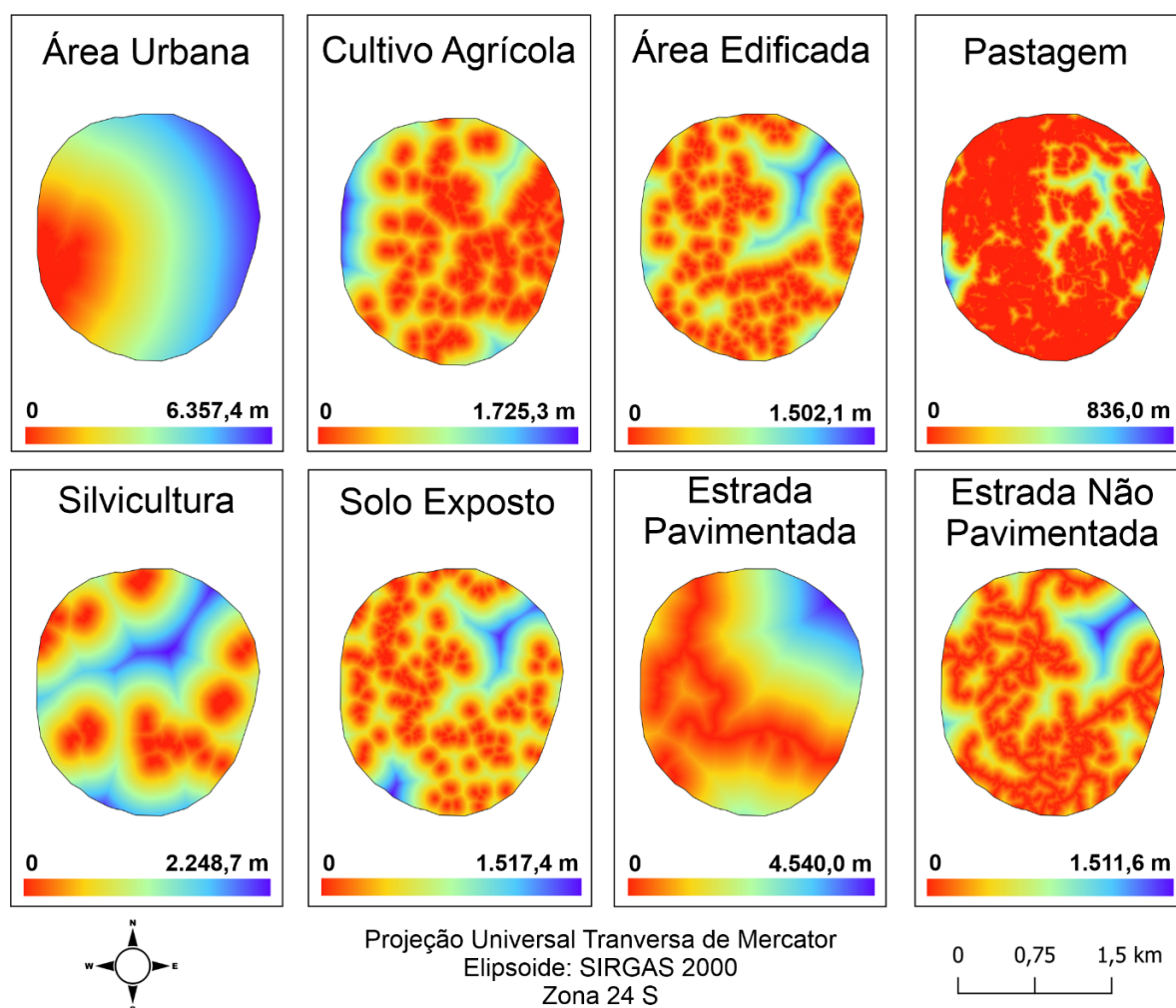
Tomando-se como referência o uso e ocupação da terra dentro dos limites do MONAI, destaca-se a predominância dos fragmentos florestais, representando 44,81% de toda a área, seguido de afloramento rochoso com 26,78%. Dentre as variáveis antrópicas ali inseridas, 19,88% da área é caracterizada por pastagens e 6,35% ocupada por cultivos agrícolas. As demais classes ali mapeadas em pequena escala foram silvicultura, solo exposto, estrada não pavimentada, massa d'água, área edificada e outros, cada uma não chegando a representar 1% da área.

A análise da ocupação da terra na zona de amortecimento e no limite do MONAI requer cautela às variáveis pastagem e cultivo agrícola, presentes em quantidades significativas, e norteia a etapa de estipulação dos pesos das mesmas em detrimento das demais.

5.1.2 Distância Euclidiana das imagens vetoriais representativas das variáveis antrópicas

Os mapas representativos de distância euclidiana para as oito variáveis estudadas estão dispostos na Figura 7. Dentre as variáveis antropogênicas encontradas, destacam-se a área urbana, estrada pavimentada e silvicultura, com valores lineares máximos de distância em relação à UC, equivalentes a 6.357,4 m, 4.540,0 m e 2.248,7 m, respectivamente. É sabido que, quanto mais próximo de uma determinada variável antropogênica, maiores os impactos ambientais na UC. Subentende-se que essas variáveis tendem a influenciar com menor significância a vulnerabilidade ambiental antrópica da área de estudo.

Figura 7 - Distância euclidiana das variáveis antrópicas da ZA do MONAI.



Fonte: Da autora (2023).

As variáveis que apresentaram menor distância foram pastagem, área edificada, estrada não pavimentada, solo exposto e cultivo agrícola com valores de 836,0 m, 1.502,1 m, 1.511,6 m, 1.517,4 m e 1.725,3 m, respectivamente. Por apresentarem menor distância, estas variáveis tendem a influenciar com maior significância na vulnerabilidade ambiental do Monumento Natural.

Em consonância com o mapa de uso e ocupação da terra já apresentado, um dos principais problemas observados na área de estudo é a presença majoritária de pastagens, conferindo menor distância da UC. Nem sempre elas estão associadas à bovinocultura, para mais, em alguns pontos observou-se a evolução para solo exposto, com perda e remoção total da cobertura do solo. Sabe-se que as pastagens originam-se após a destruição da vegetação original, apresentando-se um ponto de alerta à gestão do MONAI, para gerenciar estas áreas e evitar seu possível avanço aos limites da UC.

5.1.3 *Lógica nebulosa Fuzzy: funções de pertinência*

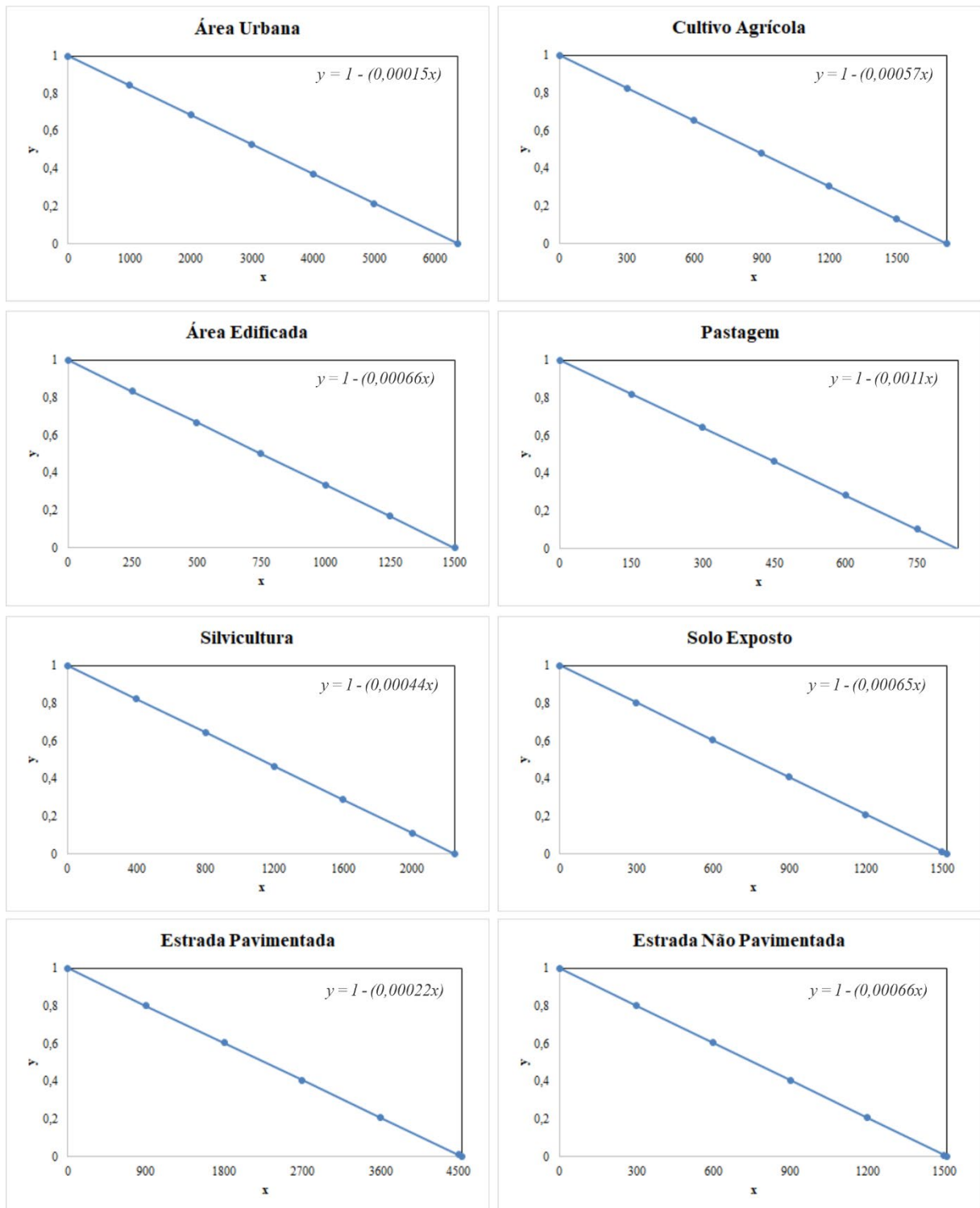
Os resultados da lógica nebulosa *Fuzzy* são apresentados na Figura 8 por meio de diagramas das funções de pertinência representativas das variáveis antrópicas estudadas. Foi aplicada uma função de associação (função de pertinência *Fuzzy* linear decrescente) sobre cada variável antropogênica representada pela sua distância euclidiana.

Ao observar tais resultados, é possível concluir acerca da fragilidade no entorno da MONAI para cada variável, sendo que as áreas consideradas mais vulneráveis são aquelas que apresentam valores reais do conjunto *Fuzzy* próximos a 1, enquanto as áreas menos vulneráveis, valores próximos a 0.

A Figura 9 demonstra os resultados da espacialização da lógica *Fuzzy* para as variáveis antrópicas em forma matricial. Das variáveis utilizadas, aquelas que conferem maior vulnerabilidade ao meio ambiente, por apresentarem menor distância euclidiana e valores do conjunto *Fuzzy* dos intervalos mais próximos a 1 são pastagem, área edificada, estrada não pavimentada, solo exposto e cultivo agrícola.

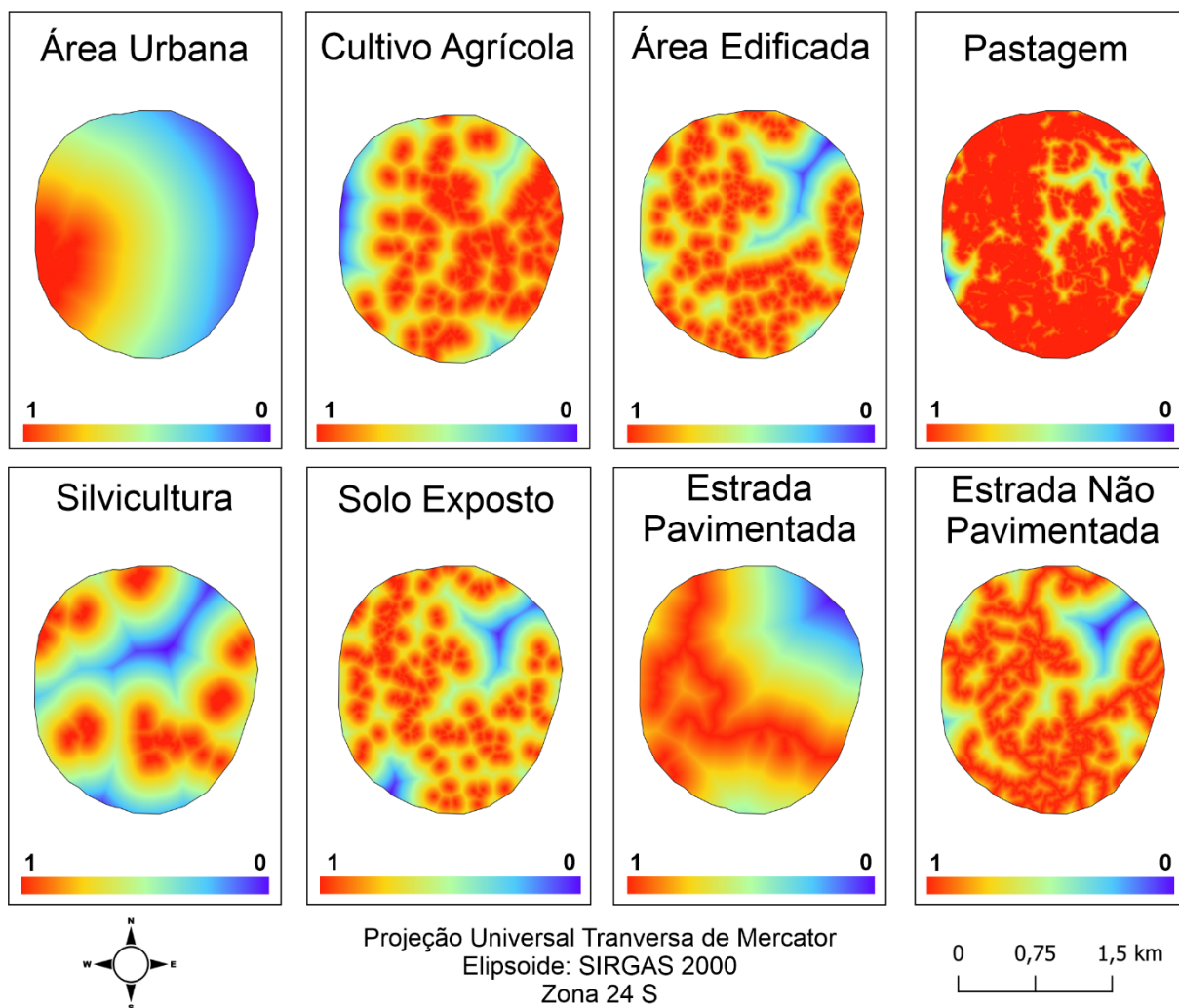
Um dos principais problemas observados é que as supracitadas variáveis estão muito bem distribuídas em toda a área de estudo, influenciando de forma significativa na vulnerabilidade do Monumento Natural e seu entorno.

Figura 8 - Diagramas das funções de pertinência (*Fuzzy* linear decrescente) representativas das variáveis antropogênicas identificadas na zona de amortecimento do MONAI.



Fonte: Da autora (2023).

Figura 9 - Lógica *Fuzzy* das variáveis matriciais antrópicas.



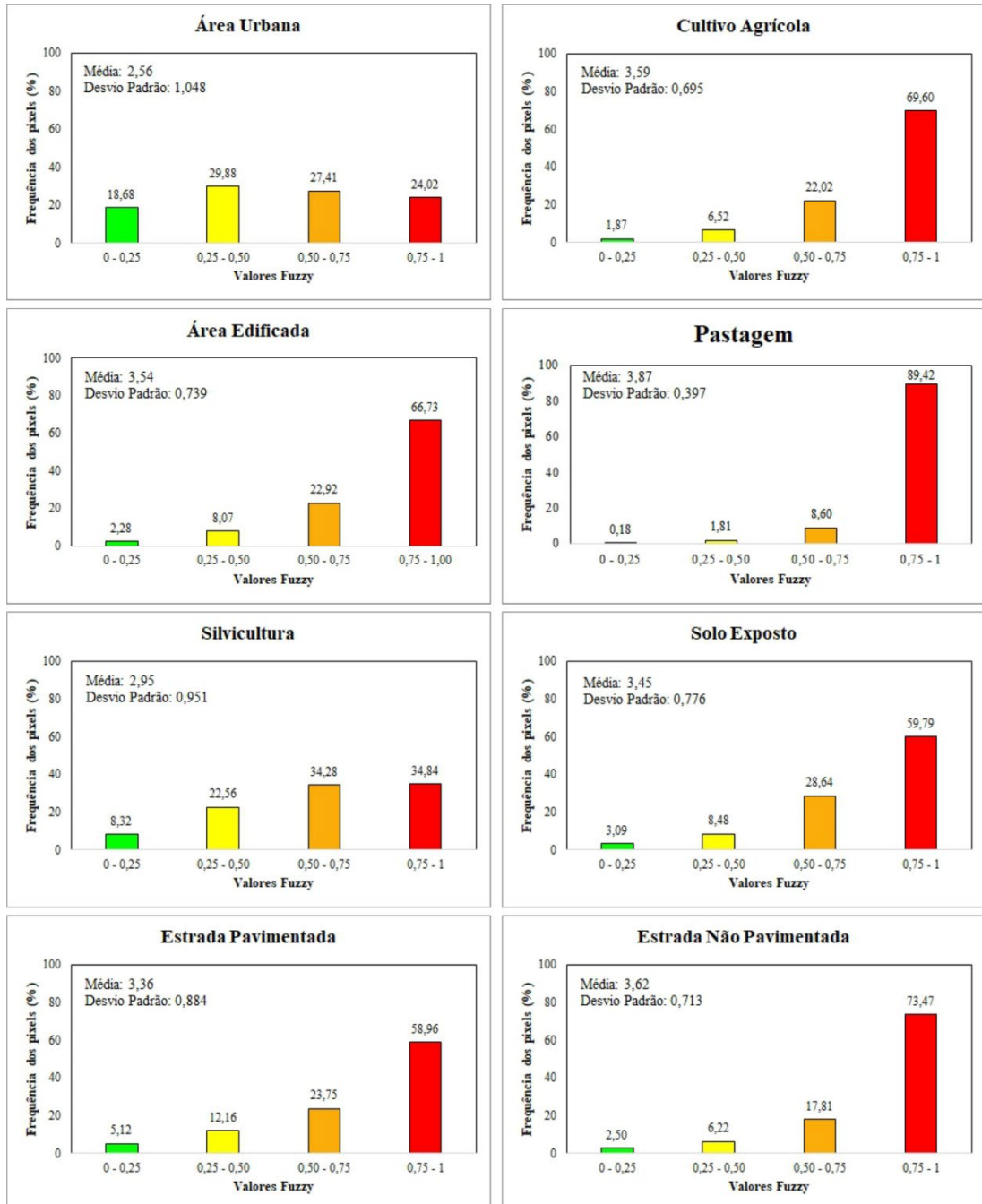
Fonte: Da autora (2023).

Foram elaborados histogramas representativos do percentual de frequência dos pixels para o intervalo do conjunto *Fuzzy* linear decrescente das variáveis antrópicas, apresentados na Figura 10. Foi definido intervalo de classe uniforme, com amplitude de 0,25 e posteriormente calculado a média e desvio padrão do conjunto. Os resultados apresentados são primordiais para visualizar o comportamento das variáveis nos intervalos que conferem maior vulnerabilidade ao meio ambiente, ou seja, acima de 0,50, representados pelas cores vermelha e laranja.

Neste cenário, observa-se que seis variáveis apresentaram maiores valores percentuais (valores acima de 80,00%) do intervalo do conjunto *Fuzzy* entre 0,50 e 1,0, a saber: pastagem (98,02%), cultivo agrícola (91,62%), estrada não pavimentada (91,28%), área edificada (89,65%), solo exposto (88,43%) e estrada pavimentada (82,71%).

Em contrapartida, as variáveis silvicultura e área urbana apresentaram frequência mais uniforme na distribuição dos pixels, em função da distância à UC e do montante de área ocupada.

Figura 10 - Percentual de frequência dos pixels para o intervalo do conjunto *Fuzzy* linear decrescente das variáveis antrópicas.



Fonte: Da autora (2023).

5.1.4 Determinação dos pesos estatísticos pelo método AHP proposto por Saaty (1977)

Após o cálculo de distância euclidiana e *fuzzyficação* das variáveis antrópicas, foi elaborada uma matriz pareada fazendo uso da escala fundamental de Saaty. Para o presente estudo, optou-se por unir a ideia de que o levantamento bibliográfico, associado à observação em campo e consulta a profissionais da área são suficientes para um resultado satisfatório. Foram consultados pesquisadores da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Universidade Federal de Viçosa (UFV) e o corpo técnico do órgão gestor do Monumento Natural. A ponderação de todos os fatores trazidos à tona nesta etapa pela equipe resultou na definição dos pesos de cada variável dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 - Pesos estatísticos das variáveis para a equação de vulnerabilidade ambiental.

VARIÁVEL ANTRÓPICA	PESO
Cultivos agrícolas	0.331322
Área urbana	0.230663
Solo exposto	0.157238
Pastagem	0.105905
Estrada não pavimentada	0.070935
Área edificada	0.047680
Estrada pavimentada	0.032696
Silvicultura	0.023561

Fonte: Da autora (2023).

A justificativa para atribuir os pesos às variáveis levou em consideração a realidade da área de estudo e os problemas enfrentados no MONAI. Ao cultivo agrícola foi atribuído maior peso, especialmente, por conta do avanço dos plantios no próprio limite da UC. Além disso, cultivos agrícolas estão associados à retirada da cobertura vegetal, redução da biodiversidade, processos erosivos, redução dos nutrientes do solo, entre outros. À área urbana, ainda que um pouco distante do MONAI, foi atribuído um peso relevante por conta do seu alto potencial poluidor e por considerar que, nos últimos anos, a área de expansão urbana, definida no plano diretor do município, tem avançado em direção ao MONAI.

Similarmente, Morais et al. (2017) afirmaram que a vulnerabilidade ambiental da Área de Proteção Ambiental do Maracanã - MA está relacionada à expansão urbana e industrial, geralmente feita sem planejamento e com caráter especulativo, oferecendo limitações para o uso e ocupação do solo e ocasionando o surgimento de vários problemas ambientais.

Após a definição dos pesos de cada variável, foi calculada uma Razão de Consistência (RC) de 2,9%, inferior a 10%, validando, portanto, o modelo adotado.

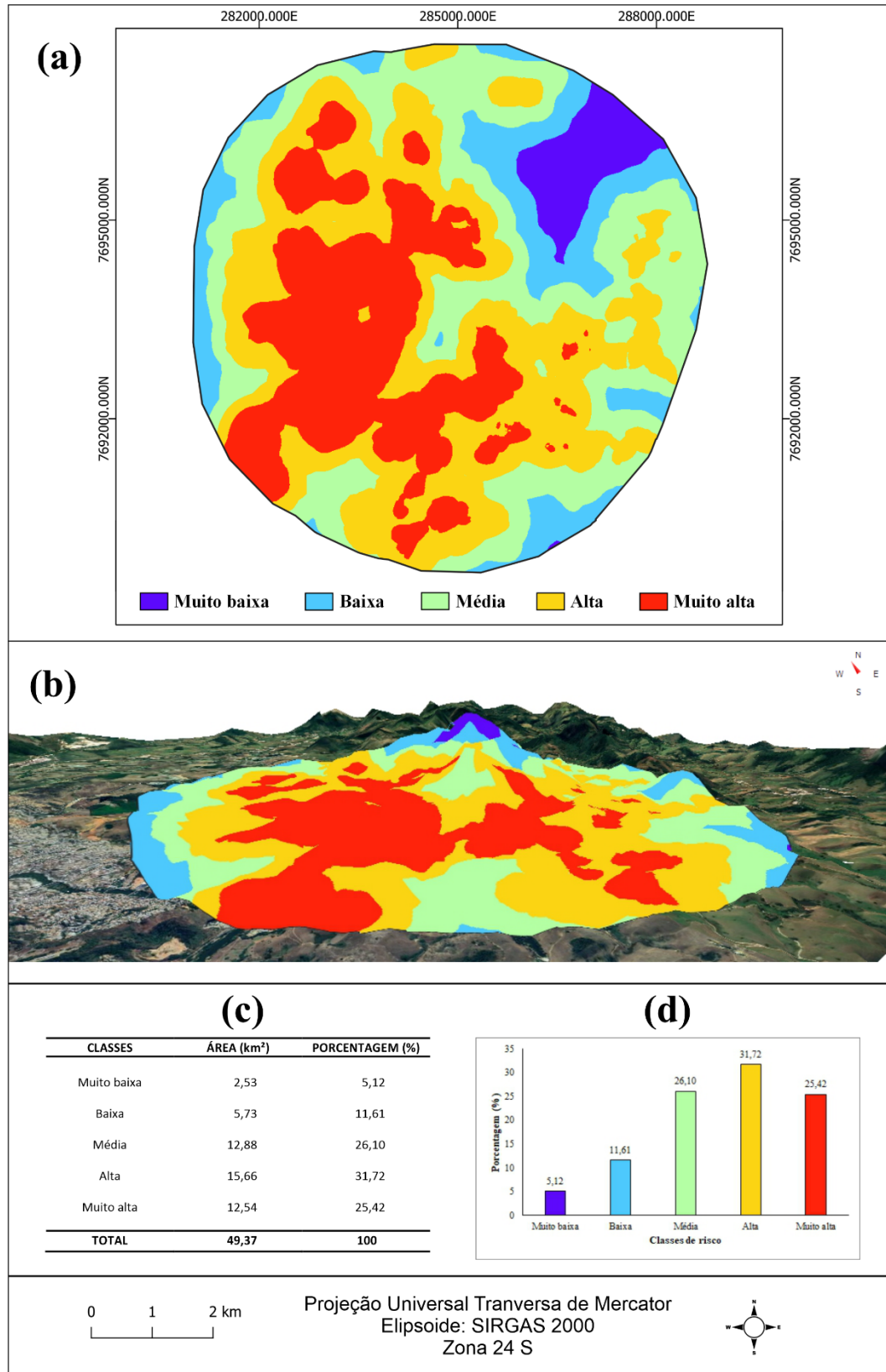
5.1.5 *Espacialização da vulnerabilidade ambiental antrópica do MONAI*

Com o intuito de observar a vulnerabilidade ambiental utilizou-se, no aplicativo computacional QGIS, a função “*Calculadora Raster*” para aplicar a álgebra de mapas matriciais das oito variáveis e seus respectivos pesos. A espacialização da vulnerabilidade ambiental antrópica na zona de amortecimento do MONAI resultante da modelagem proposta é demonstrada na Figura 11. O mapa foi categorizado em 5 classes de acordo com as quebras naturais de Jenks (muito baixa, baixa, média, alta e muito alta). Foram calculados ainda os percentuais das 5 classes pré-definidas, adotando simbologia de cores onde as áreas vermelhas representam maior vulnerabilidade antrópica e as áreas azuis menor vulnerabilidade.

Apesar do MONAI pertencer ao grupo de UC's de Proteção Integral, os maiores valores percentuais foram encontrados na classe alta de vulnerabilidade (31,72%), seguido das classes média (26,10%) e muito alta (25,42%). É alarmante observar que as áreas mais vulneráveis compreendem 83,24% de toda a zona de amortecimento do MONAI. Resultado semelhante foi observado por Nery (2018) em uma UC da mesma categoria, ao encontrar percentuais maiores de vulnerabilidade nas classes alta e muito alta no Parque Estadual da Pedra Azul, localizado na região serrana do Espírito Santo.

Essas regiões mais vulneráveis, localizadas na porção oeste em maior quantidade, estão associadas à presença de área urbana, cultivos agrícolas e grandes áreas de pastagens. É importante que a atual gestão do MONAI leve em consideração tais áreas quando da elaboração do plano de manejo da UC e adote políticas públicas protecionistas e que propiciem o desenvolvimento sustentável da área.

Figura 11 - Vulnerabilidade ambiental antrópica da zona de amortecimento do MONAI.

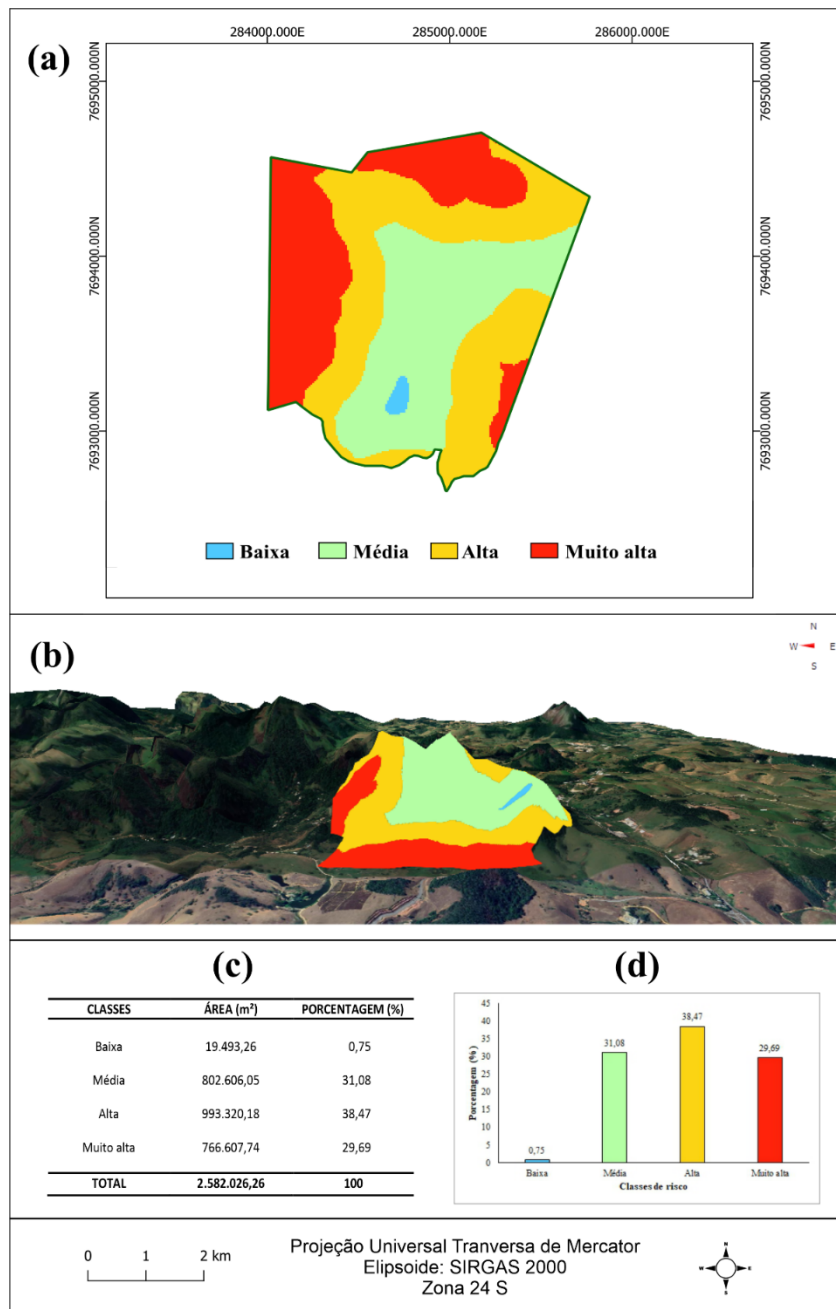


Legenda: (a) Mapa das classes de risco, (b) Visualização 3D das classes de risco, (c) Área (km²) e porcentagem (%) por classe e (d) Distribuição das classes de risco (%).

Fonte: Da autora (2023).

Foi avaliada também a vulnerabilidade ambiental dentro dos limites do MONAI, conforme demonstrado na Figura 12. É possível verificar que a vulnerabilidade ambiental antrópica seguiu a tendência verificada na ZA da UC, onde os maiores valores percentuais foram encontrados na classe alta de vulnerabilidade (38,47%), seguido das classes média (31,08%) e muito alta (29,69%). Não foi identificada classe muito baixa de vulnerabilidade e a classe baixa é praticamente insignificante, correspondendo a apenas 0,75% da área.

Figura 12 - Vulnerabilidade ambiental antrópica do Monumento Natural do Itabira, ES.



Legenda: (a) Mapa das classes de risco, (b) Visualização 3D das classes de risco, (c) Área (km²) e porcentagem (%) por classe e (d) Distribuição das classes de risco (%).

Fonte: Da autora (2023).

A espacialização da classe alta de vulnerabilidade ambiental no limite do MONAI associa-se ao avanço dos cultivos agrícolas, especialmente banana e café, em direção ao maciço rochoso ao qual o Monumento está inserido. Destaca-se que todo o limite da UC é formado por propriedades particulares, que nem sempre associam o uso da terra aos objetivos desta categoria de Unidade de Conservação.

A presença de atividades econômicas circundando UC's também foi verificada por Nery (2018) no Parque Estadual da Pedra Azul, que apontou a rede hoteleira, agroturismo e atividades agrícolas como as causas do mapeamento de alta vulnerabilidade do Parque. Atividades associadas ao potencial turístico como hotéis e agroturismo são frequentemente encontradas no entorno de Unidades de Conservação com relevante beleza cênica.

Santos (2010) elaborou um mapa de risco decorrente do turismo no Parque Estadual da Serra do Rola Moça – MG e concluiu que existem poucas áreas com alto risco em relação ao tamanho do parque, justificada, segundo a autora, pela baixa quantidade de visitantes.

5.2 *Licenciamento ambiental no entorno da MONAI*

As análises preliminares da legislação ambiental do município de Cachoeiro de Itapemirim, baseadas, essencialmente, na Instrução Normativa Municipal nº 02/2016 e no Decreto Municipal nº 27.457/2018, indicaram o foco nas atividades potencialmente poluidoras objetos de licenciamento ambiental, sem abranger normas municipais específicas das demais gerências como a de educação ambiental, resíduos sólidos, saneamento e recursos naturais.

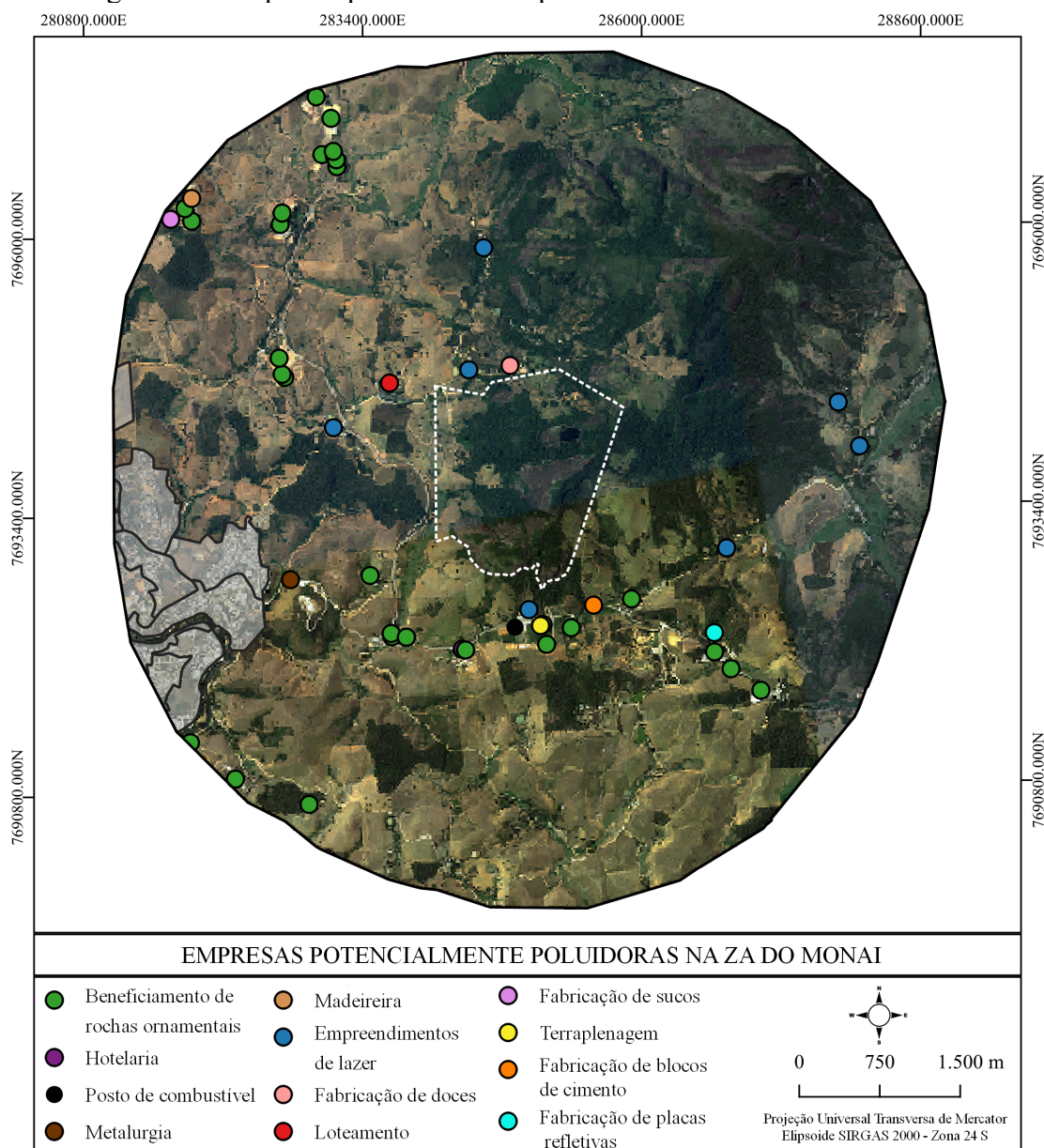
A Gerência de Recursos Naturais da SEMMA é responsável pela gestão do Monumento Natural do Itabira e os processos de licenciamento ambiental são analisados na gerência que leva o mesmo nome. Christofoli (2014) analisou o poderio do órgão gestor de UC quando da autorização para o licenciamento e demonstrou que o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado em ambas as interpretações fica resguardado, tendo em vista que o órgão competente para o licenciamento ambiental igualmente tem o dever de preservar e defender o referido direito fundamental e os espaços territoriais especialmente protegidos.

As ações fiscalizatórias são realizadas pela Gerência de Fiscalização Ambiental, que não possui legislação específica aplicada às Unidades de Conservação além das normativas federais. Silva (2018) ao estudar a densidade de infrações ambientais no entorno da Reserva Biológica do Tinguá - RJ e associá-la à vulnerabilidade, observou um adensamento de autos de infração em focos pontuais e o restante da área estudada com baixa densidade de infrações. A

autora percebeu que as infrações ambientais têm causas diferentes e os dados coletados medem somente os esforços de fiscalização.

Os processos de licenciamento ambiental consultados na SEMMA resultaram na identificação de 46 empresas e 12 tipos de atividades potencialmente poluidoras atualmente licenciadas na ZA do MONAI. A espacialização das empresas categorizadas pelo tipo de atividade encontra-se na Figura 13. É necessário reiterar que a área urbana consolidada, definida pelo plano diretor municipal, não se aplica ao licenciamento de empresas inseridas na ZA da UC, conforme estipula o Parágrafo Único do Art. 3º da Resolução nº 02/2013 do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA).

Figura 13 - Empresas potencialmente poluidoras licenciadas na ZA do MONAI.



Fonte: Da autora (2023).

Dentre as atividades mapeadas, destaca-se o beneficiamento de rochas ornamentais que representa 63,04% de todas as empresas avaliadas. Era de se esperar a supremacia do referido setor uma vez que a cidade de Cachoeiro de Itapemirim, assim como todo o estado, é um forte polo extrativista mineral, especialmente de mármore e granito. De acordo com o Sindicato da Indústria de Rochas Ornamentais, Cal e Calcários do Espírito Santo (2022), de janeiro a novembro deste ano o Espírito Santo representou 73,48% das exportações brasileiras de rochas ornamentais. O principal “problema” decorrente da atividade é a geração do efluente industrial popularmente conhecido como lama abrasiva (LBRO), geralmente composta de cal, granalha, abrasivos e outros compostos químicos. Nos primórdios da execução da atividade, estas operavam com poucas medidas de controle ambiental, lançando a lama abrasiva diretamente no solo, formando grandes e profundos passivos ambientais. Com o avanço das legislações ambientais e modernização das estruturas operacionais, atualmente todo o efluente industrial é tratado por meio de tanques de decantação e leitos de secagem, configurando um sistema efetivo no que tange à proteção ambiental.

As atividades de posto de combustível, loteamento e fabricação de sucos foram classificadas como alto potencial poluidor, de acordo com o Decreto Municipal nº 27.457/2018 que norteia o licenciamento ambiental local.

Apesar de não ter o potencial poluidor definido como alto, a terraplenagem é uma atividade que requer atenção, uma vez que promove grandes alterações na camada de solo e geralmente está associada à remoção/supressão da vegetação, o que pode ocasionar erosão do solo, instabilidade geotécnica e prejuízos à fauna e flora.

Apesar do potencial turístico geralmente associado aos Monumentos Naturais de grande beleza cênica, foram identificados na área apenas 8 empreendimentos do ramo, sendo sete empreendimentos de lazer e uma rede hoteleira.

A SEMMA dispõe atualmente de nove modalidades de licenças, a saber: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI), Licença de Operação (LO), Licença de Operação Corretiva (LOC), Licença de Operação por Procedimento Simplificado (LOS), Dispensa de Licenciamento (DLA), Certidão de Inexigibilidade de Licenciamento Ambiental (CAI), Autorização Ambiental (AA) e Certidão Ambiental (CA).

A Gerência de Licenciamento Ambiental estipula que 70% de todas as licenças emitidas na SEMMA são da modalidade corretiva, ou seja, as empresas já estão instaladas e operando quando decidem solicitar o licenciamento ambiental junto ao órgão licenciador. Tal fato é prejudicial ao meio ambiente visto que muitas delas inserem-se em locais não atestados

ambientalmente pela licença prévia, geralmente em Áreas de Preservação Permanente (APP) ou em zonas de amortecimento de UC.

Situação semelhante foi verificada por De Sá et al. (2018) ao analisar as licenças ambientais emitidas no município de Cajazeiras - PB, onde o número de Licenças Prévias foi diferente das Licenças de Operação, demonstrando que muitos empreendimentos iniciam suas atividades sem seguir a ordem determinada pelo processo de licenciamento tradicional.

É importante destacar que todas estas empresas mapeadas na área de estudo estão com processos licenciatórios sobrestados na SEMMA por estarem inseridas na ZA do MONAI, de acordo com a Resolução nº 02/2013 do CONSEMA. O ato de sobrestar indica que nenhuma modalidade de licença pode ser renovada ou emitida para estas empresas até que seja publicada a lei de adequação dos limites da UC e sua ZA. Este fato influencia negativamente ao meio ambiente uma vez que as empresas continuam operando sem o devido controle ambiental do órgão licenciador e sem licença ambiental válida. A Gerência de Licenciamento Ambiental alegou que o sobrestamento se deu em virtude de nota recomendatória do Ministério Público Estadual (MP) e da negativa da Prefeitura Municipal em assinar um Termo de Compromisso com o MP até que a legislação do MONAI fosse atualizada.

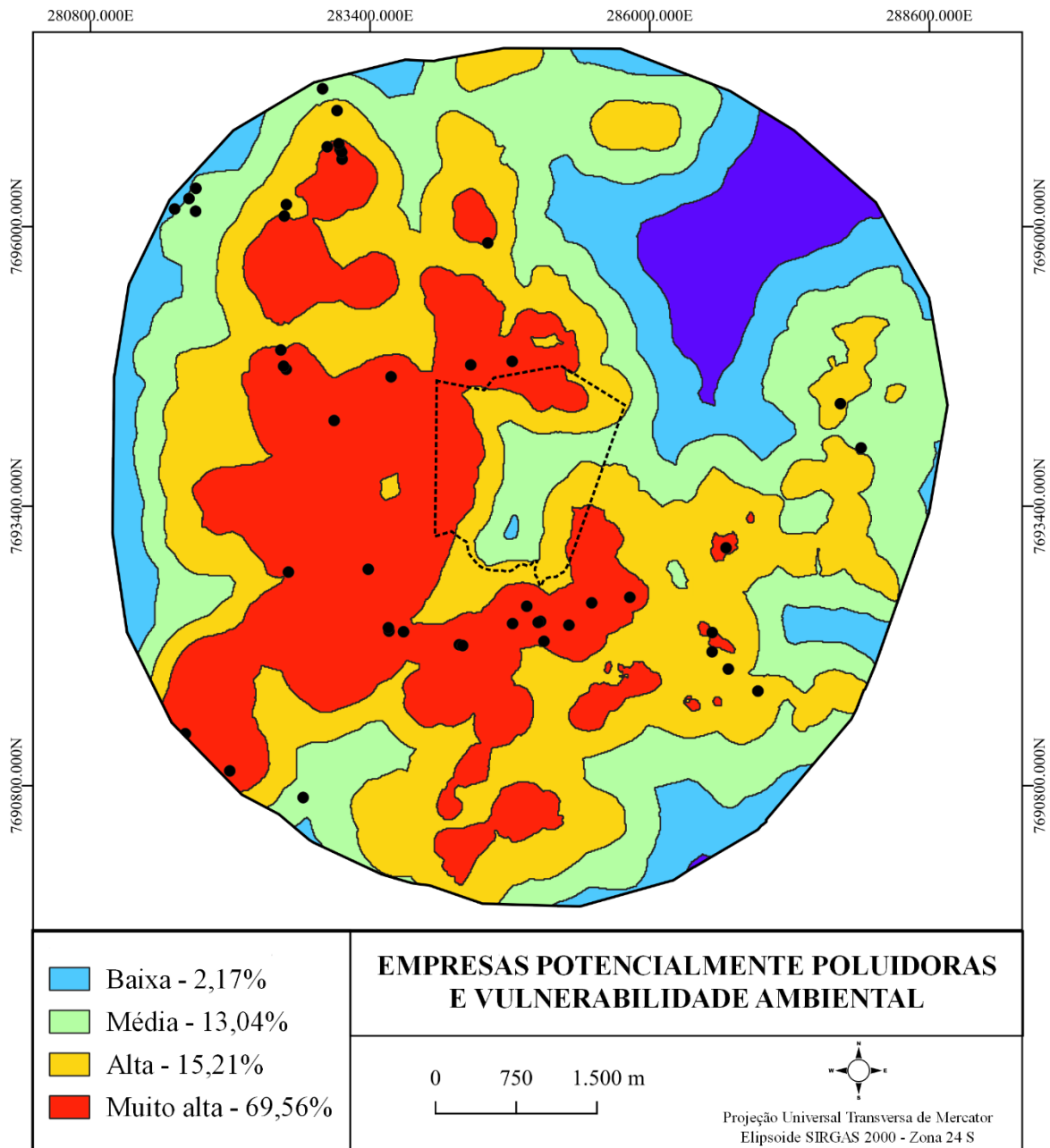
A espacialização das empresas potencialmente poluidoras foi confrontada com o mapa de vulnerabilidade ambiental na ZA do MONAI, resultando na imagem exposta na Figura 14. Nota-se que a alocação das empresas potencialmente poluidoras está em consonância com as classes mais vulneráveis ambientalmente, onde 69,56% delas estão inseridas na classe muito alta de vulnerabilidade. O segundo maior percentual observado está na classe alta, representando 15,21% das empresas e o terceiro na classe média (13,04%).

Duas das três atividades com potencial poluidor alto perante a legislação municipal, loteamento e posto de combustível, estão inseridas na classe muito alta de vulnerabilidade ambiental, ambas distando apenas 425 metros, em média, do limite do MONAI. Em outro cenário, a fabricação de sucos, também caracterizada como potencial poluidor alto, é a única empresa inserida na classe baixa de vulnerabilidade.

A fabricação de doces é a empresa inserida mais próxima ao MONAI, estando a, aproximadamente, 120 metros do seu limite. Tal atividade é caracterizada por potencial poluidor médio.

Nenhuma empresa licenciada está inserida na classe muito baixa de vulnerabilidade, fato que pode nortear ações do órgão municipal licenciador e gestor do MONAI a definir tais áreas como prioritárias ou de grande relevância à conservação e gerenciamento.

Figura 14 - Empresas potencialmente poluidoras e vulnerabilidade ambiental da zona de amortecimento do MONAI.



Fonte: Da autora (2023).

6 CONCLUSÃO

A integração de geotecnologias e inteligência computacional na modelagem proposta neste estudo configura uma importante ferramenta para avaliar a potencial fragilidade do entorno de uma Unidade de Conservação da categoria de Proteção Integral frente à ocupação antrópica.

A lógica *Fuzzy* associada à metodologia multicriterial permitiu observar que mais da metade da zona de amortecimento do MONAI é representada pelas classes alta e muito alta de vulnerabilidade ambiental antrópica (57,14%). A porção oeste da área concentra as áreas mais vulneráveis do entorno do MONAI, justamente onde ocorre maior presença de atividades econômicas como cultivos agrícolas e área urbana.

A espacialização das empresas que realizam atividades potencialmente poluidoras corrobora com as áreas de maior vulnerabilidade ambiental do MONAI, com 39 unidades inseridas nas classes alta e muito alta. A inexistência de licenciamento ambiental nestes locais em virtude da ausência do plano de manejo potencializa o grau de risco ao Monumento.

A lacuna deixada pela ausência do plano de manejo da UC influencia na grande porcentagem de classes altas de vulnerabilidade mapeada. A inexistência do supracitado documento e a desatualização da lei de criação do MONAI contribuem negativamente para a delimitação de uma zona de amortecimento que não considera critérios e atributos ambientais relevantes, resultando em classes de vulnerabilidade altas.

Os resultados da espacialização são essenciais na compreensão da relação sociedade e natureza, para assim melhor planejar e gerir o espaço geográfico. Ao identificar as áreas prioritárias à conservação, o poder público municipal pode agir em prol da construção de uma política de redução de risco ao Monumento Natural ou estabelecer medidas de proteção às zonas mais vulneráveis.

A espacialização da vulnerabilidade ambiental à ação antrópica apresentada neste estudo fornece subsídios para a elaboração do plano de manejo e delimitação da zona de amortecimento do MONAI, atualmente em fase de formulação pelo órgão gestor.

7 REFERÊNCIAS

ADRIANO, Ana Paula. **Estudo da fragilidade ambiental na zona de amortecimento da Estação Ecológica de Guaraguaçu – Planície Litorânea, Paraná, Brasil**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

ALMEIDA, Maria et al. Modificações do licenciamento ambiental em Minas Gerais: avanço ou retrocesso? **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 2019. DOI: 52.10.5380/dma.v52i0.66068.

ANDRADE, Manoel Pereira de; LADANZA, Enaile do Espírito Santo. Unidades de Conservação no Brasil: algumas considerações e desafios. **Revista De Extensão E Estudos Rurais**, Viçosa, v. 5, n. 1, p. 81-96, 2016. DOI: 10.36363/rever512016%p. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rever/article/view/3325>. Acesso em: 01 ago. 2022.

ASCIUTTI, Gustavo. O mapeamento da fragilidade ambiental e suas aplicações. **Gamageo**, 2021. Disponível em: <https://www.gamageo.com/post/o-mapeamento-da-fragilidade-ambiental-e-suas-aplica%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 12 ago. 2022.

BEIROZ, Helio. Zonas de amortecimento de Unidades de Conservação em ambientes urbanos sob a ótica territorial: reflexões, demandas e desafios. **Sistema Eletrônico de Revistas**, Paraná, 2015. Disponível em: <https://www.ufpr.br/portalfupr/publicacoes/ser-sistema-eletronico-de-revistas/>. Acesso em: 09 ago 2022.

BRASIL. (1981). **Lei nº 6.938/1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 15 set. 2022.

BRASIL. (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em: 15 set. 2022.

BRASIL. (1990). **Decreto nº 99.274 de 06 de jun. 1990**. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF, 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d99274.htm. Acesso em: 15 set. 2022.

BRASIL. (2000). **Lei nº 9.985/2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 15 set. 2022.

BRASIL. (2012). **Lei nº 12.651/2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 15 set. 2022.

BRITO, Rafael Martins et al. Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação: Conceitos, Legislação e Possibilidades no Estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Geografia Física. Mato Grosso do Sul**, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/>. Acesso em: Acesso em: 10 out. 2022.

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM. **Decreto nº 26.094 de 03 de maio de 2016**. Aprova a Instrução Normativa de gestão administrativa do sistema de gestão ambiental nº 02/2016, da Prefeitura Municipal de Cachoeiro de Itapemirim. Cachoeiro de Itapemirim/ES: Câmara Municipal, 2016. Disponível em: <http://legislacaocompilada.com.br/pmcachoeiro/legislacao/norma.aspx?id=56763&tipo=6&numero=26094>. Acesso em: 03 set. 2022.

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM. **Decreto nº 27.457 de 08 de janeiro de 2018**. Dispõe sobre alteração dos anexos I, II e III do decreto nº 27220/2017. Cachoeiro de Itapemirim/ES: Câmara

Municipal, 2018. Disponível em: <http://legislacaocompilada.com.br/pmcachoeiro/legislacao/norma.aspx?id=59964&tipo=6&numero=27457>. Acesso em: 03 set. 2022.

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM. **Lei nº 2.856, de 16 de setembro de 1988**. Criação do Parque Municipal do Itabira. Cachoeiro de Itapemirim/ES: Câmara Municipal, 1988. Disponível em: <http://legislacaocompilada.com.br/pmcachoeiro/legislacao/norma.aspx?id=2817&termo=Itabira>. Acesso em: 15 set. 2022.

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM. **Lei nº 5.774, de 04 de outubro de 2005**. Reavaliação do Parque Municipal do Itabira. Cachoeiro de Itapemirim/ES: Câmara Municipal, 2005. Disponível em: <http://legislacaocompilada.com.br/pmcachoeiro/legislacao/norma.aspx?id=35051&termo=Itabira>. Acesso em: 15 set. 2022.

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM. **Lei nº 6.177, de 08 de dezembro de 2008**. Revoga a lei nº. 5.774, para alterar a categoria da reserva de desenvolvimento sustentável do Itabira e modificar sua denominação, altera a lei nº. 5.890, para incluir essa nova denominação e para eliminar ambiguidades no conceito de ZPA3, adequando a redação do dispositivo correspondente às finalidades do Monumento Natural, e dá outras Providências. Cachoeiro de Itapemirim/ES: Câmara Municipal, 2008. Disponível em: <http://legislacaocompilada.com.br/pmcachoeiro/legislacao/norma.aspx?id=41134&termo=Itabira>. Acesso em: 15 set. 2022.

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM. **Lei nº 6.954, de 06 de março de 2014**. Amplia, redimensiona e reposiciona a Unidade de Conservação e a Zona de Amortecimento do Monumento Natural do Itabira. Cachoeiro de Itapemirim/ES: Câmara Municipal, 2014. Disponível em: <http://legislacaocompilada.com.br/pmcachoeiro/legislacao/norma.aspx?id=52303&termo=Itabira>. Acesso em: 15 set. 2022.

CÂMARA NETA, Maria et al. Licenciamento ambiental: Conflito de interesses. **Revista Verde**, Pombal, Paraíba, Vol. 10, Nº5, p.76-80, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i5.2793>.

CHRISTOFOLI, Bruno. 2014. A interpretação conforme a Constituição do instituto da autorização para o licenciamento ambiental dos órgãos gestores de Unidade de Conservação. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v.11, n.22, p.77-111, 2014.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=95508>. Acesso em: 15 set. 2022.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre conceitos, sujeição, e procedimento para obtenção de Licenciamento Ambiental, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=95982>. Acesso em: 15 set. 2022.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010**. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>. Acesso em: 15 set. 2022.

CONSEMA. Conselho Estadual de Meio Ambiente. **Resolução nº 02 de 29 de agosto de 2013**. Dispõe sobre autorização do órgão gestor para intervenção e/ou supressão vegetal em zona de amortecimento das Unidades de Conservação Estaduais, no âmbito do Licenciamento Ambiental. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=258536>. Acesso em: 15 set. 2022.

COUTO, Milene; FIGUEIREDO, Carlos. 2019. Geoconservação em Monumentos Naturais no Brasil. **Physis Terrae**, Vol. 1, nº 2, 231-248, 2019. ISSN: 2184-626X. Disponível em: <https://doi.org/10.21814/physisterrae.2269>. Acesso em: 26 out. 2022.

CREPANI, Edison et al. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

DE SÁ, Gabriela et al. Licenciamento ambiental para empreendimentos no município de Cajazeiras, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, V.13, Nº 2, p. 229-234, 2018. DOI: 13.229.10.18378/rvads.v13i2.5404. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS>. Acesso em: 26 out. 2022.

DOS SANTOS, Paula; BORGES, Luís Antônio. 30 anos em 30 dias: a desconstrução do licenciamento ambiental participativo em Minas Gerais. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. Ed, Rio de Janeiro, 353 p, 2013.

FEITOZA, Leandro, et al. **Mapas das unidades naturais do estado do Espírito Santo**. EMCAPA/NEPUT, Vitória/ES, 1999. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/974/1/Livro-Unidades-Naturais-AINFO.pdf>. Acesso em: 12 out. 2022.

FERREIRA, Isadora et al. Avaliação do processo de licenciamento ambiental municipal em Itabira, MG: proposta de enquadramento para as oficinas mecânicas. **Direito Ambiental e Sociedade**, 2020. DOI: 10.266-291.10.18226/22370021.v10.n2.09.

FIGUEIREDO, Maria et al. **Análise da Vulnerabilidade Ambiental**. Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. Disponível em: http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5719/Documentos_127.pdf?sequence=1. Acesso em 12 out. 2022.

FRANCISCO, Carlos et al. Espacialização de análise multicriterial em SIG: prioridade para recuperação de Áreas de Preservação Permanentes. In: XIII Simpósio Brasileiro de

Sensoriamento Remoto, Florianópolis. **Anais...**São José dos Campos: INPE, p.2643-2650, 2007.

GARBACCIO, Grace et al. Licenciamento ambiental: necessidade de simplificação. **Justiça do Direito**, v. 32, n. 3, p. 562-582, set./dez. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5335/rjd.v32i3.8516>.

GEOBASES - Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo. **Solos ES 2016**. Vitória, 2016. Disponível em: <https://geobases.es.gov.br/Contents/Item/Display/289>. Acesso em: 29 out. 2022.

GEOIEMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Relevo sombreado**. Vitória, 2022. Disponível em: www.geo.iema.es.gov.br. Acesso em: 05 set. 2022.

GHEZZI, Alessandra. **Avaliação e mapeamento da fragilidade ambiental da bacia do Rio Xaxim, Baía de Antonina – PR, com o auxílio de geoprocessamento**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

GONTIJO, Gustavo Antomar Batista et al. Análise do atendimento ao Código Florestal e a regularização ambiental por unidades de bacias hidrográficas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 1538-1550, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de clima do Brasil**. Rio de Janeiro, 1978, com adaptações. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map_BR_clima_2002.pdf. Acesso em: 29 out. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es.html>. Acesso em: 29 out. 2022.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de manejo da Floresta Nacional de Passa Quatro, Minas Gerais**. Brasília, 2009. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/DCOM_plano_de_manejo_Flona_Passa_Quatro_Vol_V_zona_de_amortecimento.pdf. Acesso em: 05 set. 2022.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Painel Dinâmico de Informações**. Brasília, 2022. Disponível em: http://qv.icmbio.gov.br/QvAJAXZfc/opendoc2.htm?document=painel_corporativo_6476.qvw&host=Local&anonymous=true. Acesso em: 05 set. 2022.

IEMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Hidrografia 2012/2014**. Vitória, 2014. Base geoespacial disponibilizada em arquivo digital.

IEMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Curvas de nível 2015a**. Vitória, 2015. Base geoespacial disponibilizada em arquivo digital.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – INCAPER. **Clima dos municípios**. Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/clima-dos-municipios>. Acesso em: 12 nov. 2022.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES - IJSN. **Ortofotomosaico ES 2019-2020**. Disponível em: <https://geobases.es.gov.br/imagens-kpst-2019-2020>. Acesso em: 03 ago. 2022.

IUCN. *International Union for Conservation of Nature*. 1994. **Guidelines for Protected Area Management Categories**. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK.

JENSEN, John. **Remote Sensing of the Environment An Earth Resource Perspective**. Prentice- Hall, 2nd ed., 619 p., 2009. ISBN-13: 978-0131889507.

KLAIS, Thalita et al. Vulnerabilidade natural e ambiental do município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n.2, 2012.

LANZILLOTTI, Regina. **Lógica Fuzzy: uma Abordagem Para Reconhecimento de Padrão**. São Paulo: Paco Editorial, 2014.

LEUZINGER, Márcia et al. **Monumentos naturais, refúgios da vida silvestre e áreas de relevante interesse ecológico: pesquisa e preservação**. Brasília, UniCEUB, 138 p., 2017. ISBN: 978-85-61990-66-4.

LI, Wenjun et al. Designing the buffer zone of a nature reserve: a case study in Yancheng Biosphere Reserve, China. **Biological Conservation**, v.90, n.6, p.159-165, 2009.

LOPES, Syglea; ESPÍRITO SANTO, Leandro. O potencial do licenciamento ambiental para proteção do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. **Lex Humana**, Petrópolis, v. 11, n. 1, p. 129-152, 2019. ISSN 2175-0947.

MACIEL, Amanda; CUNHA, Giselle. Análise das potencialidades e fragilidades do processo de licenciamento ambiental: estudo de caso da indústria moveleira no Município de Itabira - MG. **Direito Ambiental e sociedade**, v. 8, n. 1, p. 190-210, 2018.

MALCZEWSKI, Jacek. GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview. **Progress in Planning**, v.62, n.1, p.3-65, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305900603000801>. Acesso em: 29 out. 2022.

MARTINS, Kyegla Beatriz da Silva et al. Avaliação da eficiência do plano de manejo para zona de amortecimento. **Research, Society and Development**, v. 10, n.14, 2021.

McMASTER, Robert. In Memoriam: George F. Jenks (1916-1996), **Cartography and Geographic Information Systems**, 24:1, 56-59, 1997. DOI: 10.1559/152304097782438764.

MEDEIROS, Natielly et al. Avaliação da eficiência do plano de manejo para zona de amortecimento. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, 2021.

MELO, Luís Carlos; VIEIRA, Fernanda. Licenciamento Ambiental Brasileiro e a Reedificação de Lugares como Brumadinho. **Revista Internacional Consinter de Direito**, nº IX, 2019. DOI: 10.19135/revista.consinter.00009.09.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **2ª Atualização das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade**. Brasília: 2018. Disponível em: <http://areasprioritarias.mma.gov.br/2-Atualizacao-das-areas-prioritarias>. Acesso em: 09 out. 2022.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Painel Unidades de Conservação Brasileiras**. Brasília: 2022. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMGNmMGY3NGMtNWZlOC00ZmRmLWExZWItNTNiNDhkZDg0MmY4IiwidCI6IjM5NTdhMzY3LTZkMzgtNGMxZi1hNGJhLTMzZThmM2M1NTBINyJ9&pageName=ReportSectione0a112a2a9e0cf52a827>. Acesso em: 09 out. 2022.

MORAES, Luís Carlos. Licenciamento ambiental: do programático ao pragmático. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-451320160203>.

MORAIS, Marly Silva et al. **Análise da vulnerabilidade ambiental em áreas protegidas: o caso da APA do Maracanã – São Luís/MA**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Campinas: Instituto de Geociências UNICAMP, 2017.

MOREIRA, Felipe. **Vulnerabilidade a ação antrópica nos estados da Amazônia Brasileira**. Monografia. Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2017.

NASCIMENTO, Thiago; FONSECA, Alberto. A descentralização do licenciamento ambiental na percepção de partes interessadas de 84 municípios brasileiros. **Desenvolvimento Meio Ambiente**. V. 43, Edição Especial: Avaliação de Impacto Ambiental, p. 152-170, 2017. DOI: [10.5380/dma.v43i0.54177](https://doi.org/10.5380/dma.v43i0.54177).

NERY, Kelly. **Percepção e Vulnerabilidade Ambiental Do Parque Estadual de Pedra Azul, ES, Brasil**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2018.

PELUZIO, Telma Machado de Oliveira et al. **Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no ArcGIS 9.3**. Alegre: CAUFES, 2010.

PRIMACK, Richard; RODRIGUES, Efraim. **Biologia da conservação**. Londrina: Sinauer, 328p., 2002.

RIBEIRO, Marta Foeppe et al. **O desafio da gestão ambiental de zonas de amortecimento de unidades de conservação**. Anais. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física. Coimbra, 2010. Disponível em: http://arquivos.proderj.rj.gov.br/inea_imagens/downloads/pesquisas/Ribeiro_etal_2010.pdf. Acesso em: 10 out. 2022.

ROSOT, Maria et al. **Análise da vulnerabilidade do manguezal do Itacorubi a ações antrópicas utilizando imagens de satélite e técnicas de geoprocessamento**. In: 1. Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os Países do CONESUL, Florianópolis, v. 1, 2000.

ROSS, Jurandyr. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. In: Revista do Departamento de Geografia, n°8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

SAATY, Thomas. **Scaling method for priorities in hierarchical structures**, *Journal of mathematical psychology*. 15. P. 234-281. 1977. Disponível em: http://www.superdecisions.creativedecisions.net/sd_resources/Paper_ScalingMethod.pdf.

SAATY, Thomas. **The analytic hierarchy process**, 2nd ed., New York: McGraw-Hill, 1988. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-461239826_5#:~:text=The%20Analytic%20Hierarchy%20Process%20\(AHP,Shim%2C%201989%20for%20surveys](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-461239826_5#:~:text=The%20Analytic%20Hierarchy%20Process%20(AHP,Shim%2C%201989%20for%20surveys).

SANTANA, Valdilene Valdice et al. Contribuições do Plano de Manejo e do Conselho Gestor em Unidades de Conservação. **Meio Ambiente**, v 2, 18-29p, 2020. Disponível em: <https://www.meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/39/37>. Acesso em: 10 out. 2022.

SANTOS, Alexandre Rosa et al. **Geotecnologias aplicadas aos recursos florestais**. Alegre, ES: CAUFES, 2012.

SANTOS, Amanda. **Geoprocessamento Aplicado a Identificação de Áreas de Fragilidade Ambiental do Parque Estadual Serra do Rola Moça, Belo Horizonte**. 2010. p39. Monografia - Especialização em Geoprocessamento, Departamento de Cartografia – IGC/UFMG.

SANTOS, Márcia. **Geoprocessamento aplicado ao estudo da vulnerabilidade ambiental da Serra da Calçada – MG**. 2014. 45 p. Monografia. Especialização em Geoprocessamento. Departamento de Cartografia do Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.

SANTOS, Mariana. A fraca articulação entre planejamento e licenciamento ambiental no Brasil. **Desenvolvimento Meio Ambiente**. V. 43, Edição Especial: Avaliação de Impacto Ambiental, p. 126-138, 2017. DOI: 10.5380/dma.v43i0.54146.

SILVA, Débora Querino. **Análise das zonas vulneráveis a pressões antrópicas da Reserva Biológica do Tinguá - RJ**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018.

SILVA, Thaysa et al. Licenciamento Ambiental, As novas propostas para a sua (Des)Regulamentação em tramitação no Congresso Nacional. **Desenvolvimento em Questão**, Editora Unijuí, ISSN 2237-6453, n. 56, jul./set. 2021, 131-151 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2021.56.9055>.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS, CAL E CALCÁRIOS DO ESPÍRITO SANTO – SINDIROCHAS. **Relatório de Exportações**. Disponível em: <https://www.sindirochas.com/relatorio-exportacoes-rochas.php>. Acesso em: 22 nov. 2022.

TAMBOSI, Leandro Reverberi. **Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: subsídios para a criação da zona de amortecimento**. Dissertação. Mestrado em Ciências – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1977, 91 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20%20RJ/ecodinamica.pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.

VASHCHENKO, Yury et al. Fragilidade ambiental nos picos Camacua, Camapuã e Tucum, Campina Grande do Sul, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 201 - 215, 2007.

VITALLI, Patrícia et al. Considerações sobre a legislação correlata à Zona-Tampão de Unidades de Conservação no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. XII, n. 1, p. 67-82, 2009.