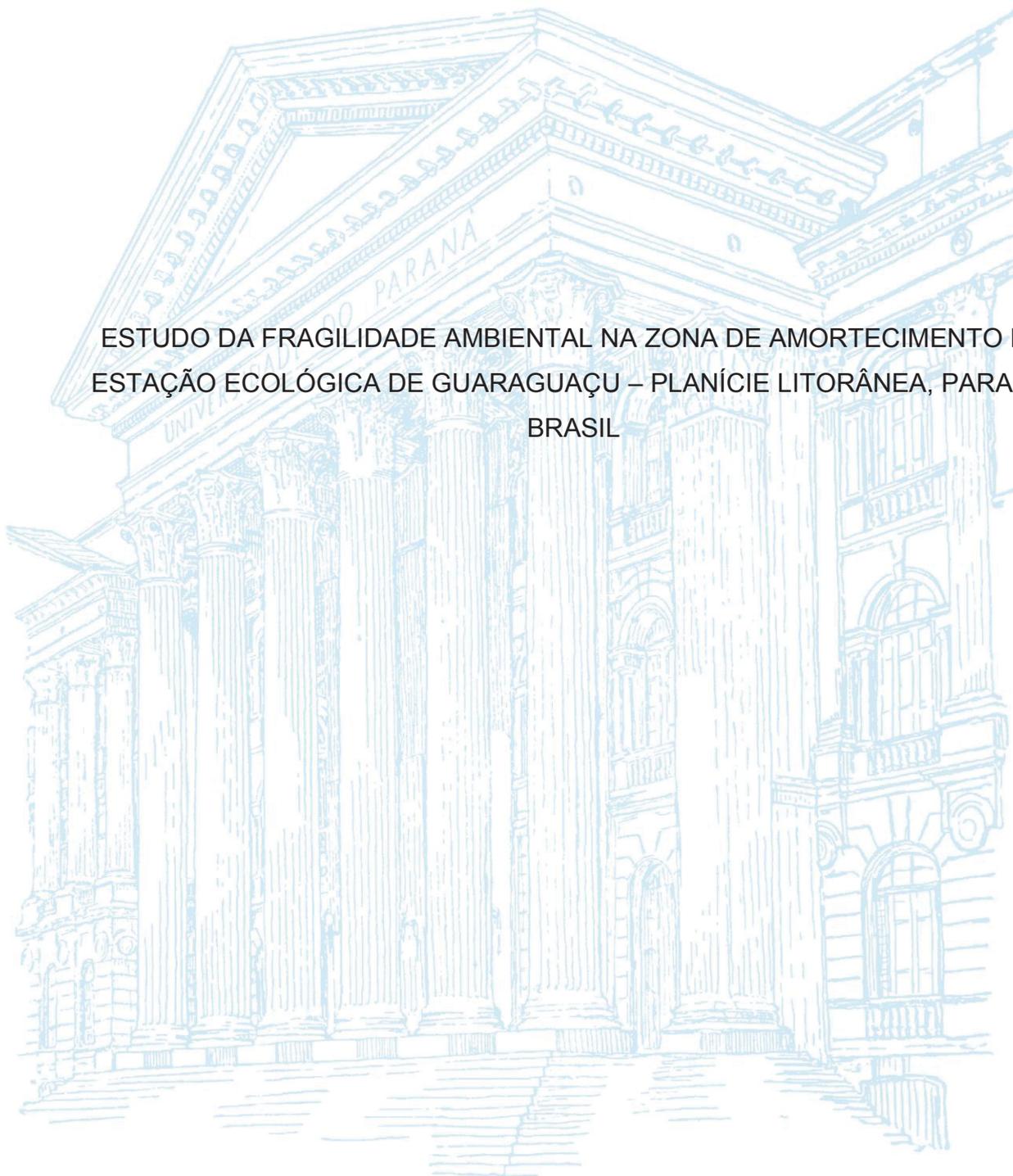


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA PAULA PEREIRA ADRIANO

ESTUDO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA  
ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU – PLANÍCIE LITORÂNEA, PARANÁ,  
BRASIL



CURITIBA

2019

ANA PAULA PEREIRA ADRIANO

ESTUDO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA  
ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU – PLANÍCIE LITORÂNEA, PARANÁ,  
BRASIL

Dissertação apresentada no curso de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador(a): Profa. Dra. Sony Cortese Caneparo.

CURITIBA

2019

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR  
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

A243e

Adriano, Ana Paula Pereira

Estudo da fragilidade ambiental na zona de amortecimento da estação ecológica de Guaraguaçu – Planície Litorânea, Paraná, Brasil [recurso eletrônico] / Ana Paula Pereira Adriano. – Curitiba, 2019.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós- Graduação em Geografia, 2019.

Orientador: Sony Cortese Caneparo.

1. Geologia. 2. Geomorfologia. 3. Solo. 4. Recursos naturais - Conservação. I. Universidade Federal do Paraná. II. Caneparo, Sony Cortese. III. Título.

CDD: 344.0955

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928

## FOLHA DE APROVAÇÃO



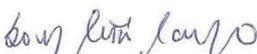
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO GEOGRAFIA -  
40001016035P1

### TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOGRAFIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **ANA PAULA PEREIRA ADRIANO**, intitulada: **ESTUDO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU - PARANAGUÁ, PARANÁ, BRASIL.**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 25 de Junho de 2019.

  
SONY CORTESE CANEPARO  
Presidente da Banca Examinadora

  
EVERTON PASSOS  
Avaliador Interno (UFPR)

  
JULIANA QUADROS  
Avaliador Externo (UFPR)

# ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM GEOGRAFIA



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO GEOGRAFIA -  
40001016035P1

ATA Nº

## ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM GEOGRAFIA.

No dia vinte e cinco de junho de dois mil e dezenove às 14:00 horas, na sala 107, Programa de pós graduação em Geografia \_ Edifício João José Bigarella - Centro Politécnico do Setor de CIÊNCIAS DA TERRA da Universidade Federal do Paraná, foram instalados os trabalhos de arguição da Mestranda **ANA PAULA PEREIRA ADRIANO** para a Defesa Pública de sua Dissertação de Mestrado intitulada: **ESTUDO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU - PARANAGUÁ, PARANÁ, BRASIL..** A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de PósGraduação em GEOGRAFIA da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: SONY CORTESE CANEPARO (UFPR), JULIANA QUADROS (UFPR), EVERTON PASSOS (UFPR). Dando início à sessão, a presidência passou a palavra a(o) discente, para que a mesma expusesse seu trabalho aos presentes. Em seguida, a presidência passou a palavra a cada um dos Examinadores, para suas respectivas arguições. A aluna respondeu a cada um dos arguidores. A presidência retomou a palavra para suas considerações finais. A Banca Examinadora, então, e, após a discussão de suas avaliações, decidiu-se pela APROVAÇÃO da aluna. A Mestranda foi convidada a ingressar novamente na sala, bem como os demais assistentes, após o que a presidência fez a leitura do Parecer da Banca Examinadora. A aprovação no rito de defesa deverá ser homologada pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais do programa. A outorga do título de Mestre está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, **SONY CORTESE CANEPARO**, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora.

Observações: A banca recomenda a mudança  
de - Paranaguá para - Planície litorânea  
no título

Curitiba, 25 de Junho de 2019.

  
SONY CORTESE CANEPARO  
Presidente da Banca Examinadora

  
EVERTON PASSOS  
Avaliador Interno (UFPR)

  
JULIANA QUADROS  
Avaliador Externo (UFPR)

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus, por toda a sabedoria e amparo espiritual ao longo desta trajetória.

À minha orientadora Dra. Sony Cortese Caneparo pela dedicação e comprometimento para comigo e com o desenvolvimento da presente pesquisa.

Aos professores Dr. Everton Passos e Dr. Eduardo Vedor de Paula pelo apoio e contribuições feitas na etapa de qualificação pelo espaço de discussão oferecido no Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais (LAGEAMB).

À professora Juliana Quadros pelas contribuições sugeridas para finalização da pesquisa.

Ao curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Paraná conhecimento adquirido.

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo durante a vigência do curso de mestrado.

À equipe gestora da Estação Ecológica de Guaraguaçu e Parque Estadual do Palmito, em especial Aneuri M. Lima, pelo interesse e apoio demonstrado.

Ao Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG).

Aos meus amigos, Sidney Vicent de Paul Vikou e Larissa Aparecida de Paula Campos por todo o encorajamento e incentivo proporcionado.

Ao meu companheiro, Thiago Focht Barbosa, pelo apoio prestado.

## RESUMO

A zona de amortecimento de Unidades de Conservação foi instituída com o propósito de minimizar os impactos negativos gerados por atividades humanas no entorno desta categoria de áreas protegidas. Pouco dispõe a legislação ambiental sobre os critérios e estudos técnicos de delimitação das zonas de amortecimento. Neste sentido, a abordagem da fragilidade ambiental pode ser empregada no planejamento do zoneamento de UC ao serem integradas informações referentes às características físico-naturais e antrópicas das áreas do entorno. O presente estudo foi desenvolvido na zona de amortecimento da Estação Ecológica de Guaraguaçu, situada na Planície Litorânea Paranaense, com o objetivo de identificar e analisar os níveis de fragilidade ambiental como forma de subsidiar ações de planejamento territorial direcionadas às áreas de maior fragilidade ambiental. Foram utilizados dados cartográficos, Sistemas de Informação Geográfica e rotinas de Análise Multicritério. Os cenários que representaram o quadro de equilíbrio dinâmico natural (potencial) e alterado pelas atividades antrópicas (emergente) da zona de amortecimento, com base nas variáveis de geologia, geomorfologia, solos, cobertura vegetal e uso da terra, resultaram no predomínio da baixa fragilidade devido à morfologia do relevo e a proteção proporcionada pelas formações florestais do bioma Mata Atlântica. Por outro lado, nos cenários gerados sob a perspectiva das APP se sobressaíram as classes de fragilidade ambiental alta e muito alta. A pesquisa evidenciou que a localização da zona de amortecimento da Estação Ecológica de Guaraguaçu, próxima a centros urbanos, contribui para pressões antrópicas que desencadeiam desequilíbrios no balanço pedogênese/morfogênese. O monitoramento dos ambientes classificados como de alta e muito alta fragilidade ambiental se faz necessário e atuará no sentido de adequar os usos da terra existentes e impedir que os mesmos avancem em direção aos limites da unidade de conservação.

Palavras – chave: Zona de amortecimento; unidades de conservação; fragilidade ambiental; análise multicritério.

## ABSTRACT

The buffer zones of Conservation's Unit were established aiming to minimize the negatives impacts caused by humans activities on the surrounding areas of theses protected areas. The environmental legislation doesn't determine about the criteria and technical researches of delimitation of these zones. The fragility approach can be applied on buffer zones planning due to the integration of information related to natural, physical and social characteristics of the surrounding areas of Conservations Unit. This study was developed on the buffer zone of Ecological Station of Guaraguaçu, located in the coast of Paraná aiming to identify and analyze the levels of environmental fragility to contribute in actions of territorial planning focusing on the areas with high fragility. Cartographic data, Geographic Information Systems and Multicriteria Analysis routine were used. The results of potencial fragility and emerging fragility, according geology, geomorphology, soils, vegetation and land use, indicated a low fragility of the damping zone due to the predominant characteristics of the relief and dense vegetation cover. However, from the perspective of the Permanent Preservation Area (APP) ecodynamics, the scenarios of the potential fragility and of the emerging fragility exposed the high fragility of the environments. The research showed that the location of the buffer zone of the Guaraguaçu Ecological Station, close to urban centers, contributes to anthropogenic pressure that generates processes of dynamic imbalance in the pedogenesis / morphogenesis. Is necessary the monitoring of the areas that ranged from high to very fragile in order to adapt existing uses and prevent them from moving towards the limits of the Conservation Unit.

Keywords: Buffer zones. Conservation's Unit. Environmental fragility. Multi-criteria evaluation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – EXEMPLO DE SISTEMA DE ZONEAMENTO DE RESERVAS DA BIOSFERA. ....	28
FIGURA 2 – MODELO DE ZONEAMENTO <i>WILDLIFE CONSERVATION UNIT</i> . ....	29
FIGURA 3 – ESCALA DECRESCENTE DE RESISTÊNCIA AO INTEMPERISMO DOS GRUPOS DE .....	42
FIGURA 4 – EXEMPLO DE FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA DE CONJUNTOS BOOLEANO E .....	49
FIGURA 5 – TIPOS DE CURVAS DE PERTINÊNCIA PARA CONJUNTOS DIFUSOS. ....	50
FIGURA 6 – EXEMPLO DO CÁLCULO REALIZADO PARA EXECUÇÃO DA COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA ( <i>Weighted Linear Combination - WLC</i> ). ....	53
FIGURA 7 – LOCALIZAÇÃO DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE .....	55
FIGURA 8 – GEOLOGIA DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE .....	59
FIGURA 9 – GEOMORFOLOGIA DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA .....	61
FIGURA 10 – PRINCIPAIS CURSOS D'ÁGUA DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO .....	62
FIGURA 11 – SOLOS DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE .....	64
FIGURA 12 – COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA .....	67
FIGURA 13 – ATIVIDADE DE MINERAÇÃO NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO .....	69
FIGURA 14 – ATERRO CONSORCIADO NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO .....	69
FIGURA 15 – BAIROS DE PARANAGUÁ LOCALIZADOS NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA .....	71
FIGURA 16 – FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DA PESQUISA. ....	75
FIGURA 17 – MODELO ESQUEMÁTICO DE CORRELAÇÃO DOS DADOS .....	76

FIGURA 18 – LOCALIZAÇÃO E ROTEIRO DOS PONTOS VERIFICADOS EM CAMPO. ....	81
FIGURA 19 – RECLASSIFICAÇÃO DA VARIÁVEL GEOLOGIA. ....	85
FIGURA 20 – PADRONIZAÇÃO FUZZY PARA A VARIÁVEL GEOLOGIA. ....	85
FIGURA 21 – REPRESENTAÇÃO DA CURVA DE PERTINÊNCIA PARA A VARIÁVEL GEOLOGIA. ....	86
FIGURA 22 – REPRESENTAÇÃO DA CURVA DE PERTINÊNCIA PARA A VARIÁVEL.....	87
FIGURA 23 – PADRONIZAÇÃO FUZZY PARA A VARIÁVEL DISTÂNCIA DOS RIOS.....	88
FIGURA 24 – REPRESENTAÇÃO DA CURVA DE PERTINÊNCIA PARA A VARIÁVEL DISTÂNCIA.....	88
FIGURA 25 – REPRESENTAÇÃO DA CURVA DE PERTINÊNCIA PARA VARIÁVEL TIPOS DE.....	89
FIGURA 26 – REPRESENTAÇÃO DA CURVA DE PERTINÊNCIA PARA A VARIÁVEL COBERTURA .....	90
FIGURA 27 – PLANOS DE INFORMAÇÃO ORIGINADOS PELA LÓGICA <i>FUZZY</i> . 91	
FIGURA 28 – PONDERAÇÃO DE IMPORTÂNCIA RELATIVA PARA FRAGILIDADE POTENCIAL.....	94
FIGURA 29 – PONDERAÇÃO DE IMPORTÂNCIA RELATIVA PARA FRAGILIDADE POTENCIAL –.....	95
FIGURA 30 – PONDERAÇÃO DE IMPORTÂNCIA RELATIVA PARA FRAGILIDADE EMERGENTE –.....	96
FIGURA 31 – PONDERAÇÃO DE IMPORTÂNCIA RELATIVA PARA FRAGILIDADE EMERGENTE –.....	98
FIGURA 32 – COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA (MÓDULO MULTI-CRITERIA EVALUATION) .....	100
FIGURA 33 – COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA (MÓDULO MULTI-CRITERIA EVALUATION) .....	100
FIGURA 34 – COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA (MÓDULO MULTI-CRITERIA EVALUATION) .....	101
FIGURA 35 – COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA (MÓDULO MULTI-CRITERIA EVALUATION) .....	101

FIGURA 36 – MAPA DA FRAGILIDADE POTENCIAL NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA.....	104
FIGURA 37 – MAPA DA FRAGILIDADE POTENCIAL NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA.....	106
FIGURA 38 – MAPA DA FRAGILIDADE EMERGENTE NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA.....	108
FIGURA 39 – FRAGILIDADE EMERGENTE NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO .....	110
FIGURA 40 – CENÁRIOS 1, 2, 3 E 4 DE FRAGILIDADE AMBIENTAL (POTENCIAL E EMERGENTE).....	112
FIGURA 41 – TABELAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS GRAUS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU.....	113
FIGURA 42 – ÁREAS DE MUITO ALTA FRAGILIDADE EMERGENTE NA ZONA DE .....	115
FIGURA 43 – CONFLITOS ENTRE A COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA E A.....	120
FIGURA 44 – CONFLITOS ENTRE A COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA E A.....	122
QUADRO 1 – PRINCIPAIS ACONTECIMENTOS SOBRE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO .....	22
QUADRO 2 – RELAÇÃO DAS CATEGORIAS DE MANEJO ENTRE O SISTEMA INTERNACIONAL PROPOSTO PELA IUCN E NACIONAL REGIDO PELO SNUC, LEI 9.985/2000.....	25
QUADRO 3 – POLÍTICAS NACIONAIS QUE MENCIONAM A ZONA DE AMORTECIMENTO NA.....	31
QUADRO 4 – LISTA DE BIBLIOGRAFIAS UTILIZADAS PARA ELABORAÇÃO DA TABELA 1.....	37
QUADRO 5 – LISTA DE BIBLIOGRAFIAS UTILIZADAS PARA ELABORAÇÃO DA TABELA 2.....	41
QUADRO 6 – ESCALA DE VALORES PARA COMPARAÇÃO PAREADA. ....	52

QUADRO 7 – CLASSES DE COBERTURA VEGERAL E USO DA TERRA ADOTADAS PARA A.....	79
QUADRO 8 – ATRIBUIÇÃO DE VALORES DE FRAGILIDADE ÀS CARACTERÍSTICAS FÍSICO.....	83
QUADRO 9 – CENÁRIOS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL GERADOS DA ZONA DE .....	92

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE ÁREAS PARA O ESTABELECIMENTO DE ZONAS DE AMORTECIMENTO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. ....	35
TABELA 2 – VARIÁVEIS E INDICADORES AMBIENTAIS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO BRASILEIRAS. ....	40
TABELA 3 – CLASSES E ÁREA DA COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL). ....	67
TABELA 4 – DEFINIÇÃO DOS PESOS DE CONTRIBUIÇÃO RELATIVA PARA FRAGILIDADE POTENCIAL – Cenário 1.....	94
TABELA 5 – DEFINIÇÃO DOS PESOS DE CONTRIBUIÇÃO RELATIVA PARA FRAGILIDADE POTENCIAL – Cenário 2.....	95
TABELA 6 – DEFINIÇÃO DOS PESOS DE CONTRIBUIÇÃO RELATIVA PARA FRAGILIDADE EMERGENTE – Cenário 3 .....	97
TABELA 7 – DEFINIÇÃO DOS PESOS DE CONTRIBUIÇÃO RELATIVA PARA FRAGILIDADE EMERGENTE – Cenário 4. ....	98
TABELA 8 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE FRAGILIDADE POTENCIAL – Cenário 1.....	105
TABELA 9 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE FRAGILIDADE POTENCIAL – Cenário 2.....	107
TABELA 10 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE FRAGILIDADE EMERGENTE – Cenário 3.....	109
TABELA 11 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE FRAGILIDADE EMERGENTE NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (PARANÁ, BRASIL) – Cenário 4. ....	110
TABELA 12 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE CONFLITOS ENTRE A COBERTURA VEGETAL E .....	121
TABELA 13 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE CONFLITOS ENTRE A COBERTURA VEGETAL E .....	122

## LISTA DE ABREVIATURAS

AMC – Análise Multicritério

CNUC – Cadastro Nacional de Unidades de Conservação

EE – Estação Ecológica

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

UC – Unidade(s) de Conservação

WLC – *Weighted Linear Combination*

## LISTA DE SIGLAS

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

EEG – Estação Ecológica de Guaraguaçu

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IAP – Instituto Ambiental do Paraná

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IUCN – *International Union for Conservation of Nature*

MMA – Ministério do Meio Ambiente

SEMA – Secretaria Especial do Meio Ambiente

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SPVS – Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental

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

WWF – *World Wide For Nature*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
2.1 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO .....	21
2.1.1 Categoria de manejo: Estação Ecológica .....	25
2.1.2 Zona de amortecimento de unidades de conservação .....	27
2.2 FRAGILIDADE AMBIENTAL .....	38
2.2.1 Variáveis e indicadores de fragilidade em unidades de conservação .....	40
2.3 ANÁLISE MULTICRITÉRIO ( <i>MULTI – CRITERIA EVALUATION</i> ) .....	44
2.3.1 Valores dos critérios – lógica <i>Fuzzy</i> .....	46
2.3.2 Pesos – Processo analítico hierárquico.....	51
2.3.3 Função de busca – Combinação linear ponderada .....	52
<b>3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>54</b>
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	54
3.1.1 Estação Ecológica de Guaraguaçu (EEG) .....	56
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	57
3.2.1 Geologia .....	58
3.2.2 Geomorfologia .....	59
3.2.3 Hidrografia .....	61
3.2.4 Solos .....	62
3.2.5 Cobertura Vegetal e Uso da Terra.....	65
<b>4 MATERIAIS, METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>72</b>
4.1 MATERIAIS .....	72
4.2 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS .....	74
4.2.1 Nível Compilatório .....	76
4.2.2 Nível Correlatório.....	77
4.2.3 Nível Semântico .....	82
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>103</b>
5.1 CENÁRIOS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL GERADOS PELA ANÁLISE MULTICRITÉRIO OU <i>MULTI-CRITERIA EVALUATION</i> (MCE).....	103
5.1.1 Fragilidade Ambiental Potencial: Cenários 1 e 2 .....	103
5.1.2 Fragilidade Ambiental Emergente: Cenários 3 e 4 .....	107
5.1.3 Discussão .....	113

5.2 TABULAÇÃO CRUZADA .....	119
5.2.1 Discussão .....	123
5.3 ENTREVISTA.....	124
5.3.1 Discussão.....	125
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>127</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>131</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A região litorânea do Estado do Paraná é um território singular, detentor de grande riqueza histórica, cultural, econômica e ambiental. Neste último quesito, faz parte da maior área contínua de Mata Atlântica, que envolve Estados do Ceará até o Rio Grande do Sul. As variações apresentadas no relevo, nos regimes das chuvas e no mosaico de unidades fitogeográficas tornam a Mata Atlântica detentora de grande biodiversidade tornando-a um *hotspot* mundial (PINTO, et al. 2006).

De acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica (2019), atualmente os remanescentes florestais do bioma correspondem a 12,4% da área original. Deste modo o litoral do Paraná tornou-se objeto de inúmeras políticas e designações internacionais que reconhecem seu potencial ecológico e a importância de sua proteção em longo prazo (PAULA et al., 2018). Desde 1992 compõe a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica estabelecida pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura (UNESCO), além de ser reconhecido como Sítio do Patrimônio Mundial Natural pela mesma organização no ano de 1999 (UNESCO, 1999).

Uma das estratégias da política nacional de conservação da natureza diz respeito ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), formado pelo conjunto de Unidades de Conservação (UC) instituídas nas três esferas de governo (federal, estadual e municipal) com o objetivo de assegurar a preservação de populações, habitats e ecossistemas representativos da diversidade biológica brasileira.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2016), em 2010 as UC abrangiam 16% da área terrestre e 1,5% da região costeira e marinha sob jurisdição nacional. Conforme o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (MMA, 2019), houve um aumento discreto no percentual das áreas continentais protegidas por UC (18,6%), por outro lado, a proteção das áreas marinhas se elevou consideravelmente para 26,36%.

Ademais, em relação à Mata Atlântica, abriga 1.324 UC em ambas as categorias de manejo (proteção integral e uso sustentável) e que correspondem a

10,46% de sua área total. Daquele número total de UC situadas na Mata Atlântica, 84 se localizam no Estado do Paraná, abrangem uma área de 8.686,25 km<sup>2</sup> e compõem 0,77% da totalidade do bioma.

Integra o SNUC a Estação Ecológica de Guaraguaçu (EEG) situada no município de Paranaguá (litoral do Paraná). Como UC de proteção integral possui o objetivo de preservar áreas naturais em estado primitivo, portanto esta categoria de manejo restringe o acesso aos recursos naturais de modo que conflitos ambientais são desencadeados em função disso, no caso da zona de amortecimento da EEG cita-se como exemplo a prática de extrativismo vegetal, principalmente do palmito *Euterpe edulis* (SEMA et al. 2006).

O plano de manejo da EEG (SEMA et al, 2006) descreve ameaças à UC em decorrência das atividades desenvolvidas em suas áreas núcleo e zona de amortecimento. As problemáticas ambientais identificadas na zona de amortecimento são originadas, sobretudo do processo de urbanização e surgimento de ocupações irregulares.

Os efeitos da expansão urbana sobre a cobertura vegetal em áreas que abrangem a zona de amortecimento da EEG foram estudados por Batista (et al. 2013). O fenômeno de efeito de borda foi verificado nas áreas de transição entre a área urbana e vegetação nativa, como resultado da supressão da mata e exposição do solo. As autoras afirmam que ao modificar os parâmetros físicos, químicos e biológicos, o efeito de borda reduz de forma quantitativa e qualitativa a biodiversidade local representando uma ameaça à gestão da EEG.

Outras pressões e ameaças que incidem na área da EEG e sua zona de amortecimento são o turismo sem controle, atividades produtivas (pecuária, pisciculturas, exploração mineral), espécies exóticas, pesca esportiva e de lazer, a instalação de empreendimentos portuários e possíveis investimentos rodoviários em decorréncias destes (SEMA, et al. 2006).

O crescimento urbano em conjunto com a intensa apropriação da terra na zona de amortecimento da EEG, pode torna-la em um futuro próximo uma “ilha de conservação”, termo trazido à luz por Diegues (2008) com base em uma interpretação da realidade cuja sustentabilidade dos ecossistemas esta associada exclusivamente às áreas núcleo das UC. Assim, para se evitar que as UC tornem-se

“ilhas de conservação”, isoladas de outras porções representativas dos ecossistemas naturais, é reforçada a importância de se planejar, delimitar e gerir as zona de Amortecimento objetivando, inclusive, a criação de corredores ecológicos<sup>1</sup>.

Devido à complexidade em torno desse tema, Moura (2007) afirma que estudos ambientais que considerem a dinâmica dos ecossistemas e as relações mútuas entre os componentes que lhes dão suporte tornam-se peças-chave no planejamento espacial. Neste sentido, esta pesquisa debruçou-se sobre a abordagem da fragilidade ambiental (potencial e emergente) compreendida como o grau de capacidade de resposta de um ambiente às interferências ocasionadas por variáveis internas e externas.

O conhecimento, gerado a partir de levantamentos de solos, relevo, rochas, flora e fauna, drenagem e clima, é analisado de maneira integrada considerando que a natureza dispõe de uma funcionalidade inerente às suas características físicas e biológicas (ROSS, 1994). Desta forma, foi realizado estudo da fragilidade ambiental na área da zona de amortecimento da EEG, conforme perímetro apresentado pelo plano de manejo da mesma (SEMA, et al. 2006).

Adotou-se como objetivo geral da pesquisa identificar e analisar os níveis de fragilidade potencial e emergente dentro da zona de amortecimento a fim de subsidiar ações de planejamento ambiental direcionadas às áreas de maior criticidade, ou seja, maior fragilidade ambiental. Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) identificar as variáveis necessárias para determinar os diferentes graus de fragilidade potencial e emergente da área de estudo;
- b) compreender os aspectos físico-naturais e de uso da terra
- c) Confeccionar mapas-síntese de fragilidade potencial e emergente em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG);
- d) Identificar os conflitos ambientais resultantes da sobreposição dos

---

<sup>1</sup> De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), os corredores ecológicos são definidos como amostras de ecossistemas naturais ou seminaturais que conectam as unidades de conservação, possibilitando entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota (BRASIL MMA, 2000).

cenários de fragilidade potencial gerados e os usos da terra existentes na zona de amortecimento;

- e) Analisar os critérios considerados pela equipe gestora para delimitação do perímetro da zona de amortecimento da EEG;
- f) Propor recomendações para gestão da zona de amortecimento;

A zona de amortecimento deve ser compreendida como uma forma de estender a preservação da diversidade biológica regional e dos serviços ecossistêmicos para além dos perímetros legais das UC. Portanto, a integração deste tema com a abordagem da fragilidade ambiental permitirá identificar as localidades de maior fragilidade, subsidiando a gestão territorial de modo a conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação do meio ambiente.

A dissertação se estrutura em sete capítulos, incluindo a introdução que abordou o contexto da área de estudo, problemática, objetivos e justificativa da pesquisa. O segundo capítulo apresenta o referencial teórico que expõe a fundamentação em relação ao surgimento de UC e zonas de amortecimento, conceitos de fragilidade ambiental e por fim, contextualização da metodologia de Análise Multicritério.

O terceiro capítulo diz respeito à localização e caracterização dos aspectos físicos da área de estudo. O quarto capítulo descreve os materiais que formaram a base cartográfica seguido dos equipamentos utilizados. Os procedimentos metodológicos foram descritos neste capítulo, as quais foram detalhadas as lógicas de análise espacial utilizadas e as etapas de execução do método multivariado.

O quinto capítulo compreende uma análise dos resultados obtidos sendo apresentados como produtos finais os mapas que sintetizam os cenários de fragilidade da zona de amortecimento da EEG. O sexto dispõe das considerações finais e contribuições pertinentes para aprimoramento da gestão da zona de amortecimento tratada. Por último, o sétimo capítulo se refere às referências bibliográficas citadas ao longo do texto.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo foi dividido em três subseções que expõem a fundamentação teórica que embasou o desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente são abordados temas relativos às UC e conceitos de zona de amortecimento enquanto instrumento na gestão destas áreas protegidas. A fragilidade ambiental é tratada a partir de uma ótica holística de interpretação da natureza e como aporte metodológico a Análise Multicritério (AMC) também é contextualizada neste capítulo.

### 2.1 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Esta seção visa abordar sobre as UC no Brasil, o SNUC aprovado mediante Lei Federal n. 9.985/2000 e a categoria de manejo Estação Ecológica (EE) que compreende a UC objeto deste estudo.

Existe o consenso de que a criação do Parque Nacional de *Yellowstone*, em 1º de março de 1872, representou a origem do modelo de sistema de UC que se conhece mundialmente. A criação do Parque se relacionou à concepção de área não habitada, de exuberante natureza *primitiva*, em um contexto de urbanização acelerada, consolidação do capitalismo e expansão da fronteira agrícola nos Estados Unidos (AMEND; AMEND, 1995).

No que se refere às UC no Brasil, a criação destas áreas de proteção ocorreu de maneira gradativa, surgindo importantes figuras na história da conservação da natureza como João Bonifácio de Andrada e Silva e André Rebouças (PÁDUA, 1997; URBAN, 1998). De acordo com a organização *World Wide For Nature* – WWF (1999), as UC brasileiras foram criadas principalmente devido os atrativos naturais e de beleza cênica presentes na paisagem. Abaixo foram listados os principais acontecimentos que culminaram na criação das primeiras UC no Brasil até a instituição do SNUC como se conhece atualmente (FIGURA 1).

QUADRO 1 – PRINCIPAIS ACONTECIMENTOS SOBRE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL.

1886	Primeiro parque criado no Brasil, denominado Parque da Cidade, no Estado de São Paulo
1911	Tentativa de criação de uma Reserva Florestal no território do atual Estado do Acre
1921	Criação do Serviço Florestal, instância encarregada pela administração de Parques Nacionais e Estaduais
1934	Criação do Código Florestal (Decreto n. 23.793, de 23 de janeiro de 1934) 1ª Conferência Brasileira para a Proteção da Natureza
1937	Criação do Parque Nacional do Itatiaia no município do Rio de Janeiro
1940	1ª Convenção para Proteção da Flora, Fauna e das Belezas Cênicas Naturais dos Países da América
1944	Criação do primeiro Refúgio da Vida Silvestre, de Sooretama, no Estado do Espírito Santo
1946	Criação da primeira Floresta Nacional, de Araripe – Apodi, no Estado do Ceará
1950	Criação da primeira Reserva Biológica, de Serra Negra, em Pernambuco
1958	Surge a Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN)
1959	Criação do Departamento de Recursos Naturais Renováveis (DRNR) pelo Ministério da Agricultura
1965	Segunda versão do Código Florestal (Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965)
1967	Criação do Instituto Brasileiro para o Desenvolvimento Florestal (IBDF) Publicada Lei de Proteção à Fauna (Lei n. 5.197 de 3 de janeiro de 1967)
1972	1972 - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo (Suécia)
1973	Criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA)
1976	I Etapa do Plano do Sistema de Unidades de Conservação para o Brasil
1979	Surgimento do Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros (Decreto n. 84.017 de 21 de setembro de 1979)
1981	Publicação da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981)
1982	II Etapa do Plano do Sistema Nacional de Unidades de Conservação para o Brasil
1988	IBDF, SEMA e Fundação para a Conservação da Natureza (FUNATURA) revisam o Plano do Sistema Nacional proposto
1989	Surge o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)
1990	Aprovação pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) do ante-projeto do Plano do Sistema Nacional de Unidades de Conservação para o Brasil
1992	2ª Conferência Mundial das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92) Ante-projeto aprovado é encaminhado ao Congresso Nacional
2000	Aprovação da Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação
2002	Publicação do Decreto n. 4.340, de 22 de agosto de 2002, que regulamenta a Lei n. 9.985/2000

FONTES: PÁDUA (1997); URBAN (1998); BRITO (2000); MORSELLO (2001). ORGANIZAÇÃO: a autora (2019).

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) definiu como UC:

I – unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes legalmente instituído pelo Poder Público, com o objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL MMA, 2000).

Para uma área ser considerada UC se faz necessário que possua características naturais relevantes e que o Poder Público a identifique na forma da Lei após embasamento sob critérios técnico-científicos (SOUZA, 2014)<sup>2</sup>. As UC que integram o SNUC foram divididas em duas categorias de manejo: proteção integral e uso sustentável.

O objetivo das UC de proteção integral é a preservação da natureza, desta forma, permitem o uso indireto dos recursos naturais, sem consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais (RODRIGUES, 2005). Cada categoria de manejo possui objetivos específicos, fazem parte deste grupo: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre.

Ao segundo grupo compete a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos recursos naturais, de modo a garantir a manutenção desses e os processos ecológicos de forma socialmente justa e economicamente viável (BRASIL MMA. 2000). Compõe este grupo: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural.

---

<sup>2</sup> Conforme a instrução normativa do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), os estudos técnicos devem contemplar informações sobre: formações vegetais e fauna associada; uso do solo dentro dos limites propostos; caracterização da população residente, contendo o número e tamanho médio das propriedades e o padrão de ocupação da área; avaliação dos principais indicadores socioeconômicos dos municípios abrangidos; a caracterização da população tradicional beneficiária, no caso das Reservas Extrativistas e das Reservas de Desenvolvimento Sustentável; a caracterização da população tradicional residente, quando houver, no caso das Florestas Nacionais; diagnóstico preliminar da atividade pesqueira, no caso de unidade de conservação costeira ou marinha (ICMBio, 2008 Art 4°).

A proteção do território nacional ocorre principalmente pela criação de UC de uso sustentável. Esta tendência é observada no Brasil assim como nos demais países da América Latina, estando as categorias de uso direto (ou sustentável conforme definição nacional) em maior proporção no continente latino-americano (CAF, 2007).

Considerando as categorias de UC estabelecidas internacionalmente pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) e aquelas definidas pelo SNUC buscou-se correlacioná-las na busca por similaridades entre conceitos e objetivos (QUADRO 1). Desta forma, a Reserva Natural Restrita definida pela IUCN se assemelha às EE e Reservas Biológicas pelo foco nas vertentes da preservação ambiental e pesquisa científica.

A categoria de *Parque Nacional* visa, além da preservação ambiental e pesquisa científica, a promoção do turismo correspondendo aproximadamente aos Parques Nacionais, Refúgios da Vida Silvestre e Reservas Particulares de Proteção Natural. O Monumento Natural com o intuito de conservar características naturais específicas relaciona-se com as categorias brasileiras de Monumento Natural de Relevante Interesse Ecológico e a Área de manejo de Habitat/espécies apresenta similaridades com a Reserva da Fauna.

A Área Protegida Paisagem terrestre/marinha conecta-se com as Áreas de Proteção Ambiental dada a gestão integrada, envolvendo a participação da sociedade. Por fim, a Área Protegida com Uso Sustentável que inclui o manejo dos recursos preferencialmente pelas comunidades locais e tradicionais corresponde às Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas e Reservas de Desenvolvimento Sustentável.

QUADRO 2 – RELAÇÃO DAS CATEGORIAS DE MANEJO ENTRE O SISTEMA INTERNACIONAL PROPOSTO PELA IUCN E NACIONAL REGIDO PELO SNUC, LEI 9.985/2000.

CATEGORIAS	SISTEMAS DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	
	SNUC	IUCN
PROTEÇÃO INTEGRAL	Parque Nacional	Parque Nacional
	Reserva Biológica	Reserva Natural Restrita
	Estação Ecológica	Reserva Natural Restrita
	Monumento Natural	Monumento Natural
	Refúgio da Vida Silvestre	Parque Nacional
USO DIRETO OU SUSTENTÁVEL	Floresta Nacional	Área Protegida com Uso Sustentável
	Área de Proteção Ambiental	Paisagem Terrestre/Marinho Protegido
	Área de Relevante Interesse Ecológico	Monumento Natural
	Reserva Extrativista	Área Protegida com Uso Sustentável
	Reserva de Fauna	Área de Manejo de Habitat/Espécies
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Área Protegida com Uso Sustentável
	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Parque Nacional

FONTE: Adaptado de RODRIGUES (2005) e RYLANDS; BRANDON (2005).

### 2.1.1 Categoria de manejo: Estação Ecológica

Este tópico tem como objetivo discorrer sobre a categoria de manejo da UC que integra a área de pesquisa. Portanto, serão tratadas as questões que envolvem a origem e concepção desta categoria de manejo, os objetivos definidos pelo SNUC e sua relevância no alcance das metas nacionais de conservação da natureza.

O surgimento de EE esta diretamente envolvida com o surgimento da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), entidade criada no ano de 1973 pelo Ministério do Interior, que iniciou um programa voltado à implantação de EE em território nacional (PÁDUA, 1997). Em 1981 surgiu o normativa legal para sua criação, Lei Federal n. 6.902, de 27 de abril de 1981 que dispõe sobre as EE e também sobre as Áreas de Proteção Ambiental, categorias até então administradas pela SEMA.

Ainda de acordo com Pádua (1997), em 1981 entrou em cena um importante conservacionista brasileiro, Doutor Paulo Nogueira Neto, que auxiliou na implementação desta categoria. Com base na referida lei, definiram-se as EE como “áreas representativas de ecossistemas brasileiros, destinadas à realização de pesquisas básicas e aplicadas de Ecologia, à proteção do ambiente natural e ao desenvolvimento da educação conservacionista” (BRASIL, 1981, Art. 1º).

Em 1º de junho de 1983, foi assinado o Decreto Federal n. 88.351 que regulamentou a referida Lei e definiu que as EE federais seriam criadas por decreto do poder executivo. Com o surgimento do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) no ano de 1990 se determinou que as EE estivessem sob responsabilidade do mesmo por meio do Decreto Federal n. 99.274, de 6 de junho de 1990. Ao final dessa década (1990), foram criadas 21 EE que totalizavam 2.178.845 hectares (PÁDUA, 1997).

Em relação à legislação vigente (Lei n. 9.985/2000), os objetivos em torno das EE se mantiveram, criadas mediante duas finalidades: preservar a natureza e promover o desenvolvimento de pesquisas científicas. A política nacional reitera que a composição das terras é de posse e domínios públicos e, em caso de áreas particulares dentro dos limites estabelecidos os respectivos proprietários estarão sujeitos a processos de desapropriação.

Nas discussões que envolviam o planejamento do SNUC, chegou-se a constatação de que a categoria EE é similar às Reservas Biológicas, diferenciando-se apenas pela ênfase atribuída às pesquisas científicas. Devido a isto, se cogitou a exclusão da categoria EE do sistema brasileiro de classificação de UC (RYLANDS; BRANDON, 2005). Em 2014, 31 EE Federais perfaziam uma área de 68.030,75 km<sup>2</sup> além de outras 60 EE Estaduais que abrangiam 47.529,81 km<sup>2</sup> (SOUZA, 2014).

De acordo com Souza (2014), o Paraná detinha 8% do total das EE brasileiras, são estas: EE da Ilha do Mel (criada em 1982, Paranaguá), EE de Guaraguaçu (1992, Paranaguá), EE do Caiuá (1994, Diamante do Norte), EE Fernandes Pinheiro (2001, Fernandes Pinheiro) e EE Rio dos Touros (2001, Reserva do Iguaçu).

Declarou Medeiros (2011) ser indiscutível a importância das EE frente a produção do conhecimento científico no que tange os bens naturais que existem

dentro dessas UC. Já afirmava Pádua (1997, p.234) que “a pesquisa científica sempre deve ser incentivada para se conhecer melhor o valor e a riqueza destas unidades de conservação, e para se ter aliados de expressão”. Assim, um “aliado de expressão” na manutenção dessas áreas protegidas diz respeito à *informação atualizada e correta* proveniente dos estudos desenvolvidos sobre e em UC (MIKICH, 2006).

### 2.1.2 Zona de amortecimento de unidades de conservação

Em relação ao tema da zona de amortecimento de UC se buscou introduzir o contexto de surgimento deste instrumento conforme órgãos oficiais internacionais e nacionais, descrever o arcabouço legal brasileiro que rege sua aplicação, bem como os critérios existentes na literatura para sua delimitação.

De acordo com o Programa Homem e a Biosfera (*Programme on Man and Biosphere*) da UNESCO a zona de amortecimento (*Buffer zone*) foi concebida como um acordo administrativo entre o órgão gestor de Reservas da Biosfera<sup>3</sup> e os indivíduos que detinham o controle de áreas adjacentes a essas de forma a contribuir com a proteção de suas áreas internas (UNESCO, 1974).

Segundo o referido programa, a zona de amortecimento destina-se a coibir impactos diretos oriundos das atividades antrópicas sob as condições geoquímicas e microclimáticas dos ecossistemas protegidos. Desta forma, deve prover espaços para movimentos migratórios e abranger quaisquer alterações no tamanho da área de vida da fauna silvestre. Com base nestes princípios, foi proposto um modelo de zoneamento<sup>4</sup> para a categoria Reserva da Biosfera (FIGURA 2). A área núcleo

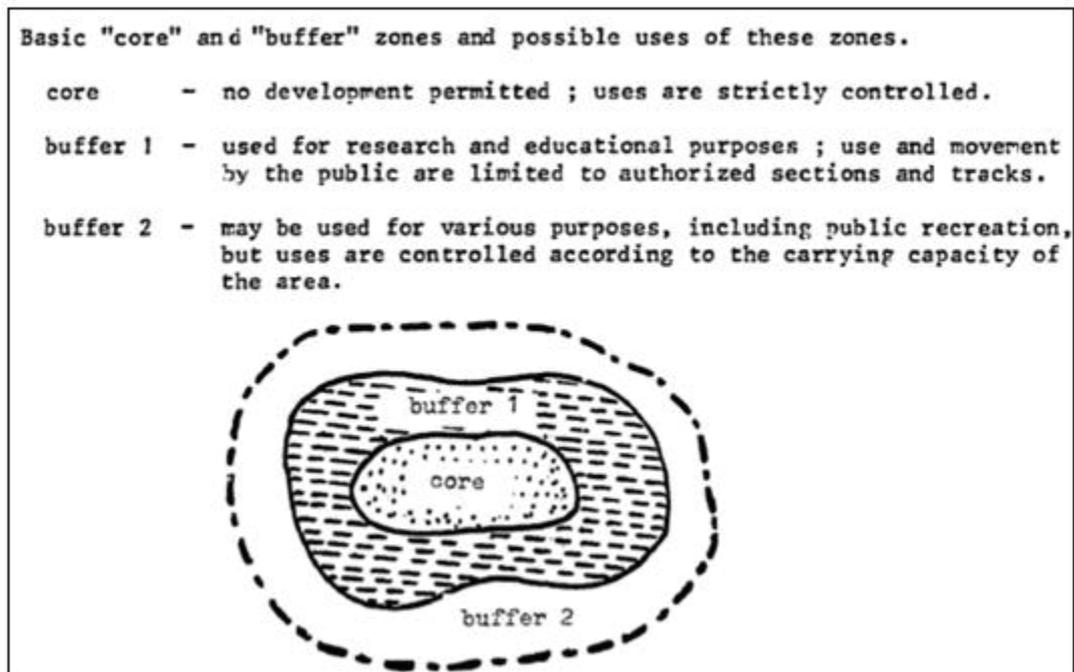
---

<sup>3</sup> A Reserva da Biosfera trata-se de uma categoria de área protegida que integra uma rede internacional que visa de preservar permanentemente amostras de biomas representativos da Diversidade Biológica em todo o mundo (UNESCO, 1974).

<sup>4</sup> “Definição de setores ou zonas em uma Unidade de Conservação com objetivos de manejo e normas específicos, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz” (BRASIL MMA, 2000).

(core) é caracterizada pela própria Reserva envolvida por zonas de amortecimento (*buffer 1; buffer 2*).

FIGURA 1 – EXEMPLO DE SISTEMA DE ZONEAMENTO DE RESERVAS DA BIOSFERA.



FONTE: Adaptado de UNESCO (1974).

Em 1986, a IUCN trouxe à luz a primeira definição de zona de amortecimento:

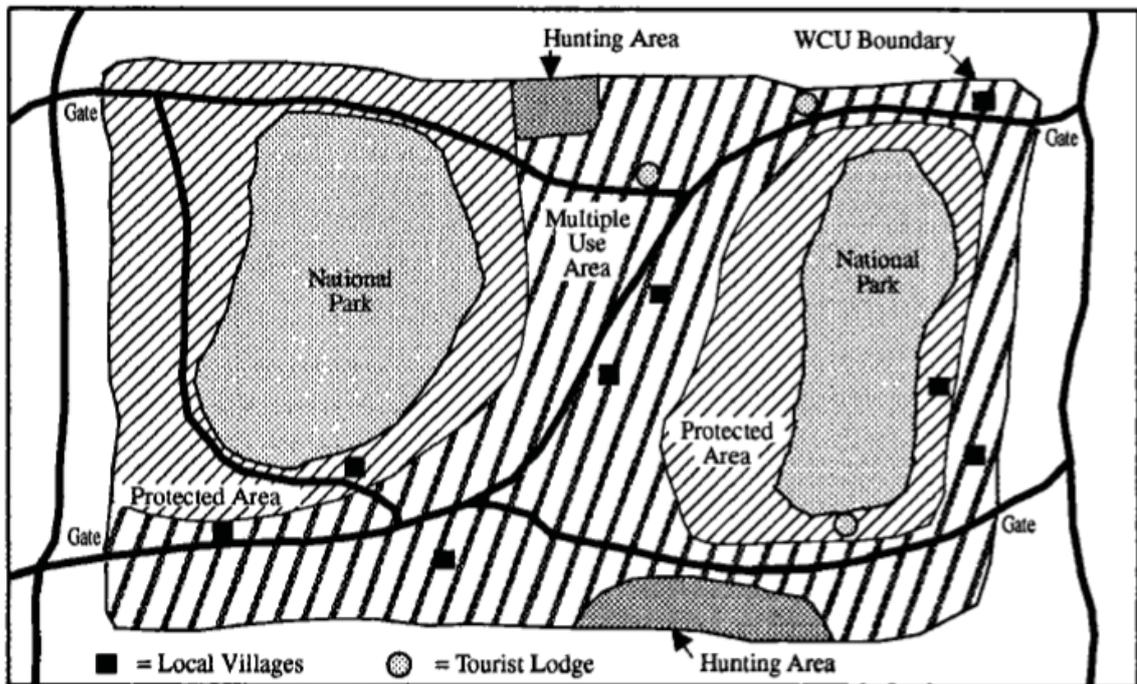
*"[...] areas adjacent to protected areas, on which land use is partially restricted to give an added layer of protection to the protected area itself while providing valued benefits to neighbouring rural communities"* (IUCN, p.90, 1986).

Segundo a organização, a zona de amortecimento possuía duas funções principais, *extension buffering* e *sócio-buffering*. A primeira se refere ao efeito de "estender" a área abrangida pelos habitats protegidos permitindo maiores áreas para reprodução das espécies de flora e fauna. A segunda função diz respeito à provisão de produtos de subsistência e valor para as comunidades locais, reforçando que os usos da terra não devem entrar em conflito com os objetivos das UC.

Lusigi (1992) propôs uma abordagem de zoneamento (*Wildlife Conservation Unit*) de caráter experimental em três UC localizadas no Quênia (África), que incluiu

três categorias distintas de zoneamento: a) Parque Nacional, b) área protegida e c) área de uso múltiplo (FIGURA 3).

FIGURA 2 – MODELO DE ZONEAMENTO *WILDLIFE CONSERVATION UNIT*.



FONTE: Adaptado de LUSIGI (1992).

A área definida como *parque nacional* incluiria os locais de ocorrência de fauna silvestre, àquelas de especial interesse, e cenários de beleza cênica. Um ambiente com pouca ou nenhuma interferência humana deveria ser encorajado. A *área protegida* seria composta pelas áreas que circundam o parque nacional, assim, permitiria apenas o desenvolvimento de atividades turísticas e o estabelecimento de estruturas administrativas voltadas à equipe gestora.

A *área de uso múltiplo* possuiria uma extensão maior em comparação às anteriores e teria o propósito de conciliar a gestão da fauna silvestre com a continuidade de práticas tradicionais. Seria permitida a permanência de comunidades locais e atividades de pastoreio, caça e turismo. Acrescentou Lusigi (1992) que a *Wildlife Conservation Unit* deveria ser administrada de forma integrada com limites estabelecidos e fiscalizados.

Ebregt e Greve (2000) afirmam que raciocínio conceitual em torno da zona de amortecimento ocorreu em três etapas. A primeira se deve à sua criação como forma de proteger pessoas e áreas de cultivo contra a fauna silvestre que eventualmente movimentava-se para fora dos limites de UC. A segunda etapa se configura até a década de 1990 quando o princípio da zona de amortecimento era o de proteger as UC de impactos antrópicos.

Declararam os autores que a terceira etapa ocorre nos dias atuais quando além de minimizar os impactos negativos, a zona de amortecimento visa atender as necessidades socioeconômicas das comunidades restringidas do usufruto dos recursos naturais existentes. No contexto brasileiro, as diretrizes básicas que regem a criação de zonas de amortecimento são previstas pela Lei Federal n. 9.985/2000. Como forma de unificar os conceitos que se encontravam dispersos na legislação ambiental, a zona de amortecimento foi definida como:

XVIII – o entorno de uma Unidade de Conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade (BRASIL MMA, 2000).

Determinou-se que as categorias de manejo de UC, com exceção das *Áreas de Proteção Ambiental e Reserva Particular do Patrimônio Natural*, deveriam possuir uma zona de amortecimento sendo de responsabilidade do órgão ambiental que administra estas UC a definição das restrições de ocupação e uso da terra. Por conseguinte, a normativa mencionou a possibilidade de fixação do perímetro no ato de criação da respectiva UC ou posteriormente mediante elaboração de plano de manejo<sup>5</sup>.

A zona de amortecimento é compreendida como uma área que não faz parte da UC, mas se encontra sob força de lei dentro de um zoneamento obrigatório que definirá a regulação e permissão de certas atividades humanas e econômicas

---

<sup>5</sup> “Documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade” (BRASIL MMA, 2000).

(RIBEIRO, 2010). Conforme Perello (2011, p. 23) “No Brasil, apenas 31% das 137 áreas protegidas federais de proteção integral possuem zona de amortecimento implantada ou em fase de implantação”. O quadro 2 abaixo descreve as normativas ambientais que abordam a zona de amortecimento na gestão de UC.

QUADRO 3 – POLÍTICAS NACIONAIS QUE MENCIONAM A ZONA DE AMORTECIMENTO NA GESTÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.

(continua)

INSTRUMENTO LEGAL	DATA	CONTEÚDO
Lei n. 5.197	03/01/1967	Lei sobre a proteção da fauna;
Decreto n. 84.017	21/09/1979	Aprova o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros;
Lei n. 6.902	27/04/1981	Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental;
Decreto n. 99.274	06/06/1990	Regulamenta as leis que dispõem sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e a Política Nacional do Meio Ambiente;
Resolução CONAMA n. 13	06/12/1990	Dispõe sobre as normas referentes às atividades desenvolvidas no entorno das Unidades de Conservação;
Resolução CONAMA n. 10	01/10/1993	Estabelece parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão de Mata Atlântica;
Decreto n. 750	10/12/1993	Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências.
Lei n. 9.605	12/02/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei n. 9.985	18/07/2000	Regulamenta o art. 225 da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza;
Decreto n. 4.340	22/08/2002	Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, e dá outras providências.

QUADRO 3 – POLÍTICAS NACIONAIS QUE MENCIONAM A ZONA DE AMORTECIMENTO NA GESTÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.

(conclusão)

Decreto n. 6.514	22/07/2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n.428	17/12/2010	Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 473	11/12/2015	Prorroga os prazos previstos no §2º do art. 1º e inciso III do art. 5º da Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010, que 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.
Projeto de Lei n. 5.370 (arquivado)	24/05/2016	Dispõe sobre a zona de amortecimento das unidades de conservação; altera a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

Observou-se que a conservação das áreas que fazem divisa com os limites das UC era objeto de normatização desde o final da década de 1960. Anteriormente à publicação da lei que instituiu o SNUC, a zona de amortecimento recebeu várias nomenclaturas (terrenos adjacentes, zona de uso especial, áreas vizinhas e área de entorno), estando sempre associada à mitigação dos impactos oriundos dos tipos de uso da terra, fragmentação da cobertura vegetal e risco de isolamento das UC.

Assim, pode-se afirmar que a iniciativa de controle da apropriação dos recursos naturais nas zonas de amortecimento não é um fato novo na política brasileira, mostrando nítida relação de interdependência entre a proteção da biodiversidade e as áreas situadas próximas das UC.

Recentemente, foi arquivado um projeto de lei, nº 5.370, de 24 de maio de 2016, que previa alterações nos artigos 22º e 25º da Lei 9.985/2000 que tratam justamente da zona de amortecimento. A proposta de alteração para o primeiro artigo contemplava a inclusão da zona de amortecimento no momento de planejamento de criação das UC no sentido de serem exigidos estudos técnicos e audiências para respectiva delimitação.

Sobre o segundo artigo, as novas proposições propunham a inserção de dois parágrafos que determinariam:

- a) nos casos de UC já criadas: exigência da realização de pesquisas e consulta pública sobre definição da respectiva zona;
- b) nos casos de zonas de amortecimento já criadas :exclusão de área urbana consolidada dos limites.

#### 2.1.2.1 Critérios de definição

As discussões iniciais sobre zonas de amortecimento expuseram a premissa de que deveriam ser planejadas exclusivamente sob o viés ecológico, priorizando a preservação de comunidades bióticas. A partir do momento que fossem definidas formalmente, não seriam permitidas ocupações humanas nessas áreas (UNESCO, 1974).

Mediante as proposições estabelecidas pela UNESCO, a IUCN (1986) avaliou fatores a serem considerados quanto ao tipo e extensão ideais das zonas de amortecimento:

- a) assegurar que espécies ameaçadas usufruam de *habitats* que se encontram fora dos limites das UC;
- b) permitir o fluxo gênico das espécies entre as áreas internas e externas da UC;
- c) prover a proteção do solo e da água;
- d) considerar a ocupação da área visada por comunidades tradicionais;

- e) verificar a existência de vegetação nativa;
- f) satisfazer necessidades básicas de povos tradicionais quanto ao uso do solo (cultivos, pastagem, recursos florestais e alimentação).

Schonewald-Cox e Bayless (1986) refletiram sobre a necessidade da zona de amortecimento estar vinculada à largura e comprimento da UC que visa proteger. Adicionalmente,

*“Many variables should be used in describing the boundary segments for buffer design. These include species distributions, the movements of individuals, and the vulnerability of the reserve to impacts as they change along the boundary’s length”* (SCHONEWALD-COX; BAYLESS, 1986, p.318).

Sayer (1991) definiu outros princípios, a cobertura vegetal e os ecossistemas deveriam ser mantidos mais próximos da condição natural apresentada nas áreas internas das UC. Descreveu ainda que a capacidade do ecossistema de reciclar nutrientes deveria ser um fator a ser considerado, além da exploração dos recursos naturais ocorrerem somente com o uso de métodos menos lesivos à natureza.

Neste sentido, sob perspectiva de promoção do desenvolvimento sustentável, Lusigi (1992) atribuiu à zona de amortecimento a possibilidade de instalação de áreas experimentais de incentivo ao uso de métodos menos impactantes na exploração dos recursos e restauração de ecossistemas degradados. Desta forma, a zona de amortecimento passou a ser encarada como uma área de cooperação, pois tem como objetivo defender os preceitos da conservação da natureza e ao mesmo tempo aliar-se ao desenvolvimento econômico das comunidades locais.

Um exemplo desta abordagem foi exposto por Nepal et al (1994) na implementação de zonas de amortecimento agroflorestais criadas com o intuito de impedir invasões por moradores pela busca de terras agricultáveis dentro de UC. Dentre os critérios para identificação de áreas favoráveis, incluíram a disponibilidade de recursos naturais, abertura de áreas florestais, nível de diversidade biológica e potencial turístico da região.

Embora a definição do traçado das zonas de amortecimento dependa das singularidades de cada UC (localização, categoria de manejo, objetivos, entre

outros) buscou-se com base em levantamento bibliográfico quantificar os critérios mais utilizados para este fim (TABELA 1) de acordo com os autores descritos no quadro 4 (página 36).

TABELA 1 – CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE ÁREAS PARA O ESTABELECIMENTO DE ZONAS DE AMORTECIMENTO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.

(continua)

FATOR/AUTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Freq.	
<b>BIOLÓGICO</b>		X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	18
Cobertura vegetal semelhante à existente dentro da UC												X		X		X								3
Ecosistemas protegidos pela UC		X				X		X	X			X			X	X	X	X				X	X	11
Solos		X																X						2
<i>habitat/área de vida das espécies</i>		X			X			X	X						X				X	X	X			8
Ecologia da Paisagem					X	X			X			X			X	X			X					7
Proteção aos corpos hídricos (Bacias, micro bacias, nascentes)					X	X			X	X		X	X	X	X	X		X	X					11
Áreas de Preservação Permanentes (APP)						X					X	X	X	X				X	X			X		8
Características morfoclimáticas								X																1
Capacidade de suporte do meio								X																1
Conectividade com fragmentos florestais, corredores ecológicos e outras UC								X		X		X	X	X	X	X			X	X	X			10
Fontes de impactos								X				X	X	X	X	X			X			X		8

TABELA 1 – CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE ÁREAS PARA O ESTABELECIMENTO DE ZONAS DE AMORTECIMENTO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.

(conclusão)

FATORES/AUTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Freq.
<b>SOCIAL</b>	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X		<b>18</b>
Comunidades locais	X		X		X		X			X	X		X	X	X			X	X		X		12
Participação de entidades atuantes na região		X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		X		14
Atrativos turísticos			X					X				X											3
Áreas urbanizadas						X				X		X	X	X	X		X	X			X		9
Estudo de percepção ambiental					X		X								X								3
Densidade Populacional	X						X			X				X	X								5
Patrimônios histórico-culturais												X			X							X	3
<b>GEOGRÁFICO</b>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<b>20</b>
Perímetro da UC	X					X	X					X	X		X	X			X	X	X		10
Acessos terrestres			X																				1
Usos da terra				X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	16
Marcos geográficos (ex: limites municipais)										X		X		X	X				X		X		6
Movimentos de massa											X		X			X		X			X		5
Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV)																					X		1
<b>ECONÔMICO</b>	X				X	X						X		X	X			X					<b>7</b>
Atividades econômicas	X			X	X							X		X	X			X					7
Atividades antrópicas de baixo impacto							X											X					2
Zonas econômicas dentro das Zonas de amortecimento	X																						
<b>GESTÃO</b>					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	<b>15</b>
Legislação municipal					X				X	X			X	X								X	6
Legislação ambiental					X				X	X		X	X										5
Aproximação entre órgão administrador da UC/instâncias de planejamento					X		X		X	X	X	X	X										7
Categoria da UC					X	X	X	X		X			X					X	X	X	X		10

ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

QUADRO 4 – LISTA DE BIBLIOGRAFIAS UTILIZADAS PARA ELABORAÇÃO DA TABELA 1.

<b>1</b>	Gilmour; San (1999)	<b>9</b>	Perello (2011)	<b>17</b>	Guimarães <i>et al.</i> (2009)
<b>2</b>	Ebregt; Greve (2000)	<b>10</b>	Iwamoto; Rodrigues (2011)	<b>18</b>	Castanho Filho; Schwenck Jr. (2005)
<b>3</b>	Li <i>et al</i> (1999)	<b>11</b>	Ribeiro (2013)	<b>19</b>	Tambosi (2008)
<b>4</b>	Ahmad <i>et al</i> (2011)	<b>12</b>	Schreiner (2012)	<b>20</b>	Alexandre <i>et al.</i> (2010)
<b>5</b>	Vilhena <i>et al</i> (2004)	<b>13</b>	Moreira (2015)	<b>21</b>	Galante <i>et al.</i> (2002)
<b>6</b>	Silva (2005)	<b>14</b>	Godoy (2016)	<b>22</b>	IBAMA/MMA (2006)
<b>7</b>	Costa <i>et al.</i> (2007)	<b>15</b>	Oliva (2003)		
<b>8</b>	Freitas (2009)	<b>16</b>	Santos (2007)		

ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

Do total de critérios identificados, 10 (35%) dizem respeito aos aspectos biológicos, sendo os principais para definição da zona de amortecimento: a preservação dos ecossistemas alvo da UC, proteção das bacias hidrográficas e observância de fragmentos florestais para criação de corredores ecológicos e/ou conectividade com outras UC.

Observou-se que a adoção de critérios geográficos também é considerada como essencial no planejamento de zonas de amortecimento, sobretudo, os resgates históricos e mapeamentos atuais de usos da terra. A gama de critérios e métodos diferenciados reitera a importância de diagnósticos prévios que antecedem à implantação de zonas de amortecimento, pois estes contribuirão para definição de limites, formas e tamanhos adequados à realidade que esta inserida a UC.

Em vista do amadurecimento teórico em torno dos conceitos e propósitos da zona de amortecimento, para esta pesquisa pode-se afirmar que a zona de amortecimento deve se encontrar subsequente ao perímetro das UC e ser composta pelas áreas consideradas prioritárias para proteção dos ecossistemas e manutenção das formas de vida, incluindo o ser humano. Ao mesmo tempo em que busca minimizar os impactos resultantes das atividades antrópicas sob as áreas núcleo das UC, a zona de amortecimento deve incentivar o desenvolvimento de atividades de baixo impacto, continuidade de práticas tradicionais, participação social e a

educação ambiental sobre a importância da UC no contexto de proteção do meio ambiente.

Os critérios utilizados para definição da zona de amortecimento dependem inicialmente da avaliação técnica dos órgãos administradores mediante os objetivos de criação de cada UC. À vista disso, a integração de fatores que contemplem aspectos biológicos, sociais, geográficos, econômicos e de gestão pública contribuirão em diferentes níveis para uma melhor definição e planejamento das zonas de amortecimento de modo a auxiliar na maior efetividade destas.

## 2.2 FRAGILIDADE AMBIENTAL

Este capítulo expõe a base conceitual relacionada à fragilidade ambiental (potencial e emergente) além de apresentar estudos de caso os quais foram aplicados estes conceitos no contexto da gestão de UC. Desta forma, o aporte teórico apresentado subsidiou a seleção das variáveis e indicadores pertinentes à análise.

Segundo definição proposta por Tansley (1965 citado por Tricart, 1977), um ecossistema pode ser caracterizado como um conjunto seres vivos dependentes entre si e do meio que vivem. Deste modo, todos os componentes de um ecossistema interagem dando origem a processos que ocorrem mediante fluxos de matéria e energia. Cada ecossistema possui características únicas, apresentando uma dinâmica própria e específica.

Posto isto, a fragilidade pode ser compreendida como o grau de capacidade de resposta do sistema ambiental às interferências nos fluxos de matéria e energia (TRICART, 1977). Conforme o autor, esta 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.

Atrelado a isto, a análise da dinâmica da superfície terrestre, ou seja, a instabilidade gerada pelos processos modificadores do relevo é o componente mais importante a ser observado. Desta forma, Tricart (1977) propôs uma taxonomia dos

tipos de meio ambiente com base no grau de estabilidade/instabilidade morfodinâmica.

Mediante classificação ecodinâmica dos ambientes, nos meios *estáveis*, o modelado evolui lentamente, tendendo a uma situação de clímax, pois existe uma constância dessa evolução, fazendo predominar os processos formadores do solo (pedogênese). A baixa incidência dos processos mecânicos limitam as interferências no balanço pedogênese/morfogênese. Os meios *intergrades* são os ambientes onde existe a passagem gradual da condição de instabilidade à estabilidade, de tal modo que as condições ambientais permitirão a interferência concorrente entre a morfogênese e pedogênese.

Por último, os meios *fortemente instáveis* são aqueles em que há o predomínio da morfogênese na dinâmica natural, agindo sobre os demais elementos do sistema natural. Neste cenário, a pedogênese é interrompida e seus efeitos anulados. Os processos morfodinâmicos podem ser desencadeados por razões que vão desde intensa geodinâmica interna à dissecação elevada do relevo.

Ross (1994), em conformidade com a taxonomia proposta, ressaltou a influência das intervenções humanas sobre a fragilidade dos ambientes naturais de forma que, dependendo das características dos componentes e suas relações de interdependência, acarretam prejuízos à funcionalidade do ecossistema gerando distúrbios no seu estado de equilíbrio dinâmico.

Frente às definições descritas pelo autor, as *Unidades Ecodinâmicas Instáveis* (instabilidade emergente) são os ambientes modificados pelas intervenções humanas através da supressão vegetal e práticas de atividades econômicas diversas. Por outro lado, as *Unidades Ecodinâmicas Estáveis* (instabilidade potencial) dizem respeito aos meios que se encontram em seu estado natural. Ou seja, as Unidades Ecodinâmicas Instáveis propostas por Ross (1994) apresentam *fragilidade ambiental emergente*, enquanto que as Unidades Ecodinâmicas Estáveis apresentam *fragilidade ambiental potencial*, sendo estes conceitos utilizados na presente pesquisa.

### 2.2.1 Variáveis e indicadores de fragilidade em unidades de conservação

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. O mesmo pode ser elaborado para estudos preliminares à criação de UC e zonas de amortecimento. Neste caso, a investigação da fragilidade age como um instrumento de apoio técnico que atende às necessidades de planejamento e ordenamento dos diferentes *meios ambientes*.

Através do levantamento de estudos em UC, a tabela 2 apresenta as principais variáveis de análise da fragilidade ambiental conforme respectivos autores (QUADRO 4).

TABELA 2 – VARIÁVEIS E INDICADORES AMBIENTAIS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO BRASILEIRAS.

(continua)

VARIÁVEIS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	FREQ.
<b>GEOLOGIA</b>	X	X			X	X			X		X		6
História evolutiva	X												1
Litologia	X	X			X	X			X		X		6
Grau de coesão das rochas	X										X		2
<b>GEOMORFOLOGIA</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
Declividade	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	11
Hipsometria									X				1
Dissecação do relevo		X	X									X	3
Forma de vertentes	X									X			2
Unidades geomorfológicas						X	X		X	X			4
<b>SOLOS</b>	X	X	X	X				X	X	X	X	X	9
Tipos de solos	X	X	X	X				X	X	X	X	X	9
Profundidade										X			1
Manejo										X			1
Maturidade	X								X				2
Textura	X									X			2

TABELA 2 – VARIÁVEIS E INDICADORES AMBIENTAIS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO BRASILEIRAS.

(conclusão)

VARIÁVEIS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	FREQ.
Perfis do solo	X									X			2
<b>COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA</b>	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	11
Tipos vegetacionais	X	X			X		X	X	X	X	X		8
Densidade vegetal										X	X		2
Áreas de Preservação Permanente				X	X								2
Uso da terra	X	X	X	X				X	X	X	X	X	9
<b>CLIMATOLOGIA</b>	X	X	X							X	X		5
Precipitação			X							X			2
Intensidade pluviométrica			X							X	X		3
Erosividade das chuvas	X										X		2

ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

QUADRO 5 – LISTA DE BIBLIOGRAFIAS UTILIZADAS PARA ELABORAÇÃO DA TABELA 2.

1	Silveira (2005)	7	Bitencourt; Pivello (1998)
2	Costa <i>et.al.</i> (2009)	8	Maganhotto et al., (2011)
3	Ferreira (2014)	9	Oliveira (2017)
4	Quadros (2014)	10	Amaral; Ross (2009)
5	Santos (2010)	11	Rittl (2011)
6	Jacinto (2003)	12	Ramos et al., (2017)

ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

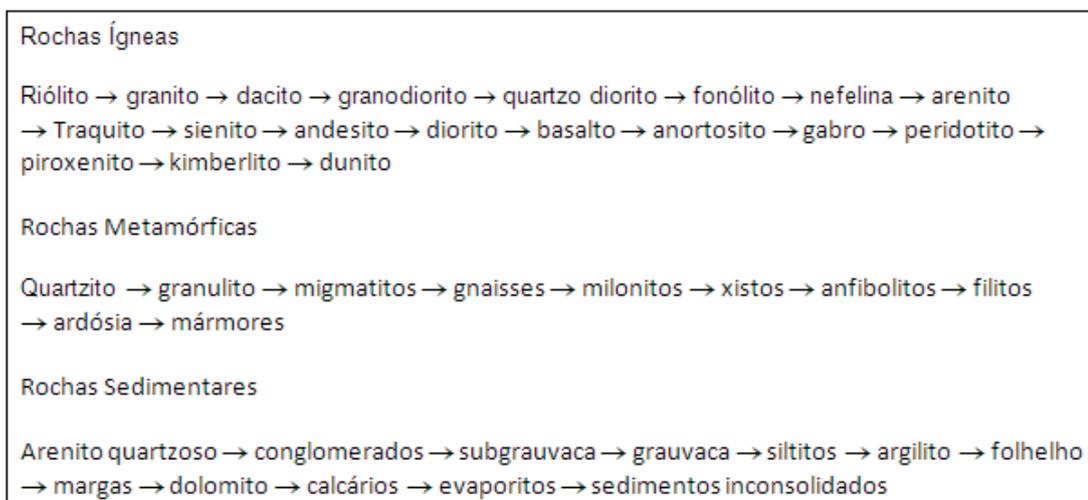
Segundo o método proposto por Crepani et.al (1996, 2001), com base nos preceitos da Ecodinâmica de Tricart (1977), a contribuição da Geologia para estudo da *Instabilidade Ecodinâmica* ou fragilidade ambiental parte das condições relacionadas à história evolutiva do ambiente geológico e o grau de coesão das rochas.

O primeiro indicador permite o entendimento sobre a origem e tendência futura do ambiente geológico. Por meio deste, ações preventivas podem ser preconizadas considerando a conservação do solo, da vegetação nativa e a

ocorrência de processos erosivos. O segundo diz respeito à intensidade das ligações entre as partículas que constituem as rochas. Portanto, aquelas com maior coesão tendem a resistir aos processos de intemperismo devido à baixa permeabilidade apresentada.

Neste sentido, outro indicador a ser considerado compreende o grau de resistência da rocha ao intemperismo, sendo o mesmo entendido como a resistência apresentada pelos minerais constituintes (CREPANI et.al., 2001). Em vista da composição química, o autor supracitado estruturou uma escala de sequência decrescente da resistência ao intemperismo dos grupos de rochas ígneas, metamórficas e sedimentares (FIGURA 3).

FIGURA 3 – ESCALA DESCRESCENTE DE RESISTÊNCIA AO INTEMPERISMO DOS GRUPOS DE ROCHAS.



FONTE: CREPANI et.al (2001).

As características geomorfológicas influenciam incisivamente nos processos ecodinâmicos, sendo observados os índices morfométricos relativos à dissecação do relevo, amplitude altimétrica e declividade. A intensidade da dissecação do relevo pela drenagem esta associada às características de porosidade e permeabilidade da rocha mãe. Em condições de impermeabilidade, haverá maior quantidade de água disponível na superfície que, por conseguinte, será drenada em direção aos pontos mais baixos do terreno (CREPANI et al., 2001).

Desta forma, o balanço pedogênese-morfogênese configura-se negativo uma vez que o potencial erosivo se elevará a partir do aumento da quantidade de água na superfície, havendo um maior número de canais de drenagem, culminando em uma alta energia potencial para ação do *runoff*. Com base nisto, quanto menor se caracterizar a intensidade da dissecação no ambiente, menor será o valor atribuído a este indicador na escala de fragilidade do ambiente (CREPANI et al., 2001).

Afirmam os autores supracitados, que a amplitude altimétrica também é um indicador da energia potencial favorável ao escoamento superficial.

Quanto maior a amplitude altimétrica maior é a energia potencial, pois as águas das precipitações pluviais que caem sobre os pontos mais altos do terreno adquirirão maior energia cinética no seu percurso em direção às partes mais baixas e, conseqüentemente, apresentarão maior capacidade de erosão ou de morfogênese (CREPANI et al., 2001, p. 74).

Por sua vez, de acordo com Crepani et al (2001) a declividade possui relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em energia cinética. Deste modo, quanto maior a declividade mais rápida será esta transformação, incluindo paralelamente o aumento da velocidade das massas d'água e sua capacidade de transporte de sedimentos. Estas condicionantes geomorfológicas propiciarão processos modificadores do modelado.

No que diz respeito à variável de tipos de solos, foram considerados como essenciais ao balanço pedogenético/morfogenético os indicadores relativos ao grau de desenvolvimento dos solos e erodibilidade. Nos meios que prevalecem os processos pedogenéticos, são encontrados solos desenvolvidos, intemperizados e envelhecidos. Contudo, em meios instáveis comumente existirão solos mais jovens com pouca evolução dos perfis (CREPANI et al., 1996).

A capacidade do solo de resistir à erosão (erodibilidade) demonstra elevada complexidade mediante as inúmeras características que devem ser consideradas (textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas, profundidade e espessura, propriedades químicas, biológicas e mineralógicas) e que estão relacionadas com as condições do relevo, litologia e do clima (ROSS, 1994).

A cobertura vegetal é uma variável determinante para a proteção do solo frente aos processos erosivos. A mesma atua interceptando a energia de impacto proveniente das gotas das chuvas, aumentando a capacidade de infiltração por meio

das raízes, fornecendo detritos vegetais que amortecem o efeito *splash*, além de protegê-lo mediante os efeitos solares e eólicos (TRICART, 1977).

Assim, conforme Crepani et al (2001), os índices de fragilidade ambiental em relação à cobertura vegetal e tipos de usos da terra são identificados a partir dos indicadores de densidade da cobertura e o grau de proteção oferecidos aos solos, cujos valores de menor fragilidade são atribuídos às mais altas densidades de cobertura vegetal.

Os critérios utilizados como dados de entrada para identificação da fragilidade potencial e emergente na zona de amortecimento da EEG foram: geologia, geomorfologia, solos, hidrografia, cobertura vegetal e uso da terra. A escolha se fez em vista de que estas variáveis se relacionam aos conceitos de *fragilidade potencial*, se tratando dos componentes naturais, e *fragilidade emergente*, no que se referem as intervenções antrópicas representadas pelos tipos de uso da terra. Com base nessas terminologias é que se estrutura a pesquisa.

### 2.3 ANÁLISE MULTICRITÉRIO (*MULTI – CRITERIA EVALUATION*)

Esta subseção trata do aporte teórico sobre a metodologia adotada para identificação da fragilidade potencial e emergente da zona de amortecimento da EEG, detalhando as lógicas de análise utilizadas para execução da Análise Multicritério (AMC) no software IDRISI Selva.

Miranda (2010) descreveu que o desenvolvimento de métodos de AMC esteve associado, por volta dos anos de 1970, às deficiências na análise de critérios qualitativos por parte de instrumentos de avaliação de políticas públicas, levando pesquisadores a desenvolverem uma nova classe de métodos, denominados de “multicritério”, que buscavam conciliar dados qualitativos e quantitativos.

Estes métodos foram caracterizados como ferramentas de suporte à tomada de decisão, uma vez que auxiliam na combinação de dados e busca por alternativas mediante critérios de avaliação conflitantes, cada qual com suas prioridades em determinados processos (Moreira *et al*, 2004). Definiu Moura (2007) que a AMC, em

análise espacial, é um procedimento metodológico que se baseia no cruzamento de diversas variáveis representadas por planos de informação, sendo então submetidos a um processo de definição do grau de pertinência como forma de atingir o resultado desejado.

Ao solucionar problemas de avaliação com base em critérios variados, a aplicação deste método combinado ao ambiente de SIG passou a se direcionar a temas de grande complexidade relacionados à desigualdade social, meio ambiente, planejamento urbano e desenvolvimento de projetos que exigem abordagens multidisciplinares (MIRANDA, 2010). Muito utilizado em geoprocessamento, a AMC:

se baseia justamente na lógica básica da construção de um SIG: seleção das principais variáveis que caracterizam um fenômeno, já realizando um recorte metodológico de simplificação da complexidade espacial; representação da realidade segundo diferentes variáveis, organizadas em camadas de informação; discretização dos planos de análise em resoluções espaciais adequadas tanto para as fontes dos dados como para os objetivos a serem alcançados; promoção da combinação das camadas de variáveis, integradas na forma de um sistema, que traduza a complexidade da realidade; (MOURA, 2007, p. 2900).

A AMC esta alinhada a temas que consideram o ordenamento territorial como fundamental na conservação e gestão dos recursos naturais. Assim, ao estar associada a estudos que proporcionam auxílio à tomada de decisão, sua aplicação apresenta diversas possibilidades abrangendo o planejamento em torno de bacias hidrográficas, ambientes costeiros, áreas urbanas e áreas de risco a movimentos de massa.

Em relação à aplicação da AMC no zoneamento de UC, Li et al (1999) utilizou o método para delimitação de uma zona de amortecimento em uma Reserva da Biosfera localizada na Província de *Jiangsu* (costa leste da China). Ao considerar que a UC estava sob influência de diversos fatores (dentre eles o uso de recursos naturais por comunidades tradicionais e intensa atividade turística) e que cada fator interferia de maneira desigual nas áreas adjacentes da reserva, através da AMC foi possível mensurar uma zona de amortecimento que respeitasse estas singularidades, configurando-se em subseções/zonas que atendiam às demandas socioeconômicas.

No contexto nacional, Costa (2003) buscou desenvolver um método para zoneamento de áreas protegidas utilizando a lógica *Fuzzy*, ainda a ser descrita neste capítulo. A rotina foi aplicada nas áreas internas de um parque florestal localizado em Florianópolis, Estado de Santa Catarina, gerando resultados pertinentes à fragilidade biótica, que considerou os critérios relativos à fauna e flora, fragilidade abiótica, que indicou a fragilidade em torno dos cursos d'água e solo, e por fim, a fragilidade ambiental que considerou de maneira conjunta os resultados anteriores.

No mesmo sentido, Quadros (2014) utilizou a AMC para identificação da fragilidade ambiental da Floresta Nacional de Passo Fundo situada no município de Mato Castelhano, Rio Grande do Sul. Os resultados demonstraram a predominância de áreas que variaram entre meia e alta fragilidade dentro da UC, sendo sugeridas ações de monitoramento e controle da ocupação. Além disso, foi possível relacionar os graus de fragilidade com o zoneamento estabelecido pelo plano de manejo.

Na presente pesquisa, as variáveis priorizadas para identificação da fragilidade ambiental foram submetidas à AMC com o objetivo de se realizar uma modelagem espacial que resultasse em diferentes níveis de fragilidade potencial e emergente na área de estudo. Portanto, a utilização deste método requer a aplicação de modelos que resultem em três tipos de dados cruciais: valores dos critérios, pesos e função de busca (MIRANDA, 2010).

### 2.3.1 Valores dos critérios – lógica *Fuzzy*

O raciocínio lógico tradicional é traduzido pela teoria da álgebra de *Boole* que determina que um membro pode assumir dois estados, verdadeiro ou falso. Este raciocínio em operadores de lógica *booleana* expressam um resultado binário entre [0,1] o qual 0 determina a situação de não aptidão e 1 total aptidão de uma variável em satisfazer as condições estabelecidas pelo modelo (COSTA, 2003).

Por outro lado, a lógica *Fuzzy* com base na teoria dos conjuntos nebulosos, permite ir além da classificação dentro daquele intervalo, considerando que existem

vários membros entre a negação absoluta (0) e a verdade absoluta (1). Pode-se dizer que excluídas as situações intermediárias, a lógica *Fuzzy* é uma generalização da teoria da álgebra *de Boole* (MIRANDA, 2010).

Desta forma, a lógica *Fuzzy* é definida como um modelo empírico cujas relações espaciais entre as variáveis são definidas por critérios estatísticos ou a partir de um conjunto de variáveis cujos limites entre si serão definidos por especialistas mediante inexactidão dos seus limiares (MOREIRA *et al.*, 2004). Os resultados desta operação apresentam respostas que denotam certo grau de incerteza (“talvez”, “um pouco mais” ou “um pouco menos”).

Como exemplos de conjuntos difusos, podem-se citar regiões de fronteiras entre tipos de solos ou de vegetação que se apresentam como generalizações da realidade. Portanto, a adoção desta técnica é pertinente visto que na natureza os fenômenos não apresentam limites estáticos e sim indefinição de suas fronteiras. A partir disso, há um consenso de que pela possibilidade de se trabalhar com uma margem de resposta mais flexível, em relação aos modelos *booleanos*, a lógica *Fuzzy* permite chegar mais próximo do pensamento humano, pois é adaptável a situações reais e apreende melhor sua subjetividade (MOURA, 2003).

A utilização da técnica na AMC requer a atribuição de valores aos critérios, uma vez que estes traduzirão o grau com que cada um se relacionará aos cenários ou soluções para o problema em questão. A título de exemplificação, tratando - se da fragilidade, no caso do critério tipos de uso da terra, serão atribuídos às classes de maior impacto valores próximos de 1 que condizem com a condição de aptidão/pertinência à problemática analisada.

Existem diferentes formas de determinar um conjunto de valores aos critérios, podendo ser definidos de maneira direta ou indireta. A primeira esta associada a valores quantitativos e não requer a manipulação de fórmulas ou conversões, enquanto que a segunda, relacionada a dados qualitativos, necessita de um processo de conversão para um valor numérico (MIRANDA, 2010).

O processo de atribuição de valores a dados nominais deve ser realizado com base em algum conhecimento (*knowledge driven evaluation*), cujo especialista analisa um contínuo a fim de fornecer um índice subjetivo a cada variável (EASTMAN, 1998). Comumente, ao se trabalhar com vários critérios, as unidades de

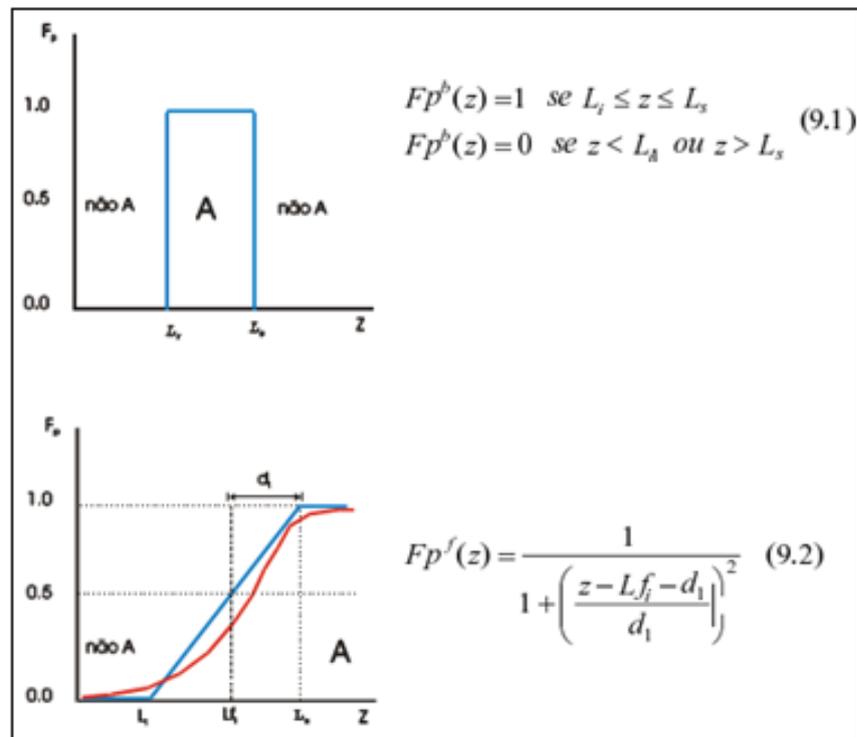
medida serão diferentes entre si, exigindo-se a realização de uma padronização de modo a facilitar o processo de agregação uma vez que estarão na mesma unidade de medida.

Após a definição dos valores dos critérios, a lógica *Fuzzy* permitirá a conversão dos critérios para uma escala contínua de aptidão entre 0 (menos apto) e 255 (mais apto), admitindo valores intermediários a partir da utilização de funções de associação *Fuzzy* que caracterizarão o comportamento da variável em relação ao fenômeno analisado. O intervalo disponibilizado de 0 a 255 se deve a utilização de imagens de oito bits nos anos 2000 que possuíam 256 tons de cinza de resolução radiométrica (CEREDA-JUNIOR, 2011).

De acordo com Moreira et al (2004), para que ocorra a padronização dos critérios para um mesmo intervalo, se recorre à definição de uma função de pertinência que determinará se um valor de um atributo pertence ou não a um determinado conjunto difuso. Assim, a curva de pertinência pode ser entendida como a probabilidade de ocorrência de um fenômeno, onde no eixo x estarão os indicadores (valores ou classes) associados a um determinado critério e no eixo y a representação do grau de pertinência destes mesmos indicadores à ocorrência de tal fenômeno ambiental, apresentando *não pertinência* em [0] e *total pertinência* em [1]. O grau de pertinência (eixo y) é diretamente proporcional ao aumento dos valores no eixo X (MIRANDA, 2010).

Nas representações abaixo (FIGURA 5), as figuras (9.1) e (9.2) possuem no eixo x as variações do atributo (z) utilizado como parâmetro e no eixo y a faixa de valores possíveis para a função de pertinência.

FIGURA 4 – EXEMPLO DE FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA DE CONJUNTOS BOOLEANO E NEBULOSO (FUZZY).

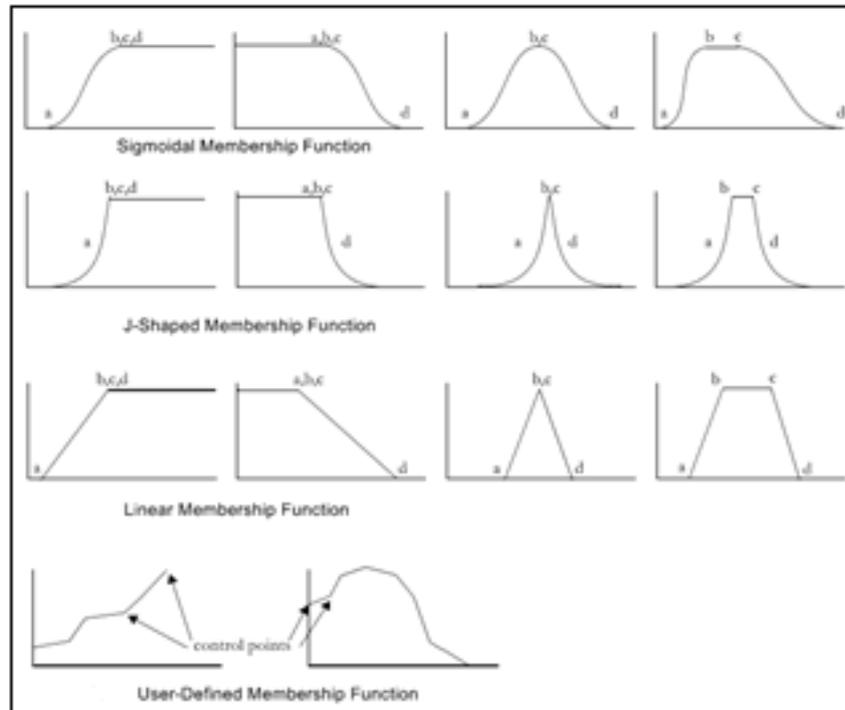


FONTE: MOREIRA et al (2004).

Na figura (9.1) que se refere à *lógica booleana*, se o valor do atributo ( $z$ ) estiver entre o limiar inferior ( $L_i$ ) e o limiar superior ( $L_s$ ), a função retornará como valor de 1, caso contrário retornará com valor de 0 (condição *não A*). Já para a figura (9.2), que expressa um conjunto *Fuzzy*, a função retornará com um valor entre 0 e 1 se o valor do atributo ( $z$ ) estiver entre o limiar inferior ( $L_i$ ) e o limiar superior ( $L_s$ ) (condição A).

Diferentes curvas/ funções de pertinência podem ser utilizadas para definir o comportamento de uma variável ao longo de sua fronteira. O software de SIG dispõe de ferramentas para construção da curva, cabendo ao usuário escolher a melhor forma de representação seguida de pontos de controle para cada critério. As curvas podem ser do tipo: sigmoidal, forma de J e linear. Ainda existe a possibilidade de o usuário definir sua função de pertinência por meio da opção *user defined* (FIGURA 6).

FIGURA 5 – TIPOS DE CURVAS DE PERTINÊNCIA PARA CONJUNTOS DIFUSOS.



FONTE: Adaptado de EASTMAN (2006).

- 1) Sigmoidal (*s-shaped*): é gerada a partir de uma função cosseno e exige o posicionamento de 4 pontos de inflexão (ao longo do eixo x) que regem a forma da curva. Na imagem acima são indicados como pontos a,b,c,d. No ponto a, a curva sobe acima de 0, e em seguida no ponto b torna-se 1, em c a curva cai abaixo de 1 e no ponto d a curva torna-se 0 novamente.
- 2) Forma de J (*J-shaped*): a figura acima mostra as diferentes possibilidades em relação ao posicionamento dos pontos de inflexão. Eastman (2006) ressalta que a função atinge 0 mas o faz somente quando chega ao limite: o infinito. Assim, os ponto de inflexão a e d indicam que a curva alcançou 0,5 ao invés de 0.
- 3) Linear: esta função é muito utilizada em dispositivos eletrônicos originados a partir da lógica *Fuzzy*, desta forma os pontos de inflexão a e d indicam os pontos em que função é 0 até atingir linearmente o valor de 0,5. A expressão das funções até aqui descritas podem ser feita em diferentes formas: monotonicamente crescente, monotonicamente decrescente e em duas curvas simétricas.

4) Definido pelo usuário (*User-defined*): é utilizado quando a relação entre valor e pertinência não atende a nenhuma das opções citadas anteriormente. Um número ilimitado de pontos de inflexão pode ser utilizado para se definir a melhor curva de pertinência aplicável. Em quaisquer dois pontos de inflexão, a curva é linearmente interpolada.

### 2.3.2 Pesos – Processo analítico hierárquico

Após a atribuição de valores e padronização dos critérios pela lógica *Fuzzy*, é necessário ponderá-los por meio da definição de pesos de importância relativa. Segundo Miranda (2010), isto se deve ao fato dos critérios serem de naturezas diferentes e representarem campos de interesse variados, devendo ser atribuída uma relação de prioridade de cada critério em relação aos demais.

Assim, existem técnicas que permitem ponderar a influência de cada critério sendo comum a utilização do método conhecido como Processo Analítico Hierárquico (*Analytical Hierarchical Process - AHP*) proposto por Thomas Saaty, Universidade de Pensilvânia, em 1978 (MOURA, 2007). Em resumo:

os diferentes fatores que influenciam a tomada de decisão são comparados dois a dois, e um critério de importância relativa é atribuído ao relacionamento entre estes fatores, conforme uma escala pré-definida (MOREIRA et al., 2004, p. 28).

Frente à escala de valores apresentada no quadro 5 é realizada a comparação com base na premissa de que determinado critério é mais ou menos importante do que o outro. Estas informações servirão de dados de entrada em uma matriz de comparação pareada simétrica, com número de linhas e colunas identificados ao número de critérios considerados.

QUADRO 6 – ESCALA DE VALORES PARA COMPARAÇÃO PAREADA.

MENOS IMPORTANTE				MAIS IMPORTANTE				
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
<i>Extremely</i>	<i>Very strongly</i>	<i>Strongly</i>	<i>Moderately</i>	<i>Equally</i>	<i>Moderately</i>	<i>Strongly</i>	<i>Very strongly</i>	<i>Extremely</i>

FONTE: SAATY (1978).

Miranda (2010) explica que para cada par de critérios ( $j, j'$ ), um número ( $a_{jj}$ ) pode ser encontrado o qual expressa a diferença de importância. Para todos os critérios, o valor de ( $a_{jj}$ ) será igual a 1, portanto, os números de ( $a_{jj}$ ) juntos formarão uma matriz de comparação ( $A$ ) o qual será calculado o autovetor principal de ( $A$ ) associado com o maior autovalor de ( $A$ ). Ao final da operação serão informados os novos pesos para cada critério seguido de uma razão de consistência.

Descreveu Moreira et al (2004) que a razão de consistência tem o objetivo de instruir o analista sobre o julgamento no processo de comparação pareada gerando um valor entre  $[0, 1]$  com 0 indicando a completa consistência do julgamento.

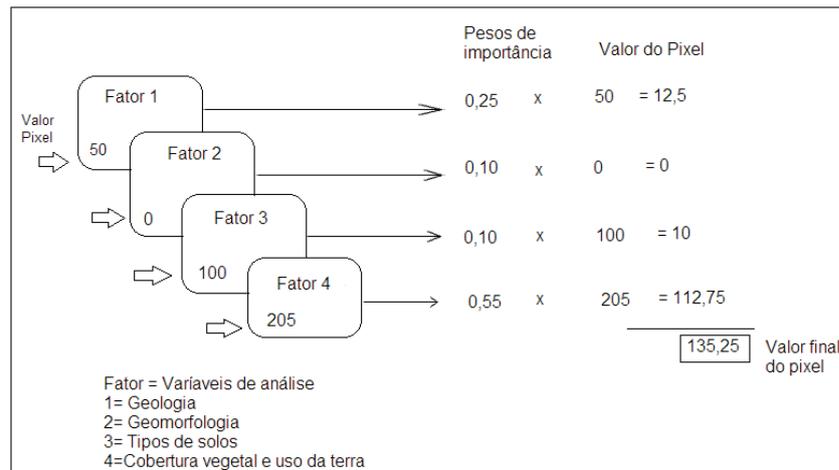
A atribuição dos pesos pode ser realizada inúmeras vezes até ser alcançado um conjunto ótimo e se obter uma razão de consistência aceitável. “É importante destacar que deve ser pensado cada item de modo isolado, pois a relação entre uma característica e outra será construída pela aplicação do modelo, que necessariamente cruza todos os componentes” (MOURA, 2007).

### 2.3.3 Função de busca – Combinação linear ponderada

O método que desempenha a função de busca pela rotina de AMC no *software* IDRISI trata-se da Combinação Linear Ponderada (*Weighted Linear Combination* - WLC). O processo consiste na agregação dos critérios através da multiplicação pelo peso correspondente, resultado do Processo Analítico Hierárquico, e soma de todos os resultados a fim de obter o valor final do pixel

(FIGURA 7). O cálculo é feito pixel a pixel produzindo um mapa de superfície numérica que apresentará uma variação contínua entre 0 e 255 (EASTMAN, 1998).

FIGURA 6 – EXEMPLO DO CÁLCULO REALIZADO PARA EXECUÇÃO DA COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA (*Weighted Linear Combination - WLC*).



FONTE: Modificada de DONHA et al (2006).

No procedimento *Weighted Linear Combination* ocorre a compensação completa dos critérios, assim um alto escore de aptidão do fator *declividade* irá compensar um baixo escore de aptidão do fator *uso do solo* em um mesmo local (WEBER, HASENACK, 1999). De acordo com Eastman (2006), este nível de compensação entre critérios será determinado pelo respectivo peso/grau de importância atribuído.

Ademais, a técnica:

Em termos de risco relativo ou compensação, a WLC está exatamente no meio de um contínuo entre uma MCE booleana, que usa a operação lógica AND (E) e é muito conservadora e contrária a riscos, e uma operação OR (OU), que aceita riscos. A WLC é caracterizada, portanto, por uma compensação plena e risco médio (WEBER; HASENACK, 1999, p.8).

### **3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

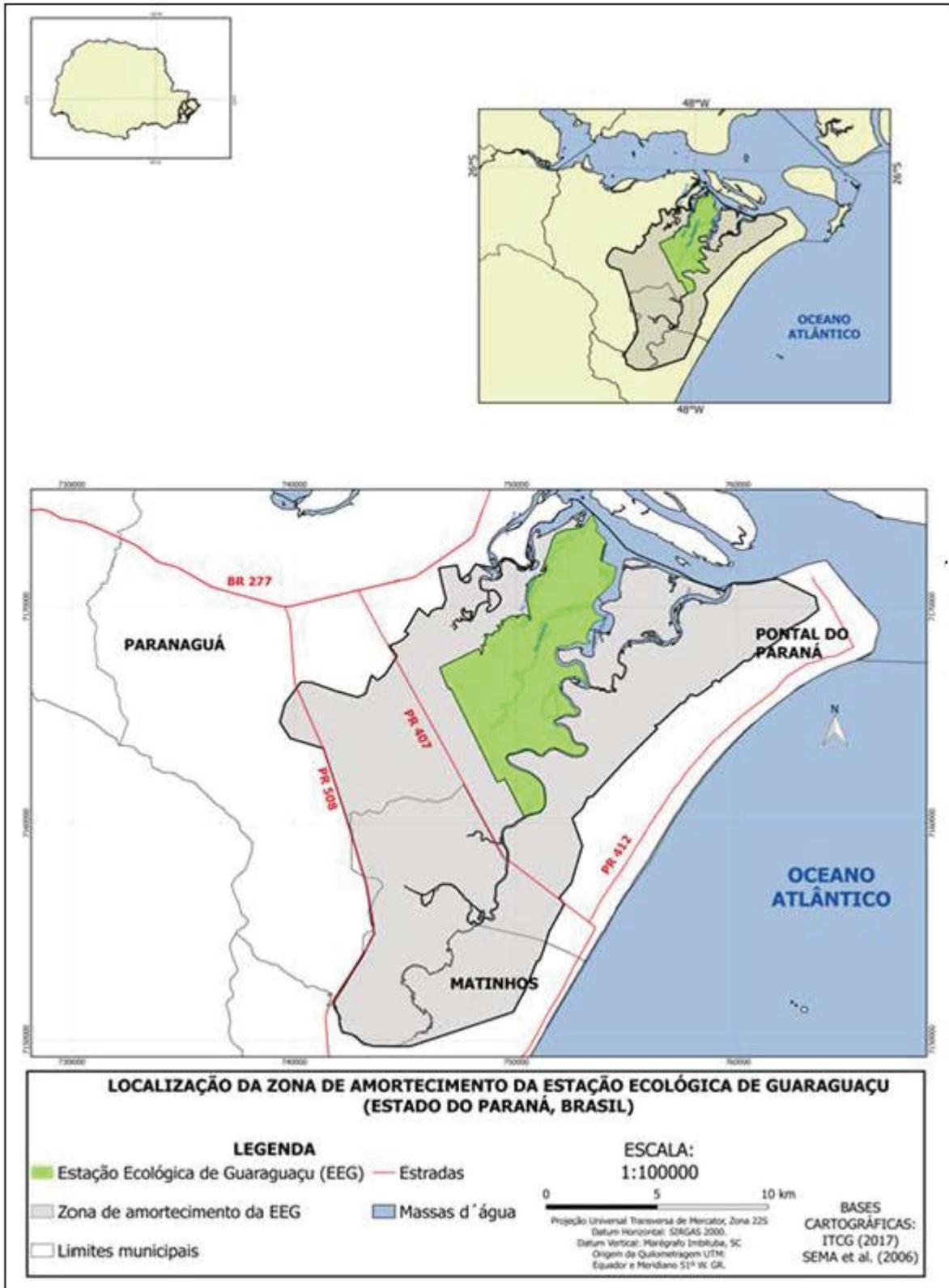
Neste capítulo serão apresentadas as informações relativas à localização da zona de amortecimento da EEG e a sua caracterização físico-natural e antrópica conforme os critérios de fragilidade ambiental (potencial e emergente) considerados.

#### **3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A pesquisa se desenvolveu na área denominada como zona de amortecimento da EEG. Segundo o perímetro estabelecido pelo plano de manejo da UC, esta localizada na Planície Costeira do Estado do Paraná entre os paralelos 25°52'12" e 25°75'02" de latitude sul e meridianos 48°37'58" e 48° 61'65" de longitude oeste de Greenwich.

Com uma área total de 22.807 hectares, abrange parte dos municípios de Pontal do Paraná (13.549 ha), Paranaguá (7.275 ha) e Matinhos (1.979 ha) correspondendo em percentual respectivamente a 59,4%, 31,9% e 8,6%. O acesso ocorre pelas rodovias estaduais PR 407 (Estrada das Praias) e PR 508 (Rodovia Alexandra-Matinhos) ou pela baía de Paranaguá através de embarcações. Pode-se observar a localização da EEG em relação à sua Zona de amortecimento na figura 7.

FIGURA 7 – LOCALIZAÇÃO DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).



### 3.1.1 Estação Ecológica de Guaraguaçu (EEG)

A UC foi regulamentada através do Decreto Estadual do Paraná nº 1.230, de 27 de março de 1992 com o objetivo de “proteção máxima para a área, permitindo a recuperação dos ecossistemas originais, bem como de evolução natural das espécies da flora e da fauna que ocorrem na região”. (PARANÁ, 1992, Art. 1º).

Visa preservar as diferenciadas formas de vegetação que compõem o Bioma Mata Atlântica, são estas: Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, Formação Pioneira de Influência Fluviomarinha (Manguezal); Formação Pioneira de Influência Marinha (Restinga) e Formação Pioneira de Influência Fluvial<sup>6</sup>.

Inicialmente, possuía 1.150 hectares de área total composta por terras público-privadas que pertenciam a Ambiental Paraná Florestas S/A (ex - Banestado Reflorestadora). No ano de 2017, através do Decreto Estadual nº 7.094, de 6 de junho de 2017, passou a compor uma área de 4.736,41 hectares com a adição de Áreas de Preservação Permanente (APP) que agora se encontram sobre a proteção e monitoramento oferecidos pela UC.

O órgão administrador da EEG é o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) que prioriza dentro da UC atividades de preservação integral dos ecossistemas e desenvolvimento de pesquisas científicas. Em uma gestão integrada à outra UC de proteção integral (Parque Estadual do Palmito), a equipe técnica conta com 12 funcionários para atuar em uma área total de 7.000 hectares.

A EEG esta entre as 10 *Estações Ecológicas* existentes em nível nacional que possuem planos de manejo concluídos (SOUZA, 2014). A primeira versão foi elaborada no ano de 2003 através de uma parceria firmada entre a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), IAP e a Sociedade de

---

<sup>6</sup> De acordo com o Decreto nº 750, Art. 3º, "considera-se Mata Atlântica as formações florestais e ecossistemas associados inseridos no domínio Mata Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE 1988: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste".

Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS). A segunda e atual versão do plano de manejo foi elaborada no ano de 2006 e trata-se de uma atualização no que concernem as características de vegetação e levantamento da fauna (SEMA, et al. 2006).

Tratando ainda deste documento técnico, constam poucas informações sobre a zona de amortecimento no que diz respeito os critérios e estudos realizados para embasamento de sua delimitação. Assim, foram apresentados somente os limites da zona de amortecimento e seu objetivo geral que consiste em “amortecer os impactos e interferências das atividades humanas sobre a região do entorno da EEG, de forma a minimizar suas consequências sobre a UC” (SEMA et al. 2006, p.IV14).

A relevância da EEG reside no fato de situar-se nos últimos remanescentes do bioma de Mata Atlântica, considerado patrimônio nacional pela Constituição Federal (BRASIL, 1988, Art. 225) além de integrar a Rede Mundial de Reservas da Biosfera concebida pela UNESCO (CÔRREA, 1995). De acordo com o plano de manejo da UC, por localizar-se em ambiente estuarino, foi identificada na EEG elevada diversidade biológica em relação a inúmeros grupos animais (macro invertebrados, avifauna e mastofauna). Só deste último, 50% das espécies de mamíferos existentes no Paraná são encontrados na EEG (SEMA et al. 2006).

Ademais, de acordo com o documento citado, mantém sítios de reprodução e abrigo de espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção, dentre eles o palmito *Euterpe edulis*, caxeta *Tabebuia cassinoides*, jaó-do-litoral *Crypturellus noctivagus*, jacaré-de-papo-amarelo *Caiman latirostris* e o papagaio-de-cara-roxa *Amazona brasiliensis*, este endêmico, de ocorrência restrita entre o litoral sul do Estado de São Paulo e litoral norte de Santa Catarina (SEMA et al, 2006).

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A zona de amortecimento da EEG será apresentada nesta subseção a partir das características físico-naturais (geologia, geomorfologia, hidrografia, solos e cobertura vegetal) e antrópicas (uso da terra) utilizadas para a identificação da

fragilidade ambiental (potencial e emergente). Estas variáveis foram estabelecidas a partir do embasamento teórico descrito anteriormente e sintetizado na tabela 2 (item 2.2.1).

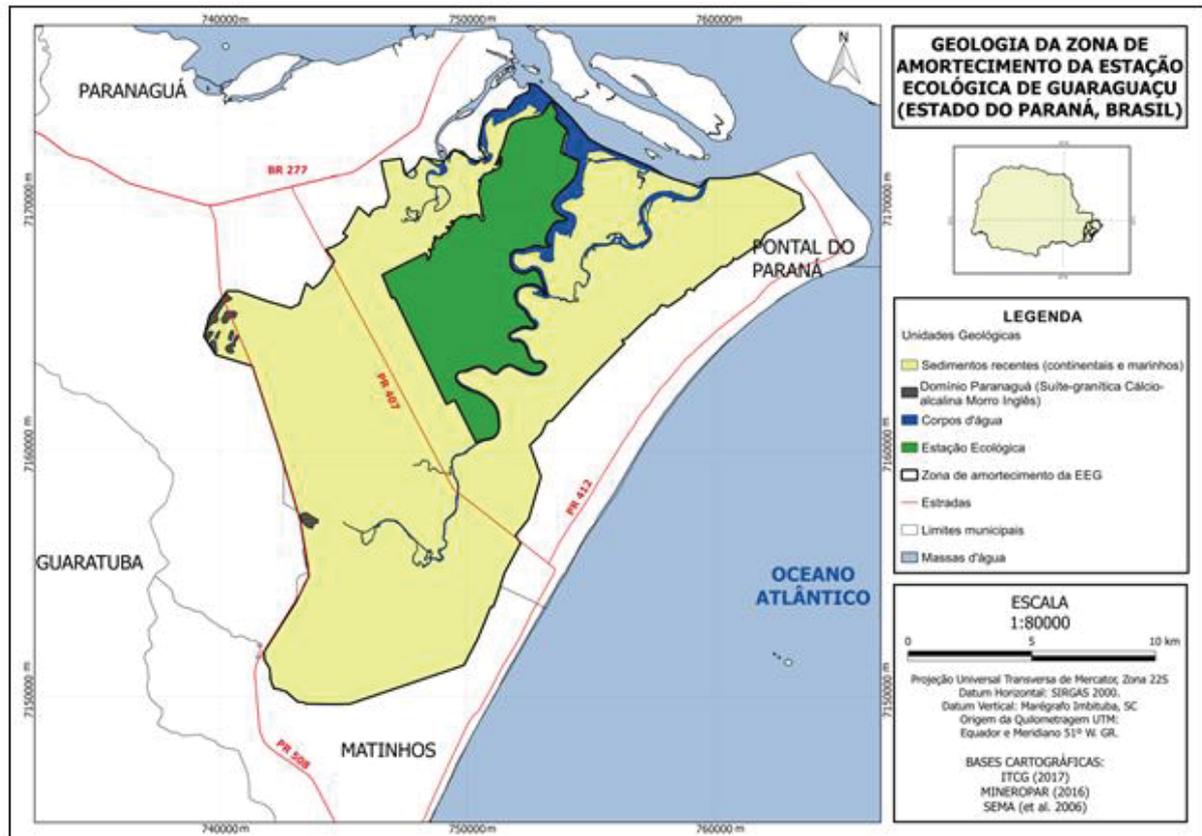
### 3.2.1 Geologia

Segundo Mineropar (2016), ao localizar-se no extremo leste do Estado do Paraná, a zona de amortecimento da EEG abrange áreas que correspondem aos domínios geológicos das rochas do Embasamento Cristalino (Serra do Mar) e Cobertura Sedimentar Cenozóica (Planície Litorânea) (FIGURA 8).

Em relação a Serra do Mar, apontou Bigarella et al (1978), a ocorrência de rochas de alto grau de cristalinidade, representadas por migmatitos cortados por intrusões de granitos alcalinos e sub-alcalinos. A unidade denominada Domínio Tectônico Paranaguá é formada por corpos graníticos, dentre eles o Morro Inglês. Este, de acordo com IPARDES (1989), trata-se de um leuco-granito porfirítico que abrange a porção oriental da Serra da Prata.

Já na Planície Litorânea, os sedimentos inconsolidados, originados no período Quaternário, correspondem a 96% da área de estudo. Em concordância com a caracterização geológica feita por Angulo (1992), são encontrados sedimentos continentais como aluviões, colúvios, depósitos de tálus, e sedimentos marinhos representados por depósitos paleoestuarinos, fluviomarinhos e arenosos com cordões litorâneos (MINEROPAR, 2016).

FIGURA 8 – GEOLOGIA DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).



### 3.2.2 Geomorfologia

De acordo com IPARDES (2016) existem três compartimentos geomorfológicos na zona de amortecimento da EEG, representadas pelas subunidades morfoesculturais: Serra do Mar Paranaense, Rampas de Pré - Serra/Serras Isoladas e Planície Litorânea/Planície Fluvio-Marinha (FIGURA 9).

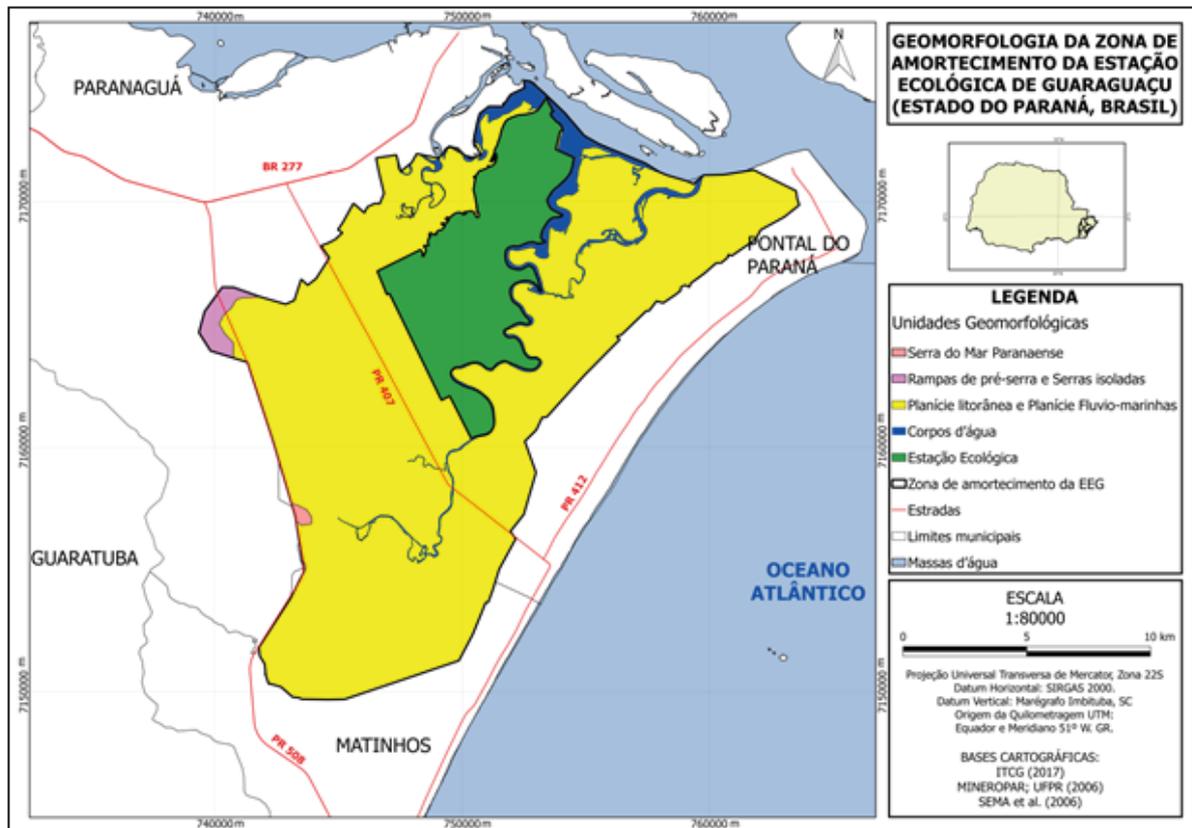
A oeste da área de estudo, se situa o compartimento da Serra do Mar Paranaense definido por Bigarella et al (1978) como um sistema montanhoso que constitui a fronteira entre o Primeiro Planalto e a Planície Costeira. Esta subunidade abrange toda a região litorânea paranaense entre os limites dos Estados de São Paulo e Santa Catarina. Segundo IPARDES (2016), em relação ao relevo, apresenta

gradiente de 1.320 metros com altitudes que variam entre 20 a 1.340 metros e em relação à declividade, varia predominantemente entre 12% a 30%.

O compartimento de Rampas de Pré - Serra e Serras Isoladas está associado às Unidades Ambientais Naturais (UAN) de Morros e Colinas conforme o zoneamento do litoral paranaense (IPARDES, 1989). Os morros são elevações sob rochas do embasamento que se sobressaem na planície, apresentam altitudes que variam entre 100 a 400 metros e encostas íngremes com declividades superiores a 45%. Em comparação, as colinas apresentam relevo mais suave em relação aos morros. Apresentam um substrato geológico formado por sedimentos ou pelas rochas mais friáveis do embasamento. Em geral a declividade das encostas é inferior a 20%.

O compartimento da Planície Litorânea trata-se principalmente de formações arenosas de origem marinha, constituídas de abundantes cordões litorâneos, que se formaram em virtude das oscilações do nível relativo do mar durante o período Quaternário (ANGULO, 1992). São constituídas por areia fina a muito finas. Por sua vez, a Planície Fluvio-Marinha (Manguezal) é composta por formações localizadas em regiões alagadiças e pantanosas influenciadas pelo fluxo e refluxo das marés (FIORI et al, 1997).

FIGURA 9 – GEOMORFOLOGIA DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).



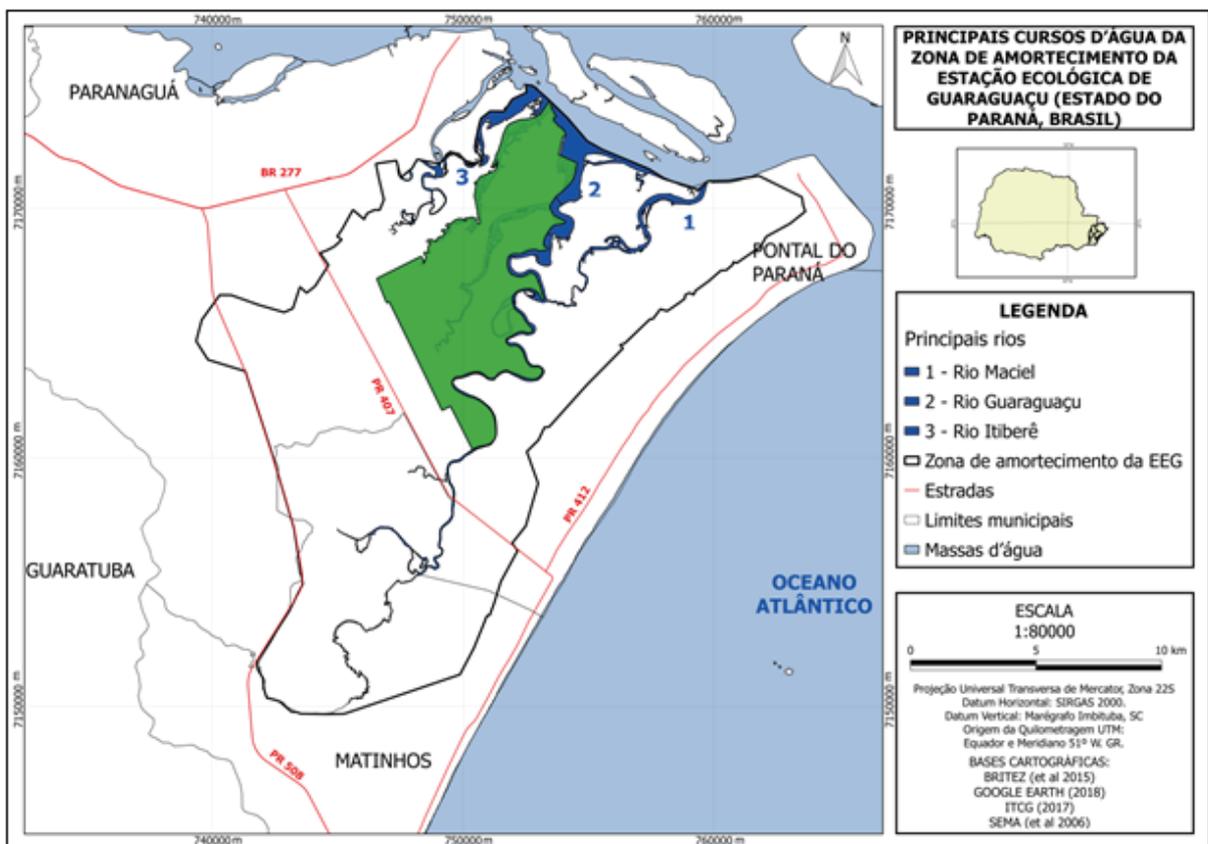
### 3.2.3 Hidrografia

A Zona de amortecimento da EEG está localizada na sub-bacia da Baía de Paranaguá que possui uma área de 607 km<sup>2</sup> e é constituída por rios de menor porte que estão constantemente sob influência das marés (FIORI et al, 1997). De acordo com os autores, uma vez que se localizam nas regiões de planície, o curso inferior dos principais rios da sub-bacia possui um amplo vale de fundo chato e canal meandrante.

Descritos por Maack (1968) os rios que compõem a Baía de Paranaguá correm do Sul para o Norte, são estes Saquarema, Jacareí, Ribeirão, Emboguaçu, Coreiais, dos Almeidas, Guaraguaçu e Itiberê, estes últimos se encontram inseridos na área de estudo (FIGURA 10). O rio Guaraguaçu, que dá nome à Estação Ecológica, é caracterizado por Silva (2008) como o principal rio da Baía de

Paranaguá e o maior rio da Planície Litorânea paranaense, com 635,5 km<sup>2</sup> de extensão. Nasce na planície litorânea a dois quilômetros da orla marinha, recebe poucos afluentes ao longo do seu percurso (rio Pery, Indaial, Meio, Cachoeirinha, das Pombas, São Joãozinho e Pequeno) e percorre a planície formando um padrão sinuoso característico de rios com baixa energia (SVOLESNKI, 2000).

FIGURA 10 – PRINCIPAIS CURSOS D'ÁGUA DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).



### 3.2.4 Solos

Os solos presentes na zona de amortecimento da EEG compõem as classes dos Argissolos, Cambissolos, Espodossolos, Gleissolos e Organossolos (FIGURA 11) (EMATER et al. 2016). A classe de Espodossolo localizado no compartimento da

Planície Litorânea é a mais representativa na zona de amortecimento abrangendo 84,88% da área total. Predominantemente situado nas margens dos rios esta a classe Gleissolos que representam 6,78% da zona de amortecimento (TABELA 3).

Menos abrangentes e localizados nas proximidades das regiões serranas e de Pré-Serra estão as classes de Organossolos, Argissolos e Cambissolos. A tabela 3 descreve a caracterização, área e percentual de cada classe de solo que ocorre na área de estudo (EMATER et al. 2016).

Devido às características de desenvolvimento dos solos e erodibilidade, foi possível definir que os Organossolos, Espodossolos e Gleissolos apresentam as maiores fragilidades ambientais. Em relação aos Organossolos, o acúmulo de argila no horizonte B dificulta a infiltração no perfil do solo favorecendo os processos erosivos. Por sua vez, os Espodossolos e Gleissolos são solos jovens que se desenvolvem a partir de substrato sedimentar, apresentando pouca evolução, propensos à erosão (CREPANI et al. 1996).

FIGURA 11 – SOLOS DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).

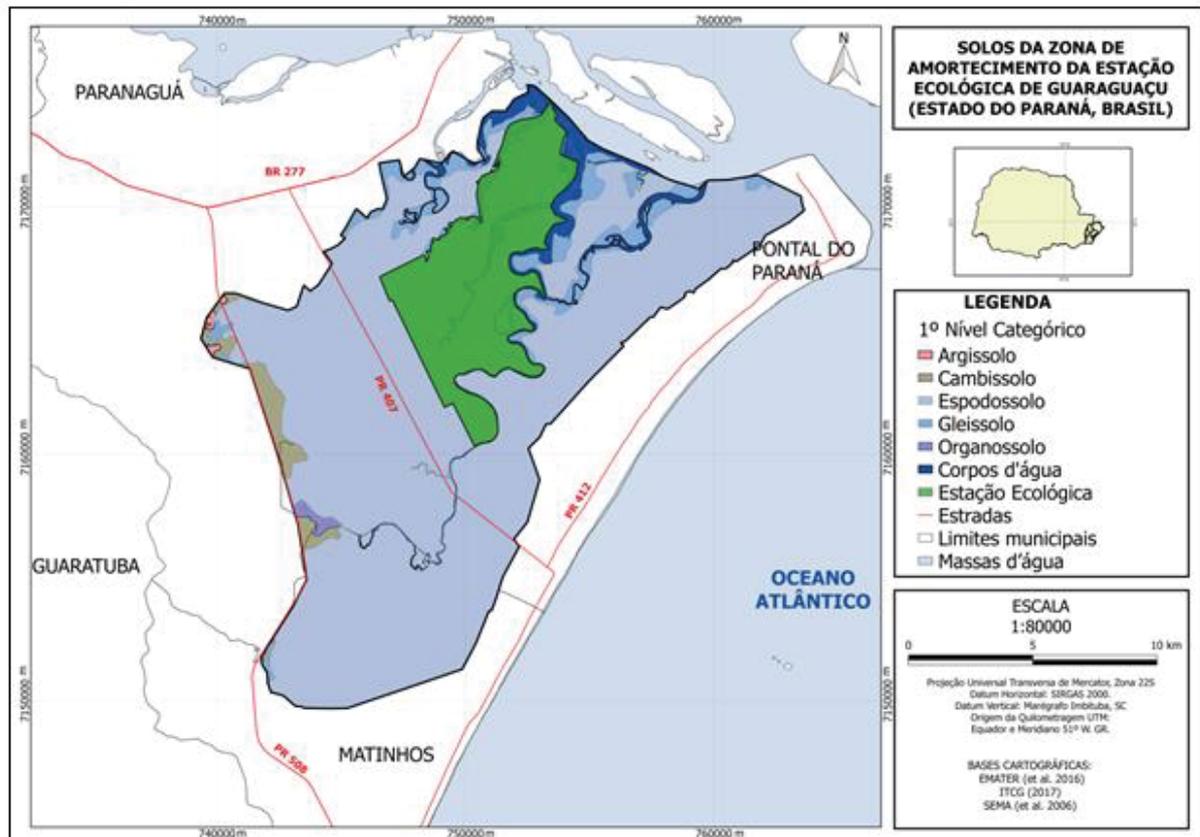


TABELA 3 – CLASSES E ÁREA DE SOLOS DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (PARANÁ, BRASIL).

(continua)

CLASSES DE SOLOS – 1 NÍVEL CATEGÓRICO	DEFINIÇÃO	ÁREA (HA)	(%)
Argissolo	Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa.	40,70	0,18
Cambissolos	São constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial.	594,25	2,60
Espodossolo	São formados a partir de material mineral, apresentando horizonte B espódico imediatamente abaixo de horizonte E, A ou horizonte hístico dentro de 200 cm a partir da superfície do solo.	19357,30	84,88

TABELA 3 – CLASSES E ÁREA DE SOLOS DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (PARANÁ, BRASIL).

(conclusão)

CLASSES DE SOLOS – 1 NÍVEL CATEGÓRICO	DEFINIÇÃO	ÁREA (HA)	(%)
Gleissolos	Solos de material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 50 cm a partir da superfície do solo.	1546,12	6,78
Organossolo	Constituídos por material orgânico e que apresentam um horizonte hístico.	94,25	0,41

FONTE: Adaptado de EMATER et al (2016).

### 3.2.5 Cobertura Vegetal e Uso da Terra

A zona de amortecimento da EEG situa-se na região de ocorrência do bioma Mata Atlântica, representada pelas formações florestais da Floresta Ombrófila Densa Submontana, das Terras Baixas e Aluvial, e Formações Pioneiras de Influência Fluvial, Fluviomarinha e Marinha (FIGURA 12) (BRITEZ et al, 2015). Juntas estas classes totalizam 63,16% da área total da zona de amortecimento (TABELA 4).

A unidade Floresta Ombrófila Densa é caracterizada pela diversificação ambiental que possui, permitindo o desenvolvimento de várias formações florestais. Associam-se, sobretudo as condições climáticas, onde predominam as altas temperaturas e altas precipitações com chuvas distribuídas durante o ano (IBGE, 2012). Por sua vez, conforme Roderjan et al (2002), as Formações Pioneiras tratam-se dos ambientes revestidos pela vegetação de primeira ocupação, se instalam em áreas instáveis do ponto de vista pedológico em decorrência das deposições sedimentares ao longo da faixa litorânea.

Utilizando-se como base o sistema de classificação de uso da terra proposto pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2013), foram identificadas quatro classes inseridas nas categorias áreas antrópicas agrícolas e áreas antrópicas não agrícolas. A categoria áreas antrópicas agrícolas foi subdividida em:

- a) áreas de cultivo, pastagem, e outros e;
- b) silvicultura.

A primeira classe diz respeito às áreas de solo exposto e aquelas utilizadas para o cultivo e pastagem. Foram incluídas também áreas onde não havia vegetação de grande porte. Trata-se da segunda classe mais representativa (8,26%). A classe seguinte representa as áreas de reflorestamento (*Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp.) que abrangem apenas 0,45% da zona de amortecimento (TABELA 4).

A categoria áreas antrópicas não agrícolas correspondeu às classes cujos tipos de uso da terra são a áreas urbanas ou em processo de urbanização, áreas para fins de mineração e de aterro sanitário. A área de mineração localiza-se em uma propriedade no km 10 da PR 407 (FIGURA 13) e destina-se a extração de areia.

Seguindo a diante (sentido litoral) na PR 407, situado um pouco mais de 1 km do perímetro urbano de Pontal do Paraná está o aterro sanitário fruto de um consórcio intermunicipal entre Pontal do Paraná e Matinhos (FIGURA 14). O Ministério Público do Paraná abriu um inquérito em agosto de 2018 como forma de garantir a regularização da destinação dos resíduos sólidos municipais uma vez que o aterro não está licenciado e se encontra com capacidade esgotada (MPPR, 2018).

FIGURA 12 – COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).

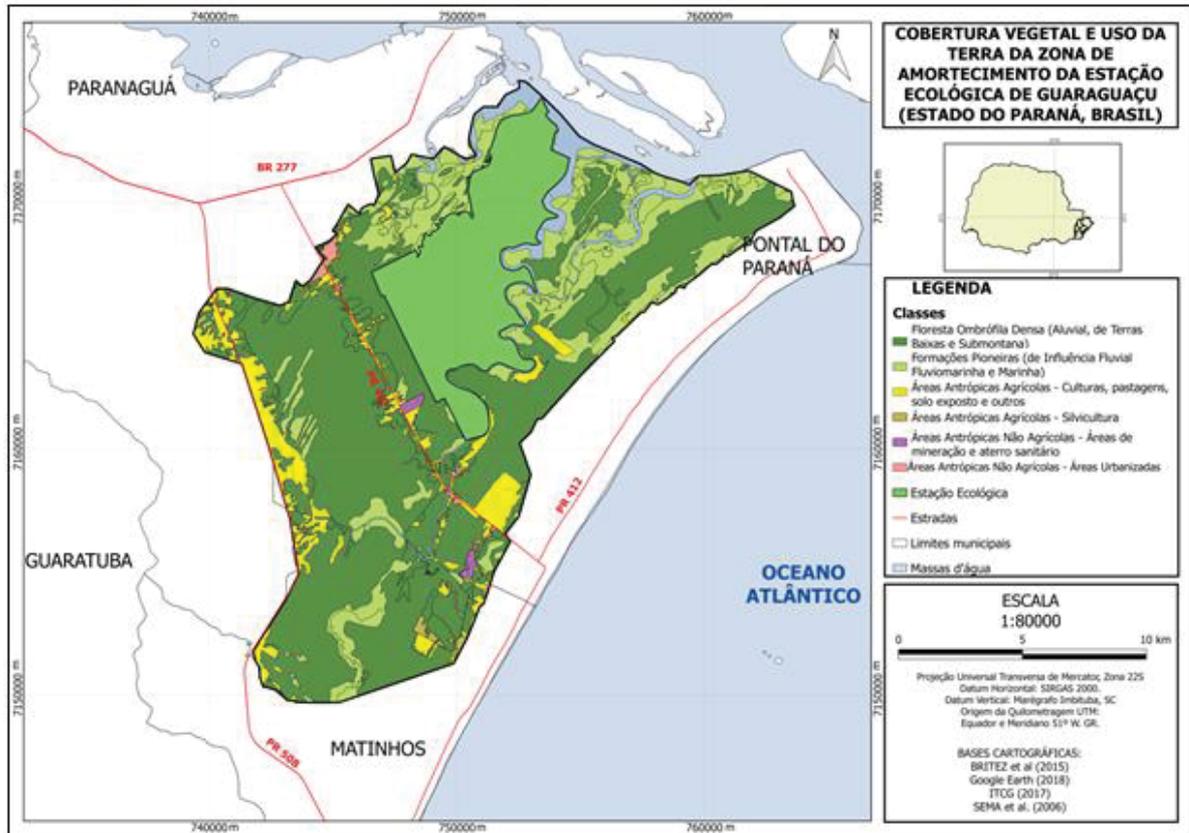


TABELA 3 – CLASSES E ÁREA DA COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).

(continua)

CLASSES	DEFINIÇÃO	ÁREA (HA)	(%)
Floresta Ombrófila Densa (Aluvial, das Terras Baixas e Submontana)	Formações florestais do domínio da Mata Atlântica nos estágios sucessionais inicial e médio;	14406,26	63,16
Formação Pioneira de Influência Fluvial, Fluviomarina e Marinha	Formações Pioneiras sob Influência fluvial, Fluviomarina e marinha;	5033,85	22,07

TABELA 4 – CLASSES E ÁREA DA COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).

(conclusão)

CLASSES	DEFINIÇÃO	ÁREA (HA)	(%)
Áreas Antrópicas Agrícolas (culturas, pastagem e outros)	Áreas utilizadas para agricultura e pastagem, incluindo áreas que possuem vegetação de pequeno porte e de solo exposto;	1883,55	8,26
Áreas Antrópicas Agrícolas (Silvicultura)	Áreas de plantação de uma espécie específica ( <i>Pinus spp.</i> ou <i>Eucalyptus spp.</i> );	99,72	0,45
Áreas Antrópicas Não Agrícolas (Mineração e Aterro sanitário)	Áreas destinadas à exploração mineral (areia) e funcionamento de aterro sanitário.	79,70	0,34
Áreas Antrópicas Não Agrícolas (Urbanizadas)	Áreas correspondentes à cidade de Paranaguá e demais áreas estruturadas por edificações e sistema viário, constituídas por bairros, áreas urbanizadas afastadas do núcleo urbano, áreas em processo de urbanização, áreas de adensamento voltadas ao turismo, áreas de rodovias e estradas de terra, bem como estabelecimentos comerciais e instituições;	129,54	0,56
Corpos d'água	Principais rios que fluem da Zona de amortecimento em direção à Baía de Paranaguá: Itiberê, Guaraguaçu e Maciel;	1174,64	5,15
Total		22807,26	99,99

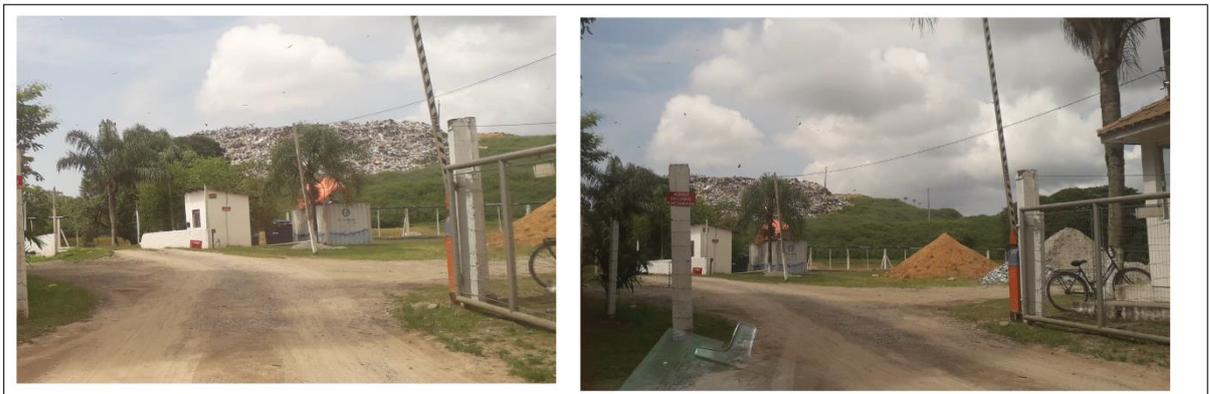
FONTE: Adaptado de BRITEZ et al (2015).  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

FIGURA 13 – ATIVIDADE DE MINERAÇÃO NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).



FONTE: A autora (2019).

FIGURA 14 – ATERRO CONSORCIADO NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (PARANÁ, BRASIL).



FONTE: A autora (2019).

Cabe salientar que dentre as áreas urbanizadas existem dois aglomerados regularizados pertencentes ao município de Paranaguá, intitulados Jardim Paraná e Porto Seguro (FIGURA 15). Segundo FUNPAR (2007) o Jardim Paraná foi formado por loteamentos ocupados irregularmente na década de 1990. Conforme o último

Censo Demográfico (IBGE, 2010)<sup>7</sup>, a população residente era de 392 habitantes distribuídos em 140 domicílios particulares permanentes. Apresentava uma densidade demográfica baixa em torno de 103.58 hab/km<sup>2</sup>.

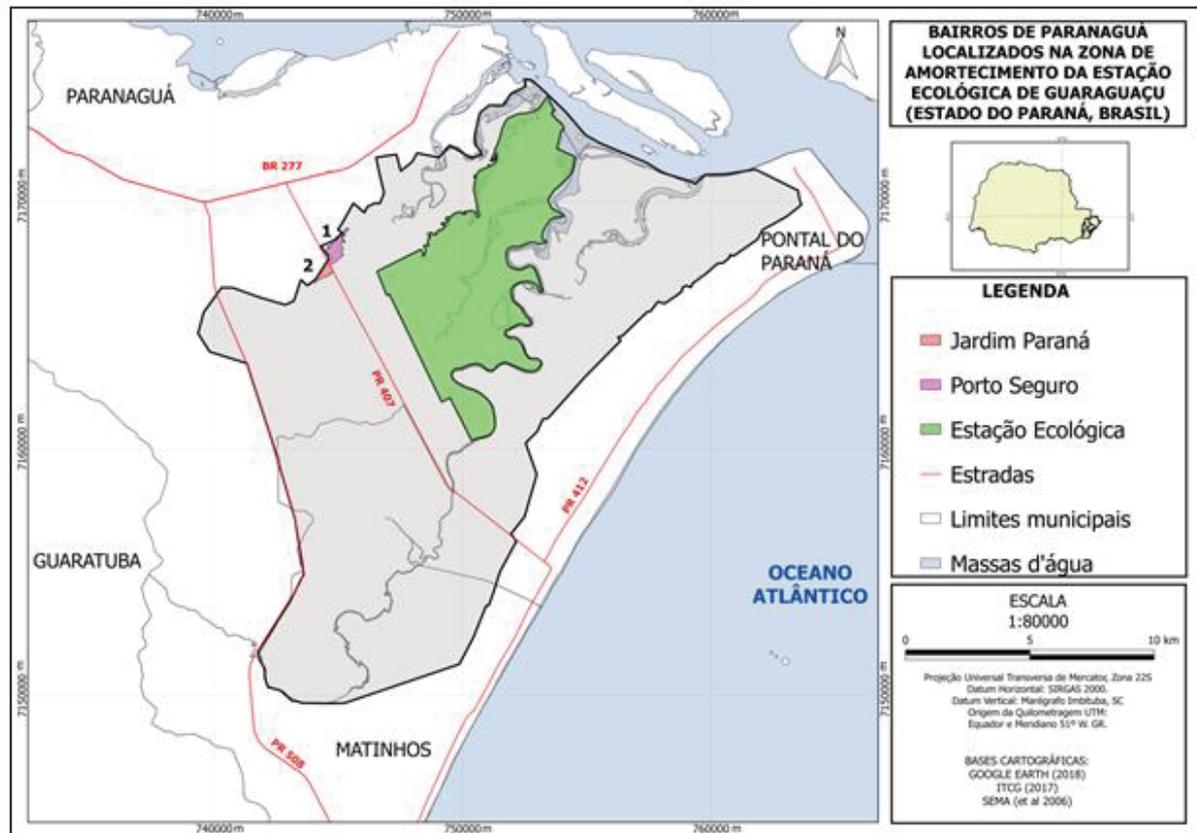
No que diz respeito ao bairro Porto Seguro originou-se em 1990 para diminuição do déficit habitacional pela Companhia de Habitação do Paraná (COHAPAR) com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e Programa “Minha casa, minha vida” (SEZERINO; TIEPOLO, 2016). Posteriormente, o bairro foi ampliado com o intuito de realocar habitantes de áreas irregulares e de risco em bairros localizados nas redondezas do Porto Dom Pedro II. Em 2010<sup>8</sup> havia cerca de 150 famílias que correspondiam a 567 moradores em 211 domicílios particulares permanentes. A densidade demográfica deste bairro em 2010 era 23 habitantes por km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

---

<sup>7</sup> Informação obtida a partir do setor censitário de número: 41182040500000218.

<sup>8</sup> Informação obtida a partir do setor censitário de número: 41182040500000151.

FIGURA 15 – BAIRROS DE PARANAGUÁ LOCALIZADOS NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).



## 4 MATERIAIS, METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para realização da pesquisa foram utilizados diversos materiais (mapas temáticos, imagem de satélite) bem como aplicação de método de AMC com o objetivo de identificar os graus de fragilidade ambiental na zona de amortecimento da EEG. Neste capítulo serão apresentados os materiais utilizados acompanhados da descrição da metodologia e procedimentos adotados.

### 4.1 MATERIAIS

Com o objetivo de compreender a importância de UC com foco na EEG e sua zona de amortecimento foram levantados referenciais teóricos, tais como legislações ambientais e bibliografias pertinentes aos temas tratados (Unidades de Conservação, fragilidade ambiental e Análise Multicritério). Concomitantemente foram identificados os produtos cartográficos (mapas temáticos, imagem de satélite, equipamentos e softwares) que contribuíssem com o conhecimento sobre a área de estudo. Os materiais utilizados nesta pesquisa foram:

a) Mapas temáticos:

- mapeamento geológico do litoral do Paraná – Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Paraná – litoral– Organizado por MINEROPAR (2016) e concedido pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná em formato vetorial;
- mapeamento das Unidades Morfoestruturais do litoral do Paraná – Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Paraná – litoral– Elaborado por MINEROPAR/UFPR (2006 citado por MINEROPAR, 2016) e concedido pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná em formato vetorial;
- mapeamento de solos do litoral do Paraná com descrição até o 4º nível categórico – Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Paraná – litoral (2016) elaborado por EMATER (et al. 2016) e concedido por pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná em formato vetorial;

- mapeamento da vegetação do litoral do Paraná – elaborado por Ricardo Miranda de Brites, Marlon Prestes e Mariana Augusto Machado da Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS) – em formato vetorial.

b) Imagens de satélite

- imagens do *Google Earth* (versão – Pró) *Digital Globe* – da região que pertence à zona de amortecimento da Estação ecológica, do ano de 2018.

c) Equipamentos

- microcomputador com Processador Intel Core i7 – 6500U CPU @ 2.50 GHz Turbo Boost 3.1 GHz, com memória de 8 GB, Sistema Operacional Windows 10 Home;
- câmera fotográfica (13 Mp);
- GPS Geológico GEOTEC (versão Android) – disponibilizado pelo Laboratório de Pesquisas Aplicadas em Geomorfologia e Geotecnologias vinculado ao Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

d) Softwares

- QGIS Desktop 2.17.24 Las Palmas: software gratuito utilizado para manipulação dos dados vetoriais e geração dos planos de informação;
- IDRISI Selva 17.0: software desenvolvido pelo Professor J.R. Eastman pela Universidade de *Clark (Worcester, Estados Unidos)* e utilizado para realizar as rotinas de Análise Multicritério.

e) Outros

- Arquivo vetorial (*shapefile*) da zona de amortecimento da Estação Ecológica de Guaraguaçu – elaborado por SEMA (et al. 2006);
- Arquivo vetorial (*shapefile*) do perímetro da Estação Ecológica de Guaraguaçu;
- Malha de setores censitários (*shapefile*) – elaborado pelo IBGE para Censo 2010;
- Divisão político-administrativa dos municípios de Pontal do Paraná, Paranaguá e Matinhos (*shapefile*) – obtido junto ao Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG), do ano de 2017.

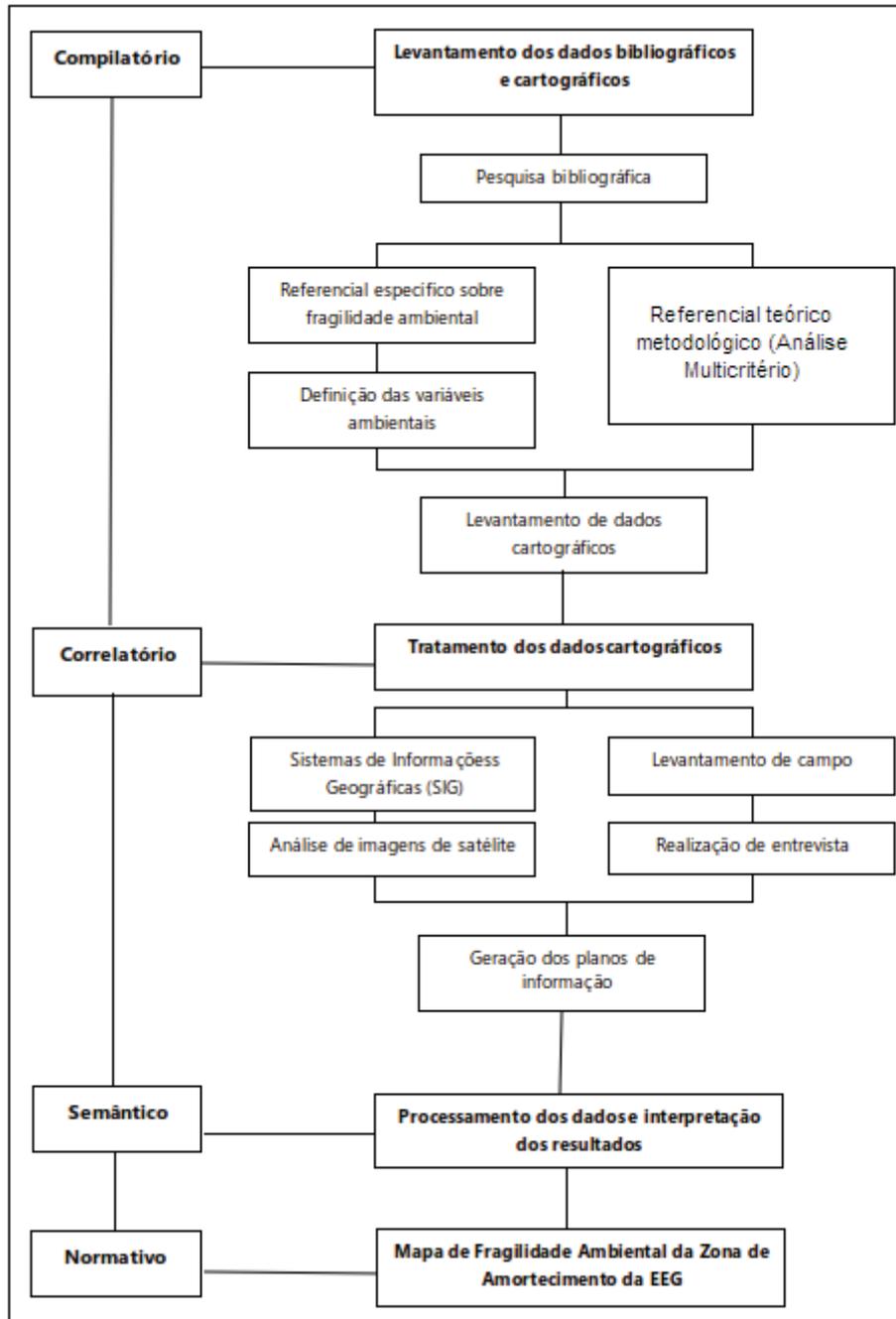
## 4.2 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

Para organização das etapas de trabalho, foi utilizada a proposta metodológica de Libault (1971) que roteiriza o processo de investigação científica em quatro etapas: compilatório, correlatório, semântico e normativo. Na primeira etapa (compilatório) foi realizado levantamento de dados bibliográficos e com base nestes, a pesquisa por dados cartográficos que diziam respeito às variáveis escolhidas para desenvolvimento da pesquisa (geologia, geomorfologia, tipos de solos, cobertura vegetal e uso da terra).

Na segunda etapa (correlatório) ocorreu o tratamento dos dados coletados com enfoque para a área de estudo, contemplando a análise de imagens orbitais e levantamento de campo, passos que contribuíram para a produção dos planos de informação. Ademais, neste nível foi realizada entrevista com o gestor da EEG para obtenção de informações sobre a zona de amortecimento da EEG.

A terceira etapa (semântico) se destinou ao processamento dos dados e interpretação dos resultados obtidos. Por fim, a quarta etapa (normativo) contemplou a finalização dos mapas-síntese da fragilidade (potencial e emergente) da zona de amortecimento. Os procedimentos adotados foram sintetizados na figura 16.

FIGURA 16 – FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DA PESQUISA.



ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

#### 4.2.1 Nível Compilatório

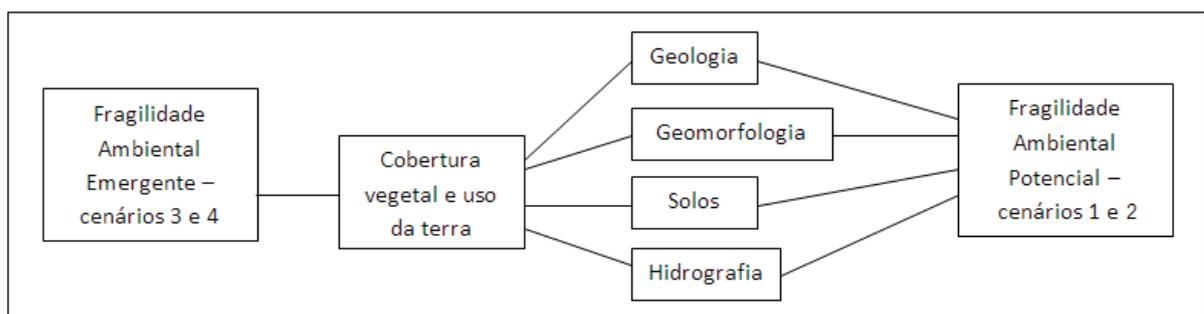
A princípio foi feito um levantamento do referencial teórico específico sobre zona de amortecimento de UC e conceitos/critérios de fragilidade ambiental, este último acompanhado de estudos de caso sobre esta abordagem em UC. Além disso, foram consultadas informações sobre bases metodológicas que compreenderam desde a formulação de questionários e realização de entrevista à execução de modelos de auxílio à tomada de decisão.

Através do plano de manejo da EEG foi obtido o perímetro da zona de amortecimento que abrange parcialmente áreas de três municípios do litoral do Paraná: Pontal do Paraná, Paranaguá e Matinhos (SEMA, et al 2006). Sobre os critérios considerados para delimitação da zona de amortecimento, não constam informações no documento citado.

##### 4.2.1.1 Definição de variáveis e indicadores

O arcabouço teórico possibilitou a definição das variáveis de análise e, por conseguinte, a pesquisa sobre dados cartográficos disponíveis da área de estudo. Assim, foram escolhidos para esta pesquisa os critérios de fragilidade ambiental relativos aos aspectos geológicos, geomorfológicos, tipos de solos, cobertura vegetal e uso da terra. A correlação entre as variáveis e indicadores é apresentada no modelo esquemático abaixo (FIGURA 17).

FIGURA 17 – MODELO ESQUEMÁTICO DE CORRELAÇÃO DOS DADOS.



ORGANIZAÇÃO A autora (2019).

## 4.2.2 Nível Correlatório

### 4.2.2.1 Utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG)

O contexto da pesquisa pode ser definido como *multivariado* ao abranger a manipulação de vários fatores que influenciam em graus diversos na fragilidade dos ambientes. Desta forma, mediante a necessidade de tratamento prévio dos dados, o SIG possibilitou a integração e manipulação destes dados com base na sua capacidade de realizar operações de captura, armazenamento, manipulação, visualização, combinação, análise, modelagem e saída de dados georreferenciados.

Através das ferramentas de edição disponibilizadas pelo *software Quantum Gis* (QGIS) foi possível gerar planos de informação que formaram o banco de dados de entrada para as fases de processamento e modelagem de suporte à tomada de decisão.

### 4.2.2.2 Adaptação e geração dos planos de informação

Os produtos cartográficos compostos pelos mapas temáticos serviram para geração de planos de informação de geologia, geomorfologia, hidrografia, solos, cobertura vegetal e uso da terra. Para homogeneizar o sistema de projeção, esses foram transformados para o sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), *datum* horizontal SIRGAS – 2000 e o *datum* vertical de Imbituba (SC). A escala final dos mapeamentos é 1: 80.000.

Tendo em vista que a área de estudo compreendeu o entorno de uma UC, foi necessário recortar o perímetro da EEG do polígono da zona de amortecimento, a fim de garantir concordância com as definições previstas na política nacional de UC (SNUC). A partir disso se prosseguiu com as seguintes operações:

- a) geologia: A camada foi importada para o *software* QGIS 2.18.24, reprojetada através da ferramenta de geoprocessamento 'reprojetar camada' e por fim, foi feito o recorte para a área de estudo por meio da operação de 'intersecção';

- b) geomorfologia: Seguiram-se os mesmos procedimentos de importação, reprojeção e adaptação para recorte da área com enfoque na zona de amortecimento da EEG;
- c) hidrografia: A partir do mapa temático de cobertura vegetal e uso da terra elaborado por Britez et al (2015), foram realizados os mesmos procedimentos utilizados nos temas anteriores. Posteriormente, foram selecionadas e salvas em um novo arquivo *shapefile* as feições relativas aos 'corpos d'água' existentes na zona de amortecimento. Este novo arquivo foi editado com o enfoque nos principais cursos d'água (rios Guaraguaçu, Itiberê e Maciel);
- d) solos: utilizou-se os procedimentos realizados nos temas anteriores para recorte da área com enfoque na zona de amortecimento da EEG;

Os mapas resultantes dos planos de informações foram mostrados e descritos nos itens 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3 e 3.2.4, respectivamente.

#### 4.2.2.3 Mapeamento da variável de cobertura vegetal e uso da terra

O plano de informação da cobertura vegetal e uso da terra, representado pelo mapa descrito no item 3.2.5, foi resultado de uma atualização do mapeamento da vegetação do litoral do Paraná, realizado por Britez et al (2015), com base em imagens orbitais SPOT do ano de 2005. Desta forma, foi utilizada a imagem de satélite disponibilizada pelo *Google Earth*, referente ao ano de 2018, e obtida por meio da extensão *OpenLayers Plugin* do *software* QGIS 2.18.24 *Las Palmas*.

Assim, a camada vetorial foi importada para o *software* e a operação de 'intersecção' foi realizada com o intuito de criar um arquivo *shapefile* destinado à área da zona de amortecimento. Após carregamento da imagem de satélite, houve a sobreposição da imagem de satélite com o *shapefile* de forma que as feições foram editadas à medida que foram visualizadas alterações em decorrência do intervalo temporal de 13 anos (2005 – 2018).

Frente o disposto no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), se prosseguiu com a adaptação da legenda original, onde foram definidas quatro classes de uso da terra e duas classes de cobertura vegetal como demonstrado no quadro 7.

QUADRO 7 – CLASSES DE COBERTURA VEGERAL E USO DA TERRA ADOTADAS PARA A LEGENDA.

CLASSES DE COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA	
LEGENDA ORIGINAL	LEGENDA ADOTADA
Corpos d'água	Corpos d'água
Floresta Ombrófila Densa Aluvial – estrato arbóreo (estágio inicial/médio); Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - estrato arbóreo (estágio inicial/médio); Floresta Ombrófila Densa Submontana - estrato arbóreo (estágio inicial/médio);	Floresta Ombrófila Densa (Aluvial, de Terras Baixas e Submontana)
Formação Pioneira de Influência Fluvial - estratos arbóreo, herbáceo/arbustivo; Formação Pioneira de Influência Fluviomarinha - estrato arbóreo; herbáceo e arbustivo; Formação Pioneira de Influência Marinha - estrato arbóreo (estágio inicial/médio) herbáceo e arbustivo;	Formação Pioneira (de Influência Fluvial, Fluviomarinha e Marinha)
Agricultura, pecuária, sem vegetação e outros...	Áreas antrópicas agrícolas – culturas, pastagem e outros
Reflorestamento	Áreas antrópicas agrícolas – silvicultura
Não utilizada	Áreas antrópicas não agrícolas – mineração/Aterro Sanitário
Áreas urbanas - comunidades	Áreas antrópicas não agrícolas – áreas urbanizadas
Estrada	Não utilizada

ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

#### 4.2.2.4 Saída de campo

A atividade de campo foi realizada no dia 16 de dezembro de 2018 em áreas dos municípios de Paranaguá e Pontal do Paraná que se inserem na zona de amortecimento da EEG. Foi estabelecido como objetivo a averiguação de determinadas classes de uso da terra que apresentavam possíveis alterações no ano de 2018.

Portanto, o roteiro de campo foi estruturado mediante áreas prioritárias de ocorrência das atividades de mineração, processos de urbanização e áreas urbanas consolidadas e demais áreas com significativas alterações na classe de uso entre os anos 2005 e 2018. Buscou-se identificar e registrar as alterações de uso da terra através de 10 pontos de verificação (FIGURA 19):

- a) ponto 1 (coordenadas UTM – 743.633 m; 7.156.598 m): localizado em Pontal do Paraná, apresentou características de área urbanizada dentro da zona de amortecimento;
- b) ponto 2 (coordenadas UTM – 744.697 m; 7.167.830m): situado em Paranaguá no que se refere ao bairro Porto Seguro situado urbanizada dentro da zona de amortecimento;
- c) ponto 3 (coordenadas UTM 744.469m; 7.167.184m): área também em Paranaguá em relação ao bairro Jardim Paraná urbanizada dentro da zona de amortecimento;
- d) ponto 4 (coordenadas UTM 745.186m; 7.166.530m): apresentava características de área urbanizada embora anteriormente tenha mapeado como área de agricultura, pastagem, sem vegetação e outros;
- e) ponto 5 (coordenadas UTM 748.131m; 7.161.844m): área também localizada em Paranaguá e se refere à atividade de extração mineral (lavra e aterro);
- f) ponto 6 (coordenadas UTM 749.728m; 7.158.361m): área mapeada em 2005 como área rural agricultável que apresentou características de área urbanizada no ano de 2018;

- g) ponto 7 (coordenadas UTM 749.939m; 7.158.924m): verificação de área com características de urbanização;
- h) ponto 8 (coordenadas UTM 751.306m; 7.156.512m): verificação de área com características de urbanização;
- i) ponto 9 (coordenadas UTM 750.732m; 7.155.827m): verificação de classe de uso existente;
- j) Ponto 10 (coordenadas UTM 750.745m;7.155.929m): verificação de classe de uso existente.

FIGURA 18 – LOCALIZAÇÃO E ROTEIRO DOS PONTOS VERIFICADOS EM CAMPO.



ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

#### 4.2.2.5 Entrevista com questionário semiestruturado

Para Manzini (2004), a entrevista é entendida como um processo de interação social, verbal e não verbal, entre um pesquisador que possui um objetivo

previamente definido, e um entrevistado que em teoria possui a informação que possibilita estudar o fenômeno em análise. Deste modo, a entrevista semiestruturada coloca em foco um assunto sobre o qual é confeccionado um roteiro com perguntas principais. Uma característica desse tipo entrevista é o surgimento de novas informações de forma irrestrita, pois as respostas não estão condicionadas a uma padronização de alternativas.

Deste modo, esta etapa foi concebida para compreensão da zona de amortecimento da EEG em relação aos critérios e métodos utilizados na definição de seu perímetro. Conforme aporte bibliográfico, o roteiro apresentou 34 questões em 6 linhas temáticas na sequência lógica:

- a) informações sobre a EEG;
- b) impactos e pressões antrópicas na unidade e zona de amortecimento;
- c) medidas adotadas pela equipe gestora no que se refere fiscalização e monitoramento;
- d) revisão do plano de manejo;
- e) delimitação da zona de amortecimento;
- f) perspectivas futuras para a gestão da EEG.

#### 4.2.3 Nível Semântico

##### 4.2.3.1 Padronização das variáveis – Lógica Nebulosa/*Fuzzy*

Anteriormente à padronização pela lógica *Fuzzy*, as variáveis (exceto o critério hidrografia/distância dos rios) foram reescaladas segundo uma lógica de importância para o contexto de fragilidade ambiental. Posto isto, foi realizada a atribuição arbitrária de valores às características físico-naturais e antrópicas da zona de amortecimento, considerando os seguintes graus de fragilidade ambiental: muito baixa (0-50), baixa (51-100), média (101 – 150), alta (151-200) e muito alta (201 – 255) (QUADRO 8).

QUADRO 8 – ATRIBUIÇÃO DE VALORES DE FRAGILIDADE ÀS CARACTERÍSTICAS FÍSICO NATURAIS E ANTRÓPICAS DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (PARANÁ, BRASIL).

(continua)

CLASSES	VARIÁVEL	GRAU DE FRAGILIDADE
<b>GEOLOGIA</b>		
Domínio Paranaçu: Suíte Granítica Morro Inglês	100	baixo
Sedimentos recentes (continentais e marinhos)	200	alto
Corpos hídricos	255	muito alto
<b>GEOMORFOLOGIA</b>		
Serra do Mar Paranaense	200	alto
Rampas de Pré-Serra e Serras Isoladas	150	intermediário
Planície Litorânea e Planície Flúvio-Marinha	50	muito baixo
Corpos hídricos	255	muito alto
<b>SOLOS</b>		
Argissolos	170	alto
Cambissolos	200	alto
Espodossolos	220	muito alto
Gleissolos	255	muito alto
Organossolos	255	muito alto
Corpos hídricos	255	muito alto
<b>COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA</b>		
Floresta Ombrófila Densa (Aluvial, das Terras Baixas e Submontana)	100	baixo
Formação Pioneira de Influência Fluvial, Fluviomarinha e Marinha	160	alto
Áreas antrópicas agrícolas – culturas, pastagens, solo exposto;	200	alto
Áreas antrópicas agrícolas – silvicultura	170	alto

QUADRO 8 – ATRIBUIÇÃO DE VALORES DE FRAGILIDADE ÀS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-NATURAIS E ANTRÓPICAS DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (PARANÁ, BRASIL).

(conclusão)

CLASSES	VARIÁVEL	GRAU DE FRAGILIDADE
COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA		
Áreas Antrópicas não agrícolas – mineração/aterro sanitário	230	muito alto
Áreas Antrópicas não agrícolas – Áreas urbanizadas	255	muito alto
Corpos hídricos	100	baixo

ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

Do modo como se apresentavam os planos de informação, com legendas em classes nominais, estes precisaram ser convertidos para uma mesma escala de medida a fim de torná-los passíveis de agregação nas etapas seguintes da AMC. Através do modelo probabilístico *Fuzzy*, presente no *software* IDRISI SELVA, este procedimento pôde ser feito, resultando em mapas padronizados em uma escala de 0 a 255.

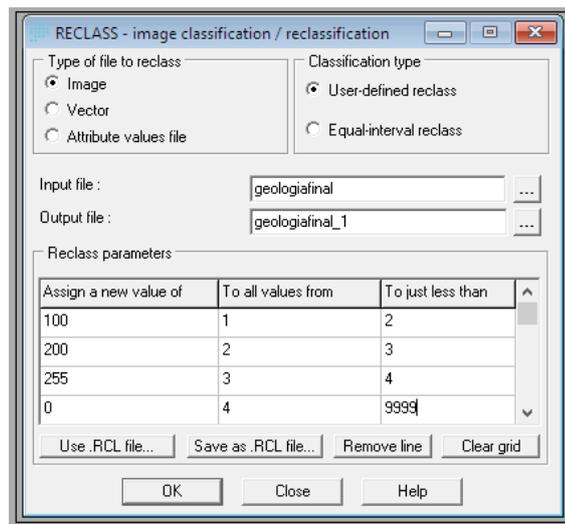
Para isso foi necessário escolher a curva/função de pertinência e os pontos de controle que melhor representariam o comportamento de cada variável dentro de uma escala de valores que indicariam em 0 áreas de *muito baixa* fragilidade e 255 de *muito alta* fragilidade. A seguir serão descritas as padronizações *Fuzzy* para cada plano de informação.

#### 4.2.3.1.1 Geologia

Segundo Crepani *et al* (2001), a resistência das rochas aos processos erosivos perpassa pelo grau de coesão das partículas que a compõem, assim em rochas pouco coesas prevaleceram os processos morfogenéticos. Portanto, com base no estudo de resistência das rochas, elaborado pelo autor citado, e de instabilidade ecodinâmica apresentado por Silveira (2005) foram atribuídos valores de 0 a 255 que consideraram o Domínio Paranaguá (Suíte Granítico) de baixa

fragilidade (100) e os Sedimentos Recentes (continentais e marinhos) como de fragilidade alta (200). Definidos este valores, a camada matricial precisou ser reclassificada por meio do módulo *database query / reclass do software IDRISI Selva* (FIGURA 19).

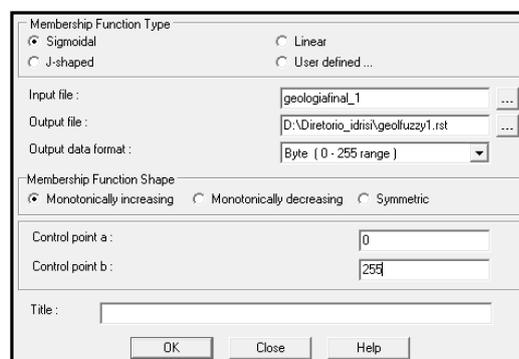
FIGURA 19 – RECLASSIFICAÇÃO DA VARIÁVEL GEOLOGIA.



FONTE: IDRISI SELVA.

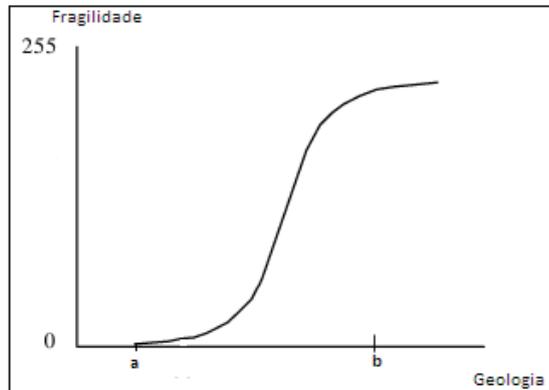
Após esta operação, para dar início à padronização *Fuzzy*, através do módulo *Decision Support / Fuzzy*, foi selecionada a função sigmoideal monotônica crescente com pontos de controle a: 0 e b: 255 como mostram as figuras 20 e 21 respectivamente.

FIGURA 20 – PADRONIZAÇÃO FUZZY PARA A VARIÁVEL GEOLOGIA.



FONTE: IDRISI SELVA

FIGURA 21 – REPRESENTAÇÃO DA CURVA DE PERTINÊNCIA PARA A VARIÁVEL GEOLOGIA.



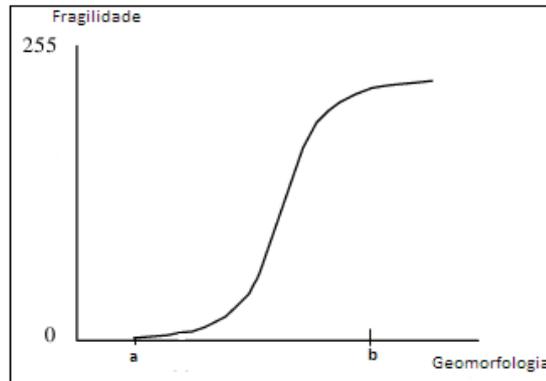
FONTE: Adaptado de EASTMAN (1998).

#### 4.2.3.1.2 Geomorfologia

Os fatores de intensidade de dissecação do relevo, altitude e declividade incidem diretamente na quantidade de energia cinética disponível para a ocorrência do escoamento superficial. Desta forma, relevos planos a suavemente ondulados recebem valores baixos de fragilidade, enquanto que relevos ondulados, dissecados em colinas, podem ser caracterizados como de fragilidade intermediária, por sua vez, os relevos fortemente ondulados e escarpados, dependendo da intensidade e grandeza dos referidos índices, recebem valores de alta a muito alta fragilidade potencial (CREPANI, et al. 2001).

Com base nestas considerações, foi atribuída às áreas de Serra do Mar nível de fragilidade potencial alto (200), intermediário (150) para as áreas de Rampas de Pré - Serra e muito baixo (50) para as áreas compostas pela Planície Litorânea e Flúvio - Marinha. Da mesma maneira, a camada matricial foi reclassificada com base nestes valores, tendo sido adotada na operação subsequente de padronização *Fuzzy* a curva de pertinência sigmoide monotônica crescente com pontos de controle a: 0 e b: 255 (FIGURA 22).

FIGURA 22 – REPRESENTAÇÃO DA CURVA DE PERTINÊNCIA PARA A VARIÁVEL GEOMORFOLOGIA.



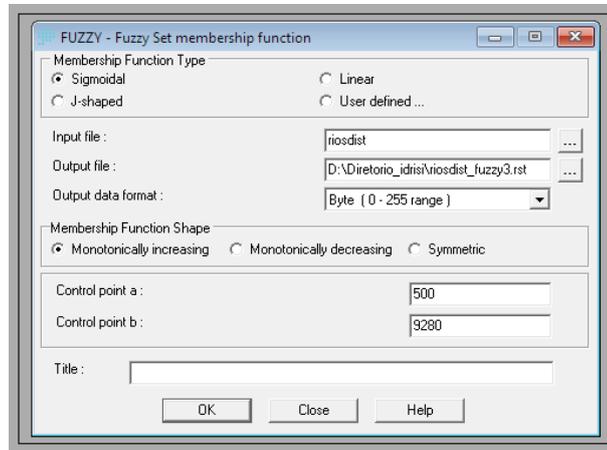
FONTE: Adaptado de EASTMAN (1998).

#### 4.2.3.1.3 Hidrografia/Distância dos rios

Na análise, foram consideradas frágeis as áreas situadas em até 500 metros dos principais cursos de água que se encontram na zona de amortecimento, assim na medida em que esta distância aumenta as áreas tornam-se menos frágeis. Esta variável foi reclassificada conforme o disposto pela legislação do Código Florestal para cursos d'água que possuem largura superior a 600 metros, como o apresentado em alguns trechos do rio Guaraguaçu (BRASIL, 2012).

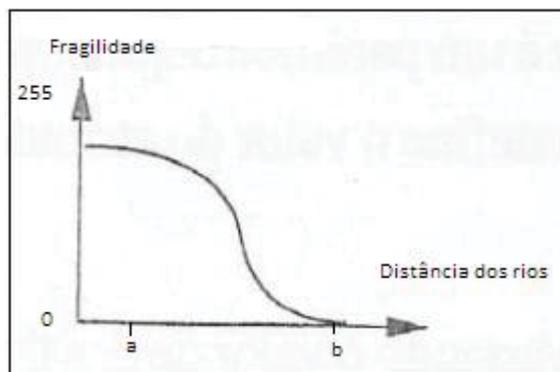
Neste caso, para a padronização *Fuzzy* a curva de pertinência utilizada foi a sigmoide monotônica decrescente com pontos de controle a: 500 e b: 9280 (metros), este que corresponde ao ponto mais distante da área de estudo (FIGURAS 23 e 24).

FIGURA 23 – PADRONIZAÇÃO FUZZY PARA A VARIÁVEL DISTÂNCIA DOS RIOS.



FONTE: IDRISI SELVA.

FIGURA 24 – REPRESENTAÇÃO DA CURVA DE PERTINÊNCIA PARA A VARIÁVEL DISTÂNCIA DOS RIOS.



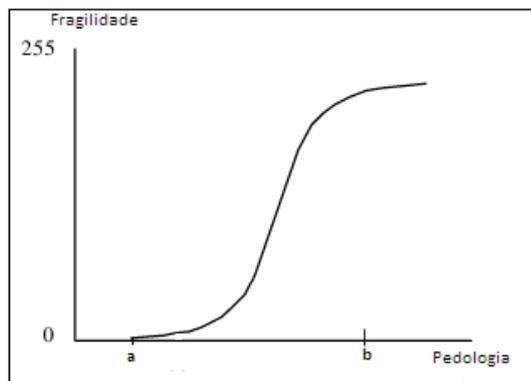
FONTE: Adaptado de MIRANDA (2010).

#### 4.2.3.1.4 Tipos de solos

Para se determinar as classes de solos com maior ou menor fragilidade potencial, se estabeleceu como critério a capacidade dos mesmos de resistir aos processos erosivos. Mediante a escala elaborada por Crepani (et.al. 2001) no que diz respeito à vulnerabilidade/estabilidade dos solos, foram atribuídos valores de alta fragilidade às classes de Argissolos e Cambissolos (170 e 200 respectivamente) e as demais classes Espodossolos, Gleissolos e Organossolos, valores de fragilidade muito alta abrangendo de 220 a 255. Do mesmo modo, a reclassificação foi feita de acordo com os valores estabelecidos, e por fim, foi adotada na padronização *Fuzzy*

a curva de pertinência sigmoidal monotônica crescente com pontos de controle a: 0 e b: 255 (FIGURA 25).

FIGURA 25 – REPRESENTAÇÃO DA CURVA DE PERTINÊNCIA PARA VARIÁVEL TIPOS DE SOLOS.



FONTE: Adaptado de EASTMAN (1998).

#### 4.2.3.1.5 Cobertura vegetal e uso da terra

Conforme os autores consultados, a cobertura vegetal é um elemento que freia o desencadeamento dos processos erosivos devido à proteção fornecida aos solos, ou seja, em cenários em que existe ausência de vegetação se intensificam os níveis de determinada área (TRICART, 1977). Deste modo, em relação à variável cobertura vegetal e uso da terra foram estabelecidos graus de fragilidade ambiental que variaram entre *baixo* até *muito alto*.

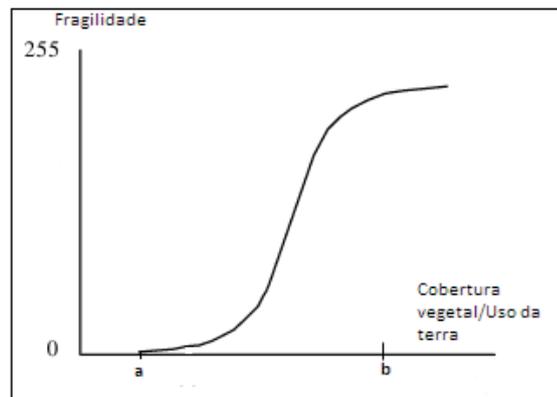
Tendo em vista a proteção que a vegetação representa à integridade dos solos, no que se refere à classe de Floresta Ombrófila Densa (Aluvial, das Terras Baixas e Submontana) foi atribuído grau de fragilidade baixo (100) enquanto que para a classe de Formações Pioneiras (de Influência Fluvial, Fluviomarinha e Marinha) atribuiu-se grau de fragilidade alto (160) compreendendo que esses ecossistemas apresentam características intrínsecas de seu substrato que os tornam mais frágeis a alterações ambientais (como mostra a tabela 2 do item 2.2.1).

Para as classes de áreas antropizadas por culturas, pastagem, solo exposto e silvicultura foram atribuídos valores entre 170 a 200 que denotam *alto* grau de

fragilidade ambiental. No mesmo sentido, em relação às áreas de extração mineral, aterro sanitário, urbanizadas ou em processo de urbanização foram atribuídos valores de  *muito alta* fragilidade, 230 e 255 respectivamente.

No caso dos corpos hídricos, se atribuiu grau de fragilidade baixo (100) por não ocorrer ocupação espacial nestas áreas, sendo dada sequência na padronização *Fuzzy* com uso da curva de pertinência sigmoideal monotônica crescente e pontos de controle a: 0 e b: 255 (FIGURA 26).

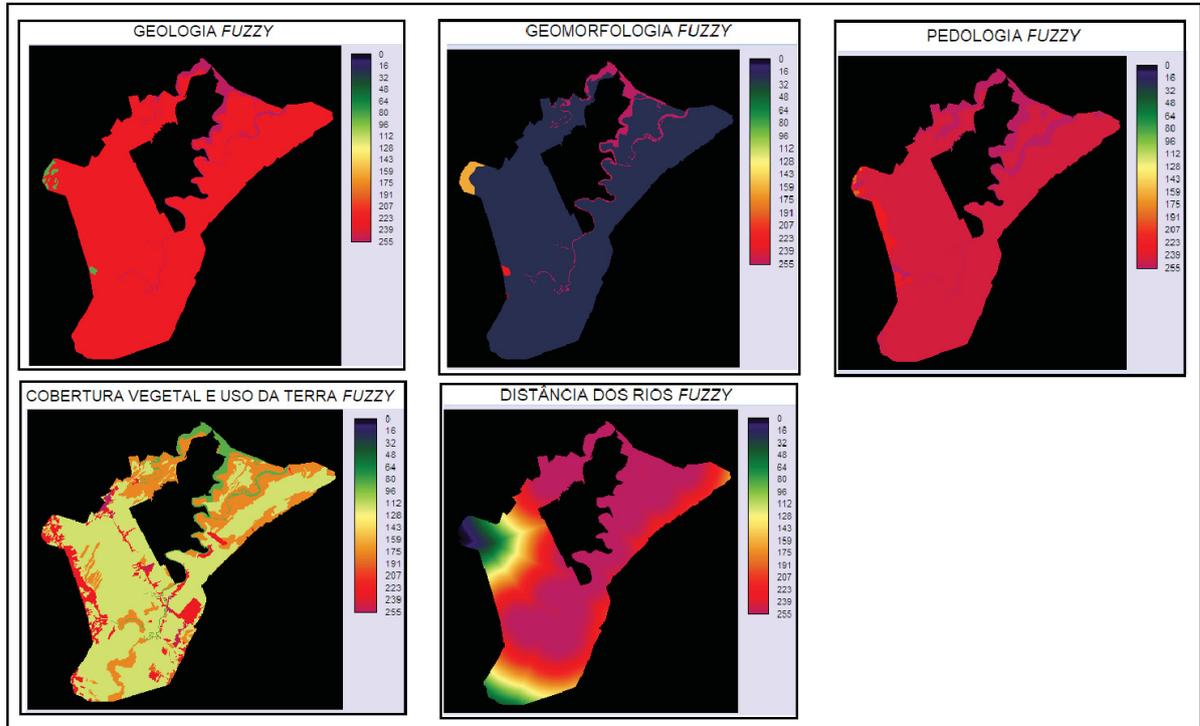
FIGURA 26 – REPRESENTAÇÃO DA CURVA DE PERTINÊNCIA PARA A VARIÁVEL COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA.



FONTE: Adaptado de EASTMAN (1998).

Ao final da operação de padronização dos planos de informações, os indicadores nas legendas passaram a integrar a escala entre 0 e 255 como mostra a figura 27.

FIGURA 27 – PLANOS DE INFORMAÇÃO ORIGINADOS PELA LÓGICA FUZZY.



FONTE: IDRISI SELVA.  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

#### 4.2.3.2 Ponderação das variáveis – Processo analítico hierárquico ou *Analytic hierarchy process* (AHP)

A fim de determinar a contribuição relativa de cada uma das variáveis na identificação das áreas de maior e menor fragilidade potencial e emergente, foi realizado o processo de ponderação com base na técnica desenvolvida por Thomas Saaty (1978). Nesta etapa, as variáveis foram comparadas em pares conforme uma escala pré-definida de forma que um critério de relevância foi atribuído ao relacionamento de uma variável em relação às demais.

A técnica *Analytic Hierarchy Process* (AHP) foi acessada através do módulo *Decision Support / Weight* disponibilizado pelo IDRISI Selva. O primeiro passo correspondeu à determinação das relações de importância entre as variáveis, sendo estas informações utilizadas como dados de entrada em uma matriz de comparação pareada. O segundo passo tratou do cálculo da razão de consistência do processo

de ponderação, se obtendo resultado entre [0,1] onde 0 indica a completa consistência.

A atribuição de pesos de importância das variáveis visou análise de cada uma enquanto agente influenciador dos níveis de fragilidade da área de estudo, assim o julgamento foi feito estando de acordo com os autores que compuseram a fundamentação teórica. Ao utilizar o *software* IDRISI Selva, a razão de consistência foi gerada automaticamente seguindo os princípios que serão descritos a seguir.

Ainda, cabe destacar que foram realizadas as manipulações com os planos de informações da geologia, geomorfologia, tipos de solos e cobertura vegetal e uso da terra que resultaram nas fragilidades potencial e emergente. Num segundo momento, foram elaboradas as mesmas manipulações, agora incluindo o plano de informação hidrografia/distância dos rios. Todas as manipulações resultaram num total de 4 cenários distintos (QUADRO 9).

QUADRO 9 – CENÁRIOS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL GERADOS DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (PARANÁ, BRASIL).

(continua)

CENÁRIOS GERADOS	FRAGILIDADE AMBIENTAL	PLANOS DE INFORMAÇÕES UTILIZADOS
1	Potencial	Geologia Geomorfologia Solos
2	Potencial	Geologia Geomorfologia Solos Distância dos rios
3	Emergente	Geologia Geomorfologia Solos Cobertura vegetal e uso da terra

QUADRO 9 – CENÁRIOS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL GERADOS DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (PARANÁ, BRASIL).

(conclusão)

4	Emergente	Geologia Geomorfologia Solos Cobertura vegetal e uso da terra Distância dos rios
---	-----------	--

ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

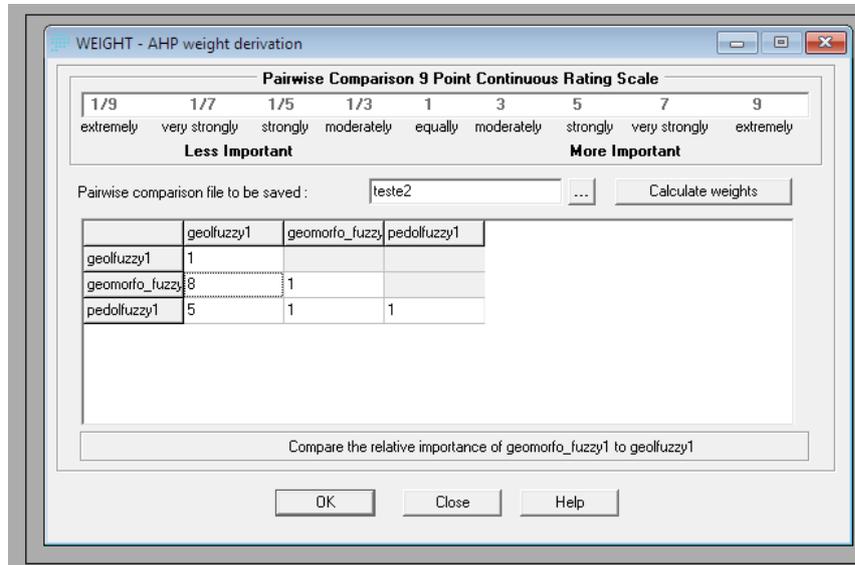
#### 4.2.3.2.1 Fragilidade Potencial: Cenário 1

Nesta análise se considerou que os ambientes quando avaliados sob o prisma das características geológicas, geomorfológicas e dos tipos de solo, apresentam instabilidade potencial em razão destas características naturais (ROSS, 1994). Neste caso, à variável geomorfologia foi atribuída maior peso de importância, uma vez que as formas do relevo orientarão as condições para desenvolvimento dos solos (TRICART, 1977) (FIGURA 28).

À variável de solos se atribuiu o segundo maior peso em vista de que suas características físico-químicas influenciarem na ocorrência do escoamento superficial. Por fim, a variável geologia foi considerada em terceiro lugar em relação aos demais critérios devido ao seu efeito de ação na instabilidade ecodinâmica depender de uma escala temporal maior que os outros fatores envolvidos.

Conforme tais considerações, as variáveis foram ponderadas na matriz de comparação *Analytic Hierarchy Process* (AHP) por meio do módulo *Decision Support / Weight* de forma que foram obtidos pesos finais de influência relativa e a razão de consistência do processo (TABELA 5).

FIGURA 28 – PONDERAÇÃO DE IMPORTÂNCIA RELATIVA PARA FRAGILIDADE POTENCIAL Cenário 1.



FONTE: IDRISI SELVA.

TABELA 4 – DEFINIÇÃO DOS PESOS DE CONTRIBUIÇÃO RELATIVA PARA FRAGILIDADE POTENCIAL – Cenário 1.

VARIÁVEL	PESOS FINAIS	RAZÃO DE CONSISTÊNCIA
Geologia	0.0731	0.02 (aceitável)
Geomorfologia	0.4997	
Solos	0.4272	

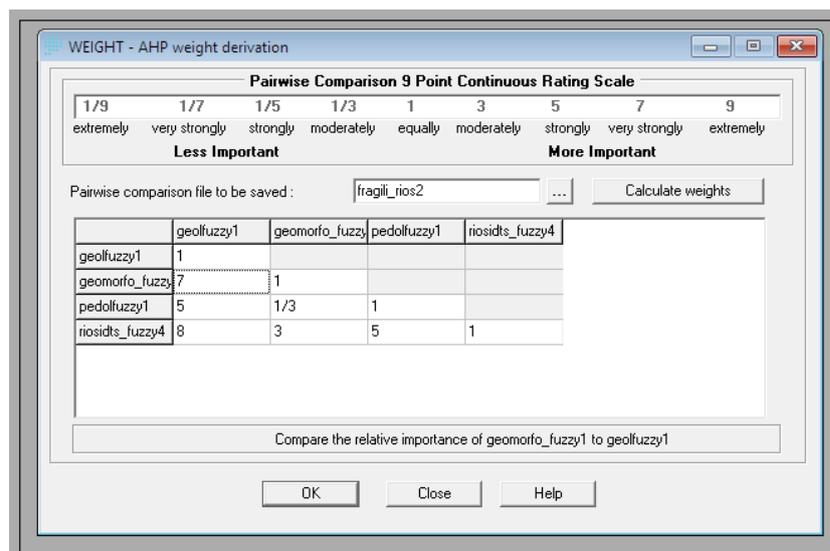
FONTE: IDRISI SELVA.  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

#### 4.2.3.2.2 Fragilidade Potencial: Cenário 2

O objetivo em torno da proteção das Áreas de Preservação Permanente (APP) diz respeito à manutenção da integridade ambiental dos recursos hídricos, da estabilidade geológica, dos solos e da biodiversidade (BRASIL, 2012). Assim, as APP correspondem a uma gama de ambientes situados em beiras de rios, entorno de nascentes, encostas (acima de 45°), restingas e manguezais e topos de morros.

Observando as faixas marginas e ecossistemas associados às APP ao longo dos principais cursos d'água da zona de amortecimento, na matriz de comparação pareada do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) por meio do módulo *Decision Support / Weight*, as variáveis foram ponderadas sendo atribuídos maiores pesos de importância relativa, que variaram de moderadamente até extremamente mais importante, ao critério distância\_rios (FIGURA 30). Durante o processo foi possível obter os pesos finais de influência relativa e a razão de consistência do julgamento (TABELA 6).

FIGURA 29 – PONDERAÇÃO DE IMPORTÂNCIA RELATIVA PARA FRAGILIDADE POTENCIAL – Cenário 2.



FONTE: IDRISI SELVA.

TABELA 5 – DEFINIÇÃO DOS PESOS DE CONTRIBUIÇÃO RELATIVA PARA FRAGILIDADE POTENCIAL – Cenário 2.

VARIÁVEL	PESOS FINAIS	RAZÃO DE CONSISTÊNCIA
Geologia	0.0419	0.07 (aceitável)
Geomorfologia	0.2704	
Solos	0.1286	
Dist_rios	0.5591	

FONTE: IDRISI SELVA.  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

#### 4.2.3.2.3 Fragilidade Emergente: Cenário 3

Para análise da fragilidade emergente, se considerou a ação contínua das intervenções humanas sobre os ambientes naturais representadas pelos diversos tipos de uso da terra (ROSS, 1994). Posto isso, foram priorizadas no processo *Analytic Hierarchy Process* (AHP) as informações relativas à cobertura vegetal e uso da terra.

A importância relativa atribuída à cobertura vegetal e uso da terra decorre da proteção oferecida aos solos, logo, em ambientes onde não há cobertura vegetal densa ocorre intensa transmissão de energia à superfície, colaborando para a alteração do equilíbrio dinâmico do ecossistema (TRICART, 1977).

Neste sentido, as classes de cobertura vegetal e uso da terra foram priorizadas de modo que os valores variaram entre extremamente e fortemente mais importante mediante escala de Saaty (1978) (FIGURA 30). Os pesos finais do processo de ponderação e a razão de consistência compatível com os critérios e valores utilizados são demonstrados na tabela 7.

FIGURA 30 – PONDERAÇÃO DE IMPORTÂNCIA RELATIVA PARA FRAGILIDADE EMERGENTE – Cenário 3.

WEIGHT - AHP weight derivation

Pairwise Comparison 9 Point Continuous Rating Scale

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
extremely	very strongly	strongly	moderately	equally	moderately	strongly	very strongly	extremely
Less Important					More Important			

Pairwise comparison file to be saved :  ...

	geolfuzzy1	geomorfo_fuzzy	pedolfuzzy1	usofragilim_Fuz
geolfuzzy1	1			
geomorfo_fuzzy	7	1		
pedolfuzzy1	5	1	1	
usofragilim_Fuz	9	5	5	1

Compare the relative importance of geomorfo\_fuzzy1 to geolfuzzy1

FONTE: IDRISI SELVA.

TABELA 6 – DEFINIÇÃO DOS PESOS DE CONTRIBUIÇÃO RELATIVA PARA FRAGILIDADE EMERGENTE – Cenário 3

VARIÁVEL	PESOS FINAIS	RAZÃO DE CONSISTÊNCIA
Geologia	0.0395	0.07 (aceitável)
Geomorfologia	0.1749	
Solos	0.1561	
Cobertura/uso	0.6295	

FORNE: IDRISI SELVA.  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

#### 4.2.3.2.4 Fragilidade Emergente: Cenário 4

A fim de obter os graus de fragilidade emergente com base nas interferências das atividades antrópicas sob as APP ao longo dos principais cursos d'água da zona de amortecimento da EEG, nesta matriz de comparação se optou pela valorização do critério *distância\_rios* em relação aos demais critérios da avaliação. A atribuição dos pesos de contribuição seguiu a seguinte ordem crescente de importância relativa:

- a) hidrografia/distancia dos rios;
- b) cobertura vegetal e uso da terra;
- c) geomorfologia;
- d) solos;
- e) geologia.

Desta forma, as variáveis foram ponderadas na matriz de comparação pareada do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) por meio do módulo *Decision Support / Weight*, sendo atribuídos maiores pesos ao critério *distância\_rios*, que variaram de moderadamente até extremamente mais importante (FIGURA 31). Assim, foi obtida uma razão de consistência pertinente abaixo de 1 (TABELA 8)

FIGURA 31 – PONDERAÇÃO DE IMPORTÂNCIA RELATIVA PARA FRAGILIDADE EMERGENTE – Cenário 4.

**WEIGHT - AHP weight derivation**

**Pairwise Comparison 9 Point Continuous Rating Scale**

1/9 1/7 1/5 1/3 1 3 5 7 9  
 extremely very strongly strongly moderately equally moderately strongly very strongly extremely  
 Less Important More Important

Pairwise comparison file to be saved :  ...

	geolfuzzy1	geomorfo_fuzzy	pedolfuzzy1	CVUT_8class_	riosids_fuzzy4
geolfuzzy1	1				
geomorfo_fuzzy	7	1			
pedolfuzzy1	5	1/3	1		
CVUT_8class_	8	3	5	1	
riosids_fuzzy4	9	5	7	3	1

Compare the relative importance of geomorfo\_fuzzy1 to geolfuzzy1

FONTE: IDRISI SELVA.

TABELA 7 – DEFINIÇÃO DOS PESOS DE CONTRIBUIÇÃO RELATIVA PARA FRAGILIDADE EMERGENTE – Cenário 4.

VARIÁVEL	PESOS FINAIS	RAZÃO DE CONSISTÊNCIA
Geologia	0.0279	0.09 (aceitável)
Geomorfologia	0.1356	
Solos	0.0705	
Cobertura/uso	0.2623	
Dist_rios	0.5038	

FONTE: IDRISI SELVA.  
 ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

#### 4.2.3.3 Agregação das variáveis – Combinação linear ponderada ou *Weighted linear combination* (WLC)

A Combinação Linear Ponderada é um dos procedimentos mais comuns para agregação de dados (EASTMAN, 1998). No *software* IDRISI Selva o mesmo é acessado pelo módulo *Multi-criteria evaluation* (MCE) que opera multiplicando cada variável padronizada pelo seu peso correspondente, derivado da técnica *Analytic Hierarchy Process* (AHP), e somando em seguida todos os fatores.

Ainda de acordo com o autor citado, uma das vantagens do procedimento é a capacidade de atribuir diferentes pesos relativos para cada um dos critérios no processo de agregação. Estes pesos além de indicarem a importância relativa de cada critério em relação aos demais, também determinarão como os fatores irão compensar-se uns aos outros. Uma vez que a WLC permite a compensação completa entre os fatores, aqueles que apresentarem aptidão elevada em um local irão compensar os critérios com baixa aptidão neste mesmo local.

A Combinação Linear Ponderada ou *Weighted Linear Combination* (WLC) gera uma imagem final que pode ser interpretada como uma medida de aptidão agregada com valores entre 0 e 255. Para execução do método é preciso que os critérios estejam devidamente padronizados (lógica *Fuzzy*) e que possuam pesos finais de contribuição relativa resultantes do *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

No *software* IDRISI Selva, é possível a entrada de dados como barreiras/limitações absolutas (restrições) ou como fatores limitantes (fatores). As *restrições* são os critérios que limitam a análise a regiões geográficas específicas. Para Weber e Hasenack (1999) os *fatores* definem algum grau de aptidão para a área considerada, ou seja, foram considerados *fatores* as variáveis que diretamente ou indiretamente realçavam ou atenuavam a fragilidade (potencial ou emergente) dentro da zona de amortecimento da EEG.

Portanto, ao acessar o módulo do *software* IDRISI Selva - *Multi-Criteria Evaluation* (MCE) foi possível selecionar a opção *Weighted Linear Combination* (WLC) e recuperar os parâmetros oriundos do *Analytic Hierarchy Process* (AHP), inserindo-os no campo destinado aos fatores. As operações relativas aos cenários

de fragilidade potencial e emergente são apresentadas abaixo (FIGURAS 32, 33, 34 e 35).

FIGURA 32 – COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA (MÓDULO MULTI-CRITERIA EVALUATION) PARA FRAGILIDADE POTENCIAL – Cenário 1.

MCE procedure to be used

Boolean intersection  Ordered weighted average

Weighted linear combination

Constraints :

Constraint filename: [Empty]

Number of constraints : 0

Remove file ...

Output image : [Empty]

Title : [Empty]

Factors

Factor filename	Factor weight
geolfuzzy1	0.0731
geomorfo_fuzzy1	0.4997
pedolfuzzy1	0.4272

Number of factors : 3

Remove file ...

Retrieve parameters Save parameters

OK Close Help

FONTE: IDRISI SELVA.

FIGURA 33 – COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA (MÓDULO MULTI-CRITERIA EVALUATION) PARA FRAGILIDADE POTENCIAL – Cenário 2.

MCE procedure to be used

Boolean intersection  Ordered weighted average

Weighted linear combination

Constraints :

Constraint filename: [Empty]

Number of constraints : 0

Remove file ...

Output image : [Empty]

Title : [Empty]

Factors

Factor filename	Factor weight
geolfuzzy1	0.0419
geomorfo_fuzzy1	0.2704
pedolfuzzy1	0.1286
riosidts_fuzzy4	0.5591

Number of factors : 4

Remove file ...

Retrieve parameters Save parameters

OK Close Help

FONTE: IDRISI SELVA.

FIGURA 34 – COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA (MÓDULO MULTI-CRITERIA EVALUATION) PARA FRAGILIDADE EMERGENTE – Cenário 3.

MCE procedure to be used

Boolean intersection  Ordered weighted average

Weighted linear combination

Constraints :

Constraint filename

Number of constraints : 0

Remove file ...

Output image :

Title :

Factors

Factor filename	Factor weight
geolfuzzy1	0.0395
geomorfo_fuzzy1	0.1749
pedolfuzzy1	0.1561
CVUT_8class_reclass20	0.6295

Number of factors : 4

Remove file ...

Retrieve parameters Save parameters

OK Close Help

FONTE: IDRISI SELVA.

FIGURA 35 – COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA (MÓDULO MULTI-CRITERIA EVALUATION) PARA FRAGILIDADE EMERGENTE – Cenário 4.

MCE procedure to be used

Boolean intersection  Ordered weighted average

Weighted linear combination

Constraints :

Constraint filename

Number of constraints : 0

Remove file ...

Output image :

Title :

Factors

Factor filename	Factor weight
geolfuzzy1	0.0279
geomorfo_fuzzy1	0.1356
pedolfuzzy1	0.0705
CVUT_8class_reclass20	0.2623
riosidts_fuzzy4	0.5038

Number of factors : 5

Remove file ...

Retrieve parameters Save parameters

OK Close Help

FONTE: IDRISI SELVA.

Os mapas-síntese apresentados no próximo capítulo contém a variação da fragilidade ambiental potencial e emergente da zona de amortecimento com base no valor final recebido por cada pixel no processo de agregação dos critérios pelo *Weighted Linear Combination* (WLC).

A partir das etapas que constituem a AMC (padronização, ponderação e agregação dos critérios) os mapas gerados foram reclassificados conforme a escala de 0 a 255 em cinco categorias: muito baixa (0-50), baixa (51-100), média (101 – 150), alta (151-200) e muito alta (201 – 255). Ao todo, se obteve como resultados 4 mapas que correspondem aos cenários 1 e 2 da fragilidade potencial e 3 e 4 da fragilidade emergente da zona de amortecimento da EEG.

Adicionalmente, por meio da ferramenta de tabulação cruzada, pôde-se identificar e analisar os conflitos ambientais oriundos da sobreposição dos tipos de uso da terra sob os cenários gerados da fragilidade potencial (cenários 1 e 2). Compreendendo que a fragilidade potencial constitui o estado natural de equilíbrio dinâmico de um ecossistema, a sobreposição com os tipos de uso da terra possibilitaram verificar as interferências destes sob as características ambientais da zona de amortecimento. A modelagem ocorreu através de:

- a) Fragilidade potencial (cenário 1) x Cobertura vegetal e uso da terra;
- b) Fragilidade potencial (cenário 2) x Cobertura vegetal e uso da terra.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

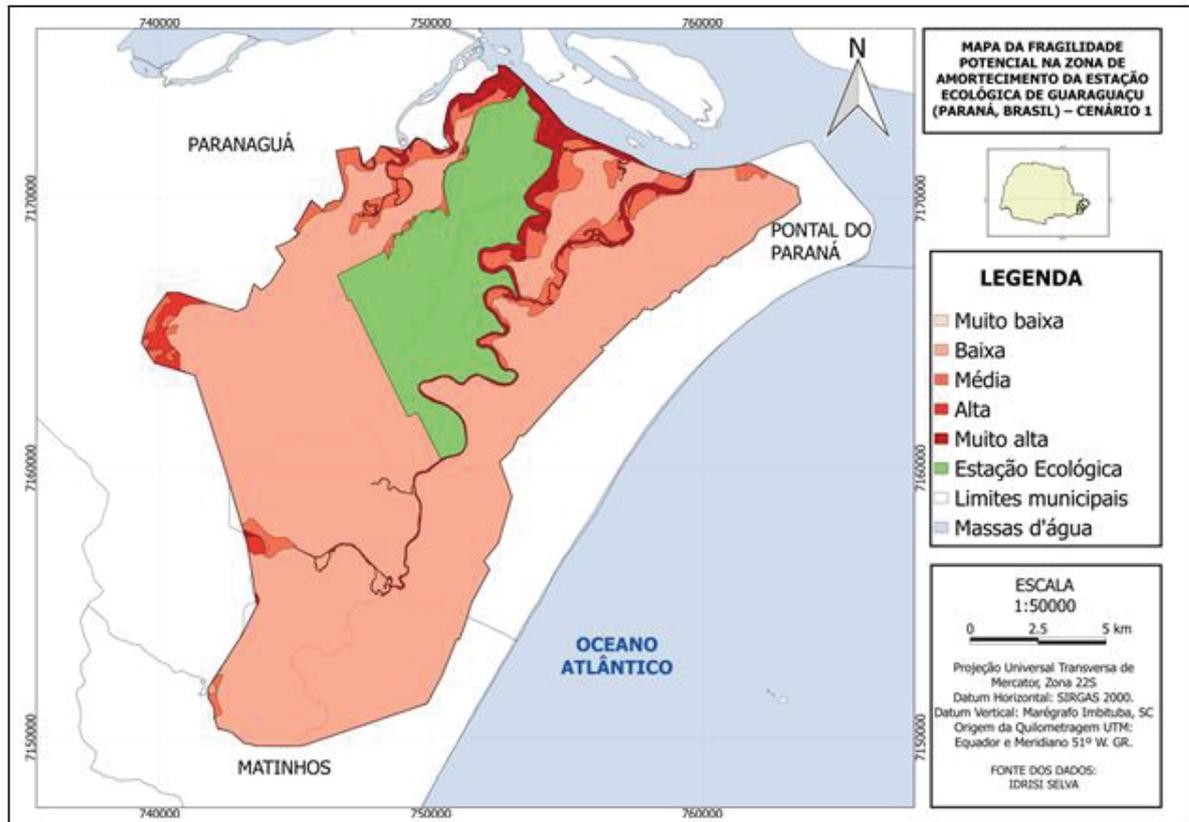
Este capítulo trata da apresentação dos resultados obtidos a partir da metodologia e procedimentos metodológicos descritos sendo subdividido em três subseções: a primeira trata-se da apresentação dos mapas de fragilidade ambiental da zona de amortecimento, a segunda subseção expõe os resultados da tabulação cruzada entre os cenários 1 e 2 da fragilidade potencial e o plano de informação relativo à cobertura vegetal e uso da terra. Por fim, a terceira subseção corresponde às informações obtidas a partir da entrevista com o responsável pela gestão da EEG.

### 5.1 CENÁRIOS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL GERADOS PELA ANÁLISE MULTICRITÉRIO OU *MULTI-CRITERIA EVALUATION* (MCE)

#### 5.1.1 Fragilidade Ambiental Potencial: Cenários 1 e 2

Ao tratar dos aspectos geológicos, geomorfológicos e dos tipos de solos da zona de amortecimento, o cenário 1 demonstrou o estado de equilíbrio dinâmico natural da área. Observou-se na figura 36 que as classes de fragilidade ambiental potencial variaram entre as categorias de baixa a muito alta.

FIGURA 36 – MAPA DA FRAGILIDADE POTENCIAL NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU ( ESTADO DO PARANÁ, BRASIL) – Cenário 1.



Neste contexto, houve o predomínio da classe de baixa fragilidade (86,49%), considerada segundo a teoria da ecodinâmica de Tricart (1977) como ambientes estáveis favoráveis aos processos de pedogênese. Ao aferir maior importância às características geomorfológicas, tal resultado se justificou uma vez que, segundo aquele autor, áreas muito planas tendem a estar em relativo equilíbrio dinâmico, assim 93,45% da área de estudo se encontra dentro desta característica morfológica, apresentando declividade abaixo de 6%. Reforça-se que a classe de muito baixa fragilidade potencial não foi identificada (TABELA 9).

TABELA 8 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE FRAGILIDADE POTENCIAL – Cenário 1.

CLASSES DE FRAGILIDADE	ÁREA (HA)	(%)
Muito baixa	0,79	0,00
Baixa	19726,17	86,49
Média	1681,12	7,37
Alta	214,84	0,94
Muito alta	1184,34	5,20
Total	22807,26	100

FONTES: IDRISI SELVA.  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

A classe de fragilidade potencial média foi interpretada como sendo os ambientes de transição entre os meios instáveis e estáveis, logo, representou 7% da zona de amortecimento. Nas classes de fragilidade potencial alta e muito alta os processos de morfogênese são elementos predominantes na dinâmica natural por meio da ação conjunta das águas pluviais e da gravidade tornando o escoamento superficial atuante nestas áreas.

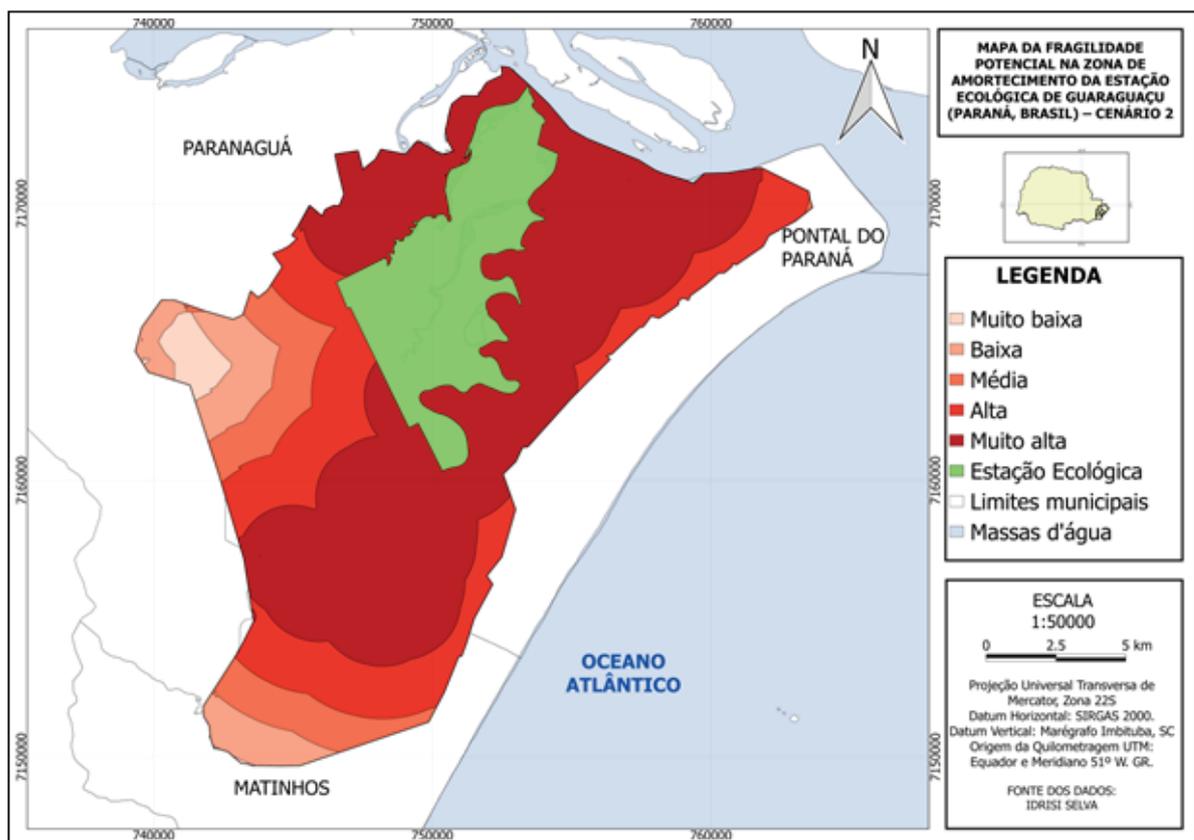
Embora represente apenas 0,94% da zona de amortecimento, a classe de alta fragilidade potencial se situou nos compartimentos geomorfológicos de Rampas de Pré-Serra/Serras Isoladas e Serra do Mar Paranaense, apresentando substratos litológicos compostos respectivamente por sedimentos recentes e rochas ígneas (granito). A presença nesta classe de fragilidade de solos pertencentes à classe dos Cambissolos se justifica, pois apresentam pouca espessura, indicando a baixa estabilidade das encostas.

As áreas identificadas como de muito alta fragilidade potencial abrangeram 5,2% da zona de amortecimento e estão associadas às áreas com as maiores elevações localizadas na unidade Fisiográfica da Serra do Mar Paranaense e corpos hídricos.

Sobre o cenário 2 da fragilidade potencial, ao priorizar o critério distância dos rios, as áreas situadas ao redor dos principais cursos d'água foram consideradas de muito alta fragilidade representando 58,76% da zona de amortecimento (FIGURA 37). Situaram-se predominantemente em áreas de sedimentos recentes

(continentais e marinhos) localizados nas Planícies Litorânea e Fluvio-marinha onde são encontradas principalmente as classes de solo Espodossolo e Gleissolos. Estes solos apresentam lençol freático muito próximo da superfície, os conferindo muito alta fragilidade ambiental.

FIGURA 37 – MAPA DA FRAGILIDADE POTENCIAL NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL) – Cenário 2.



A categoria de alta fragilidade foi a segunda classe mais representativa, correspondeu 22,73% da zona de amortecimento e situava-se também sobre depósitos sedimentares no compartimento das Planícies Litorânea e Fluvio-marinha. As mesmas características físicas foram observadas na classe de média fragilidade potencial que correspondeu a 9,30% da área de estudo. Em menor proporção estão as classes de fragilidade baixa e muito baixa (TABELA 10).

TABELA 9 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE FRAGILIDADE POTENCIAL – Cenário 2.

CLASSES DE FRAGILIDADE	ÁREA (HA)	(%)
Muito baixa	455,15	2,00
Baixa	1645,94	7,21
Média	2119,20	9,30
Alta	5184,33	22,73
Muito alta	13402,64	58,76
Total	22807,26	100

FONTES: IDRISI SELVA.  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

### 5.1.2 Fragilidade Ambiental Emergente: Cenários 3 e 4

Os cenários de fragilidade ambiental emergente indicaram a influência das alterações antrópicas no equilíbrio dinâmico natural. Desta forma, foram agregados além dos critérios já citados a cobertura vegetal e uso da terra, cujas classes de fragilidade emergente resultantes variaram entre baixa e muito alta.

No cenário 3, em relação ao cenário 1 da fragilidade potencial (FIGURA 36), o resultado demonstrou novamente um domínio da classe de baixa fragilidade que correspondeu a 62% da zona de amortecimento e incluiu as fitofisionomias florestais: Floresta Ombrófila Densa Aluvial, de Terras Baixas e Submontana, bem como as fitofisionomias localizadas nas Planícies Litorâneas e Flúvio-Marinha. A predominância desta classe se deve à cobertura vegetal bastante densa (FIGURA 38).

Muito embora, em relação à fragilidade potencial (cenário 1), esta classe de fragilidade (baixa) sofreu substancial decréscimo variando de 86,49% para 62,60%. A diferença verificada nos resultados foi absorvida pela classe seguinte, de média fragilidade emergente que, desta vez, abrangeu 28% da área de estudo (TABELA 11) englobando além da cobertura vegetal representada pelas Formações Pioneiras, áreas ocupadas por áreas de silvicultura (*Pinus* spp. e *Eucalypto* spp). Nesta classe,

a presença da vegetação junto das demais condições morfológicas tende a equilibrar o balanço eco dinâmico entre pedogênese – morfogênese.

Entretanto, por se tratar de um ambiente de transição onde a ação dos processos modificadores do relevo ocorre permanentemente, qualquer alteração no sentido da supressão da vegetação poderá alterar este estado intermediário de equilíbrio dinâmico, passando a elevar os níveis de alta fragilidade emergente.

FIGURA 38 – MAPA DA FRAGILIDADE EMERGENTE NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL) – Cenário 3.

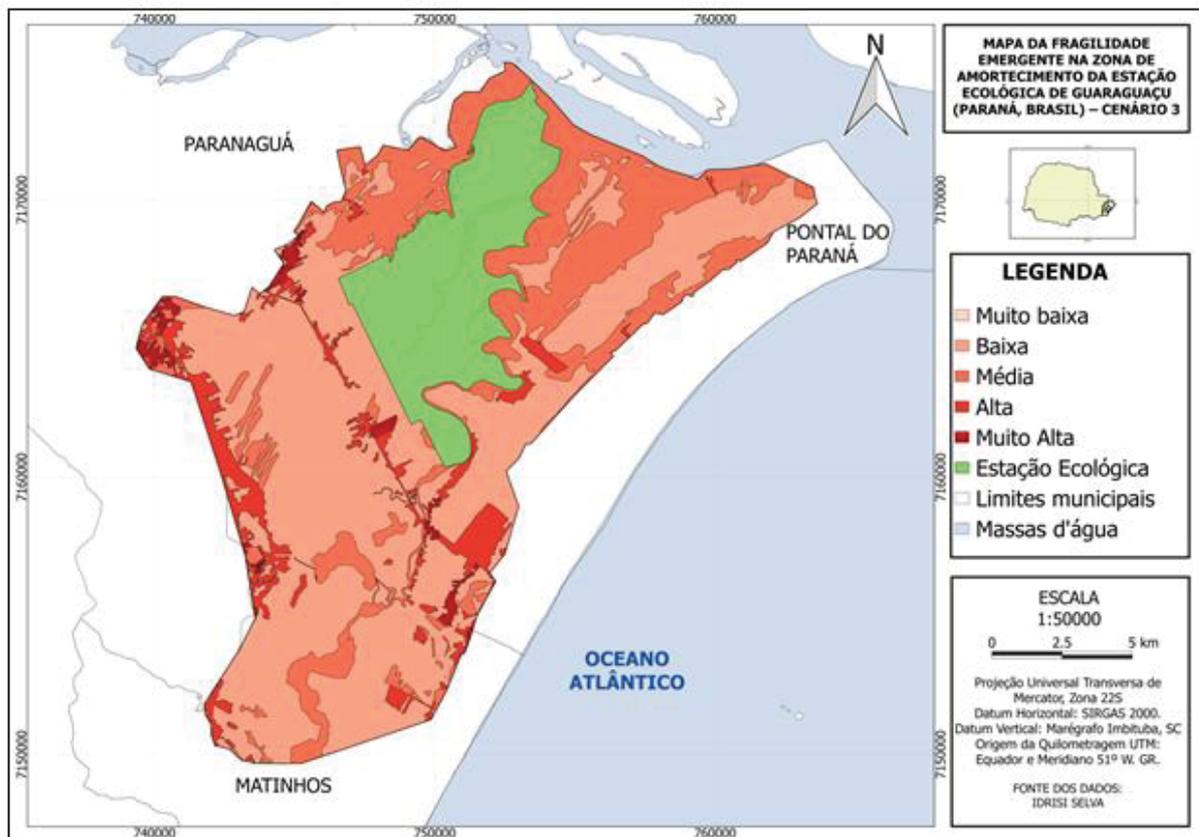


TABELA 10 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE FRAGILIDADE EMERGENTE – Cenário 3.

CLASSES DE FRAGILIDADE	ÁREA (HA)	(%)
Muito baixa	1,06	0,00
Baixa	14277,80	62,60
Média	6411,02	28,12
Alta	1779,15	7,80
Muito alta	338,23	1,48
Total	22807,26	100

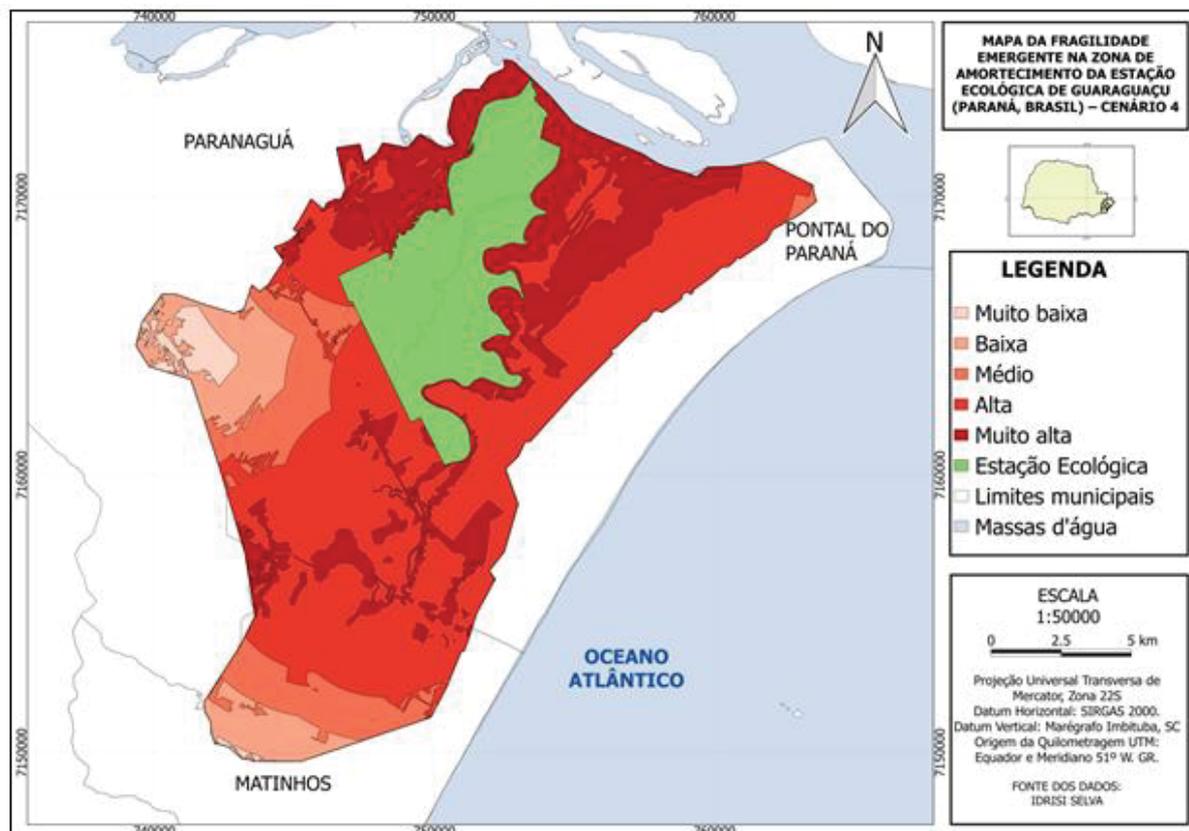
FONTE: IDRISI SELVA  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019)

As classes alta e muito alta representaram os locais de maior pressão antrópica, juntas ocupam 9,28% da área. A primeira classe ocorreu em locais que variaram de baixa a média fragilidade potencial (FIGURA 36), evidenciando a influência exercida principalmente pela classe de uso da terra que envolve práticas agrícolas, pastoris e de solo exposto.

Embora neste cenário a classe de muito alta fragilidade emergente tenha apresentado baixa representatividade (1,48%), englobou principalmente áreas com características urbanas, com fins de mineração e ocupadas pela existência de um aterro sanitário.

Em relação ao cenário 4 da fragilidade emergente, que como anteriormente incluiu a variável distância dos rios, as áreas localizadas nas proximidades dos cursos d'água foram novamente abrangidas pela classe de muito alta fragilidade, ocupando 25,04% da zona de amortecimento (FIGURA 39). Observou-se que esta classe (muito alta) apresentou menor percentagem ao ser comparada com o cenário 2 da fragilidade potencial (FIGURA 37), se alterando de 58,76% para 25,04% de abrangência. Isto se deve à valorização dos critérios distância dos rios e cobertura vegetal e uso da terra em detrimento das demais variáveis avaliadas. Em outras palavras, em áreas próximas dos corpos d'água que possuíam usos considerados de elevada fragilidade foram atribuídos os maiores valores de fragilidade ambiental.

FIGURA 39 – FRAGILIDADE EMERGENTE NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL) – Cenário 4.



Neste cenário, a classe de alta fragilidade emergente foi a mais representativa (52,48%) sendo encontradas áreas abrangidas por pelas formações florestais da Floresta Ombrófila Densa (Aluvial, de Terras baixas e Submontana) e silvicultura. À medida que a distância dos corpos hídricos aumenta surgem as classes média, baixa e muito baixa fragilidade emergente que representaram respectivamente 11,66%, 8,57% e 2,25% (TABELA 12).

TABELA 11 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE FRAGILIDADE EMERGENTE NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (PARANÁ, BRASIL) – Cenário 4.

CLASSES DE FRAGILIDADE	ÁREA (HA)	(%)
Muito baixa	511,88	2,25
Baixa	1955,10	8,57

(continua)

TABELA 11 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE FRAGILIDADE EMERGENTE NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (PARANÁ, BRASIL) – Cenário 4.

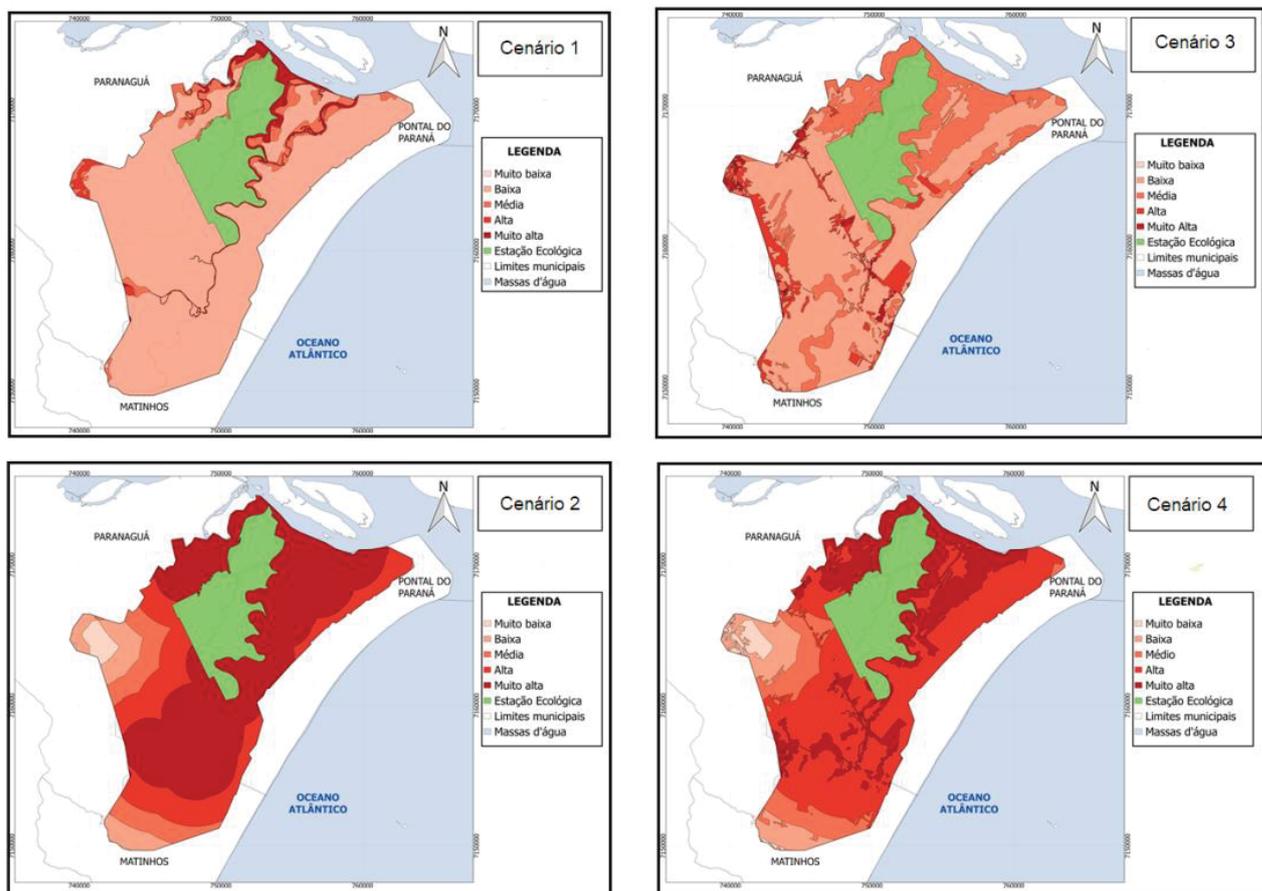
(conclusão)

CLASSES DE FRAGILIDADE	ÁREA (HA)	(%)
Média	2659,92	11,66
Alta	11970,17	52,48
Muito alta	5710,19	25,04

FONTE: IDRISI SELVA  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

A figura 40 apresenta os mapas-síntese da fragilidade ambiental (potencial e emergente) da zona de amortecimento da EEG, enquanto a figura 41 dispõe das respectivas tabelas com a extensão em hectares e percentuais dos graus de fragilidade resultantes.

FIGURA 40 – CENÁRIOS 1, 2, 3 E 4 DE FRAGILIDADE AMBIENTAL (POTENCIAL E EMERGENTE) NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).



FONTE: IDRISI SELVA.  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

FIGURA 41 – TABELAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS GRAUS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).

Tabela - Fragilidade potencial cenário 1		
CLASSES DE FRAGILIDADE	Area (ha)	%
Muito baixa	0,79	0,00
Baixa	19726,17	86,49
Média	1681,12	7,37
Alta	214,84	0,94
Muito alta	1184,34	5,20
Total	22.807,26	100

Tabela - Fragilidade potencial cenário 2		
CLASSES DE FRAGILIDADE	Area (ha)	%
Muito baixa	455,15	2,00
Baixa	1645,94	7,21
Média	2119,20	9,30
Alta	5184,33	22,73
Muito alta	13402,64	58,76
Total	22807,26	100

Tabela - Fragilidade emergente cenário 3		
CLASSES DE FRAGILIDADE	Area (ha)	%
Muito baixa	1,06	0,00
Baixa	14277,80	62,60
Média	6411,02	28,12
Alta	1779,15	7,80
Muito alta	338,23	1,48
Total	22807,26	100

Tabela - Fragilidade emergente cenário 4		
CLASSES DE FRAGILIDADE	Area (ha)	%
Muito baixa	511,88	2,25
Baixa	1955,10	8,57
Média	2659,92	11,66
Alta	11970,17	52,48
Muito alta	5710,19	25,04
Total	22807,26	100

FONTE: IDRISI SELVA.  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019)

### 5.1.3 Discussão

No que diz respeito os cenários 1 e 3 que, com base nas variáveis de geologia, geomorfologia, solos, cobertura vegetal e uso da terra, representaram o quadro de equilíbrio dinâmico natural (potencial) e alterado pelas atividades antrópicas (emergente) da zona de amortecimento, a classe de muito baixa fragilidade não foi compreendida ao passo que a classe de baixa fragilidade predominou em ambos os cenários devido o aspecto plano predominante do relevo

e a proteção proporcionada pelas formações florestais do Domínio Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa).

A classe de média fragilidade apresentou um acréscimo em seus valores percentuais, no cenário 1 abrangeu 7,37% da zona de amortecimento à medida que no cenário 3 se apresentou em 28% da área total (FIGURA 40). Este resultado se deve aos seguintes fatores:

- a) Vegetação de Formações Pioneiras susceptíveis a interferências de usos antrópicos;
- b) localidades que mesmo apresentando uma cobertura vegetal densa apresentavam características morfológicas (compartimento Rampas de Pré-Serra/Serras Isoladas) que contribuíam com processos modificadores do relevo;
- c) áreas utilizadas para reflorestamento, prática que altera a dinâmica do ecossistema impedindo o crescimento de vegetação.

A categoria de alta fragilidade também seguiu com acréscimo substancial em seus valores percentuais, de 0,94% no cenário 1 para 7,80% no cenário 3. Esta classe incluiu as áreas que apresentaram baixa proteção do solo frente à ausência ou incipiente cobertura vegetal natural. Com baixa representatividade nos referidos cenários, a classe de muita alta fragilidade estava associada no cenário 1 ao Compartimento da Serra do Mar Paranaense e corpos d'água (FIGURA 9) e no cenário 2, como mostra a figura 42, relacionou-se com a ocorrência de usos da terra de significativo impacto ambiental com base na teoria da ecodinâmica (TRICART, 1977).

FIGURA 42 – ÁREAS DE MUITO ALTA FRAGILIDADE EMERGENTE NA ZONA DE AMORTECIMENTO DE ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (ESTADO DO PARANÁ, BRASIL).

*Uso urbano: Colônia Pereira (Paranaguá)*



*Uso urbano: Porto Seguro (Paranaguá)*



*Uso mineração: Km 10 PR 407 (Paranaguá)*



*Uso aterro: (Pontal do Paraná)*



FONTE: A autora (2019).

O perímetro da zona de amortecimento da EEG abrange áreas de três municípios que apresentam particularidades socioeconômicas devido às dinâmicas histórico-espaciais de ocupação de seus territórios (BIGARELLA, 1991; GODOY, 1998; GOVERNO DO PARANÁ, 2006; PONTAL DO PARANÁ, 2017). Ao verificar o que dispõe as diretrizes de ordenação territorial em relação à zona de amortecimento, observou-se que estas desconsideraram a existência da zona de

amortecimento da EEG, bem como a principal disposição sobre zona de amortecimento na Lei 9.985/2000<sup>9</sup>.

Relativo à Pontal do Paraná, conforme o Decreto nº 5.980/2017 que definiu o zoneamento, uso e ocupação do município, cinco zonas foram previstas no perímetro da zona de amortecimento da EEG: zona especial de turismo, zona industrial e de serviços, zona especial do aterro sanitário, zona residencial e zona especial portuária. No Plano Diretor de Paranaguá (FUNPAR, 2007) a orientação para expansão da malha urbana é direcionada para as margens da PR-407, conseqüentemente, foram definidos setores de consolidação e expansão urbana dentro da zona de amortecimento. Na mesma perspectiva, no que tange o município de Matinhos, o perímetro urbano também se encontra dentro da zona de amortecimento da EEG (GOVERNO DO PARANA, 2006).

A ausência de diálogo entre os órgãos de gestão municipal e UC gera sobreposições das normativas de ordenamento territorial sob diretrizes ambientais, induzindo transformações no entorno da EEG e contribuindo para a celeridade de alterações na paisagem. Os planos diretores devem considerar as potencialidades do ambiente físico, sem ameaçar a integridade dos ecossistemas, e estarem em consonância com os planos de manejo das UC e princípios do desenvolvimento sustentável. À mesma maneira, a delimitação de uma zona de amortecimento pelo órgão ambiental deve observar as políticas de ordenamento urbano dos municípios onde se situam as UC de modo a evitar problemáticas oriundas de práticas e usos da terra incompatíveis com os objetivos de criação da UC dentro da referida zona.

Na contramão do que é previsto pelos planos diretores na região da zona de amortecimento da EEG, o Zoneamento Ecológico Econômico do Litoral propõe a criação de duas UC, uma de proteção integral localizada próxima à foz do rio Guaraguaçu e outra, UC de uso sustentável, que abrangeria a EEG e o Parque Estadual do Palmito. Assim, a criação de um mosaico de UC próximas e justapostas

---

<sup>9</sup> “A área de uma unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral é considerada zona rural, para os efeitos legais. Parágrafo único. A zona de amortecimento das unidades de conservação de que trata este artigo, uma vez definida formalmente, não pode ser transformada em zona urbana” (BRASIL, MMA, 2000, Art. 49).

proporcionaria, segundo o documento, mais proteção para a biodiversidade da região (ITCG, 2016).

Os cenários 2 e 4 indicaram a ecodinâmica da zona de amortecimento sob a perspectiva das APP. Nestes cenários os graus de fragilidade ambiental alta e muito alta foram mais representativos, divergindo dos resultados apresentados pelos cenários 1 e 3 descritos anteriormente (FIGURA 40). No cenário 2, conforme a valorização do variável distância dos rios agregada aos critérios de geologia, geomorfologia e tipos de solos, o processamento dos dados gerou um *buffer* ao redor dos corpos hídricos e atribuiu às áreas inseridas neste, elevado grau de fragilidade ambiental potencial. À medida que a distância dos rios aumentou os níveis de fragilidade diminuíram, ao passo de ser atribuída às localidades mais distantes, muito baixa fragilidade potencial (2 % da zona de amortecimento).

No cenário 4, o processamento ocorreu da mesma maneira, apresentando distinção apenas nos resultados em relação aos graus de fragilidade alta e muito alta (FIGURA 41). Com a inclusão do critério cobertura vegetal e uso da terra, o *buffer* se fragmentou de modo que o grau de fragilidade emergente muito alta limitou-se às áreas abrangidas pelas Formações Pioneiras e pelas atividades de influência antrópica localizadas muito próxima dos corpos d'água (25% da zona de amortecimento). Devido a isso, áreas definidas como de muito alta fragilidade pelo cenário 2, passaram a pertencer à classe de alta fragilidade emergente, elevando seus valores percentuais (52,48%).

A ocupação antrópica sob APP é uma realidade na zona de amortecimento da EEG já verificada por Luciano et al (2013) na margem direita do rio Guaraguaçu. Neste sentido, as áreas situadas nas margens do rio Guaraguaçu, bem como àquelas onde há vegetação de Formações Pioneiras sob influência do crescimento urbano do município de Paranaguá, ao norte da zona de amortecimento, foram representadas pela categoria de muito alta fragilidade ambiental nos cenários 2 e 4 (FIGURA 12).

Nestas localidades encontra-se o ecossistema de Manguezal, conhecido pela sua relevância enquanto substrato alimentar e de reprodução para inúmeras espécies animais (ICMbio, 2018). Logo, mediante o alto nível de fragilidade ambiental identificado e visando assegurar a preservação deste ecossistema e

biodiversidade a este associada, o órgão ambiental gestor da UC junto às secretarias municipais de meio ambiente devem gerenciar ações de monitoramento dessas áreas e acionar os dispositivos legais que visam sua preservação integral<sup>10</sup>.

No que tange método de AMC, os resultados alcançados foram satisfatórios em relação aos objetivos de sua aplicação, o qual foi facilmente ajustado para desenvolvimento desse trabalho. Na etapa de padronização dos critérios, a lógica *Fuzzy* permitiu adequá-los com base nos fundamentos teóricos e ao final os mesmos se encontravam coerentes com os pesos de ponderação estabelecidos pelo Processo analítico hierárquico.

A etapa do Processo Analítico Hierárquico contribuiu no processo uma vez que reconhece que o meio ambiente é composto por vários fatores e que estes influenciam de maneira distinta na fragilidade ambiental. Foi possível realizar inúmeros testes a fim de adequar a matriz de comparação pareada e se obter uma razão de consistência adequada. Por fim, a agregação das variáveis foi realizada por meio da Combinação Linear Ponderada que possui como exigência apenas que os critérios se encontrem devidamente padronizados e ponderados, gerando a variação contínua dos níveis de fragilidade, pixel a pixel.

Testes foram realizados no sentido da padronização dos critérios pela lógica Booleana, descrita no item 2.3.1, no entanto, a leitura binária dos operadores classificou a área da zona de amortecimento em muito alta fragilidade em sua totalidade, pois esta lógica não permite valores intermediários entre o intervalo de [0,255]. Por esta razão não foi descrita por não atender aos objetivos almejados pela pesquisa.

---

<sup>10</sup> Citam-se: Constituição Federal (BRASIL, 1988, Artº 225); o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (BRASIL, 1988); Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998); Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, MMA, 2000, Art. 45); Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2006); Novo código florestal (BRASIL, 2012).

## 5.2 TABULAÇÃO CRUZADA

Os resultados obtidos através do cruzamento do cenário 1 da fragilidade potencial (FIGURA 36) com as classes de cobertura vegetal e uso da terra (FIGURA 12) demonstraram que a zona de amortecimento da EEG é composta em maior parte por áreas que não apresentam conflitos, sobretudo, devido à cobertura vegetal natural representada pelas fitofisionomias do Bioma Mata Atlântica (FIGURA 43).

Observou-se que usos da terra considerados impactantes se encontram em ambientes caracterizados como de baixa fragilidade potencial, abrangendo 9,18% da área de estudo (TABELA 13). Por outro lado, destaca-se a ocorrência de usos agrícolas, de pastagem, silvicultura e de solo exposto em áreas identificadas como de média a muito alta fragilidade potencial. Nestas, os níveis de fragilidade se devem principalmente às características geomorfológicas e de tipos de solos que envolvem os compartimentos de Serra do Mar e de Rampas de Pré-serra. Posto isso, o entendimento das interferências antrópicas sob as condições naturais nesta classe de conflitos se faz imprescindível para mitigação de impactos ambientais.

FIGURA 43 – CONFLITOS ENTRE A COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA E A FRAGILIDADE POTENCIAL (CENÁRIO 1) NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (PARANÁ, BRASIL).

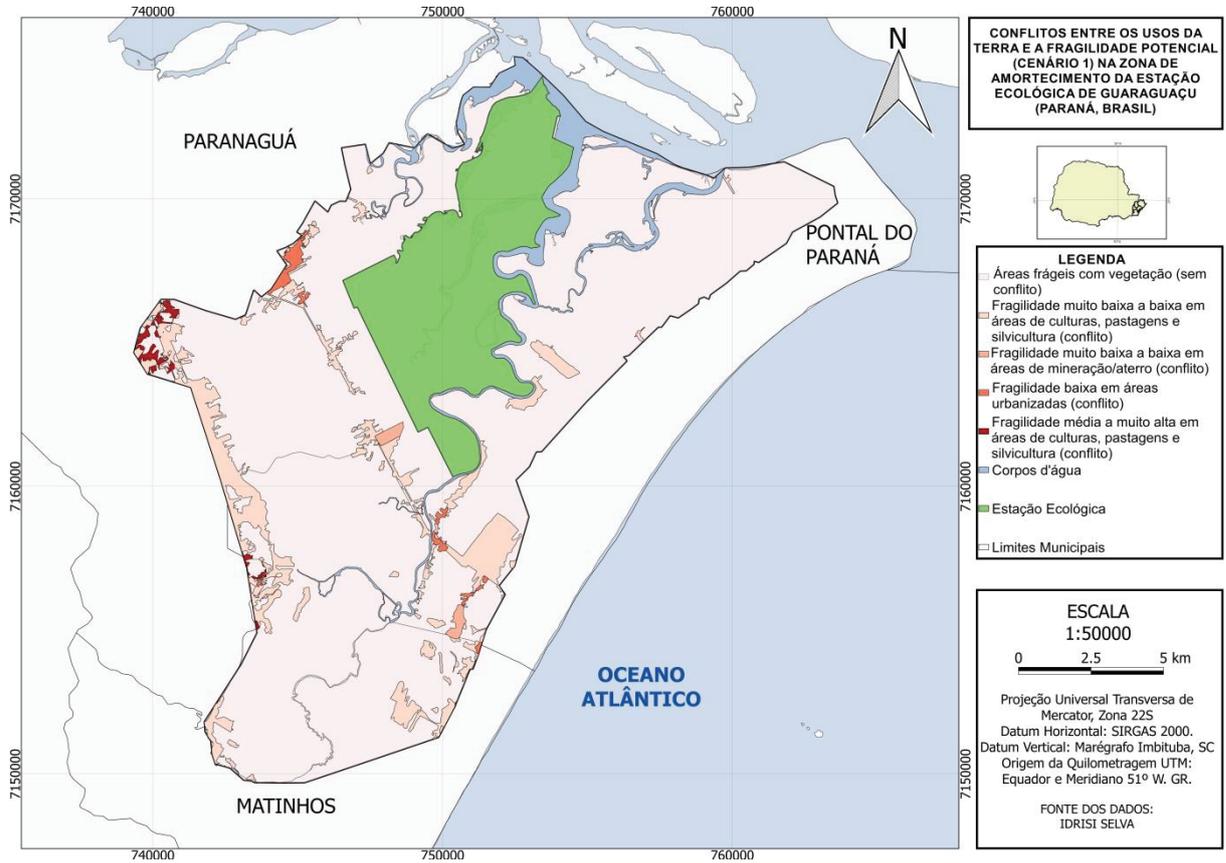


TABELA 12 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE CONFLITOS ENTRE A COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA E A FRAGILIDADE POTENCIAL (CENÁRIO 1).

CLASSES DE CONFLITOS	ÁREA (HA)	(%)
Áreas frágeis com vegetação (sem conflito);	19440,21	85,23
Fragilidade muito baixa a baixa em áreas de culturas, pastagens e silvicultura (conflito);	1882,70	8,25
Fragilidade muito baixa a baixa em áreas de mineração/aterro (conflito);	79,80	0,35
Fragilidade baixa em áreas urbanizadas (conflito);	129,65	0,58
Fragilidade média a muito alta em áreas de culturas, pastagens e silvicultura (conflito);	100,70	0,44
Corpos d'água;	1174,20	5,15
Total	22807,26	100

FORNTE: IDRISI SELVA.  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

Os resultados em torno do cruzamento do cenário 2 da fragilidade potencial (FIGURA 37) e a cobertura vegetal e usos da terra na zona de amortecimento da EEG (FIGURA 12) demonstraram o predomínio de áreas sem a ocorrência de conflitos (FIGURA 44). Contudo, ao ser considerado o critério das APP, foram observadas incompatibilidades em relação à ocorrência de usos da terra impactantes sob áreas consideradas de alta a muito alta fragilidade potencial, representando 7% da zona de amortecimento (TABELA 14). Encontram-se nestas áreas de alta fragilidade usos agrícolas, de silviculturas, áreas urbanizadas e em processo de urbanização, áreas de mineração (extração de areia) e inclui-se ainda o funcionamento de um aterro sanitário.

FIGURA 44 – CONFLITOS ENTRE A COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA E A FRAGILIDADE POTENCIAL (CENÁRIO 2) NA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE GUARAGUAÇU (PARANÁ, BRASIL).

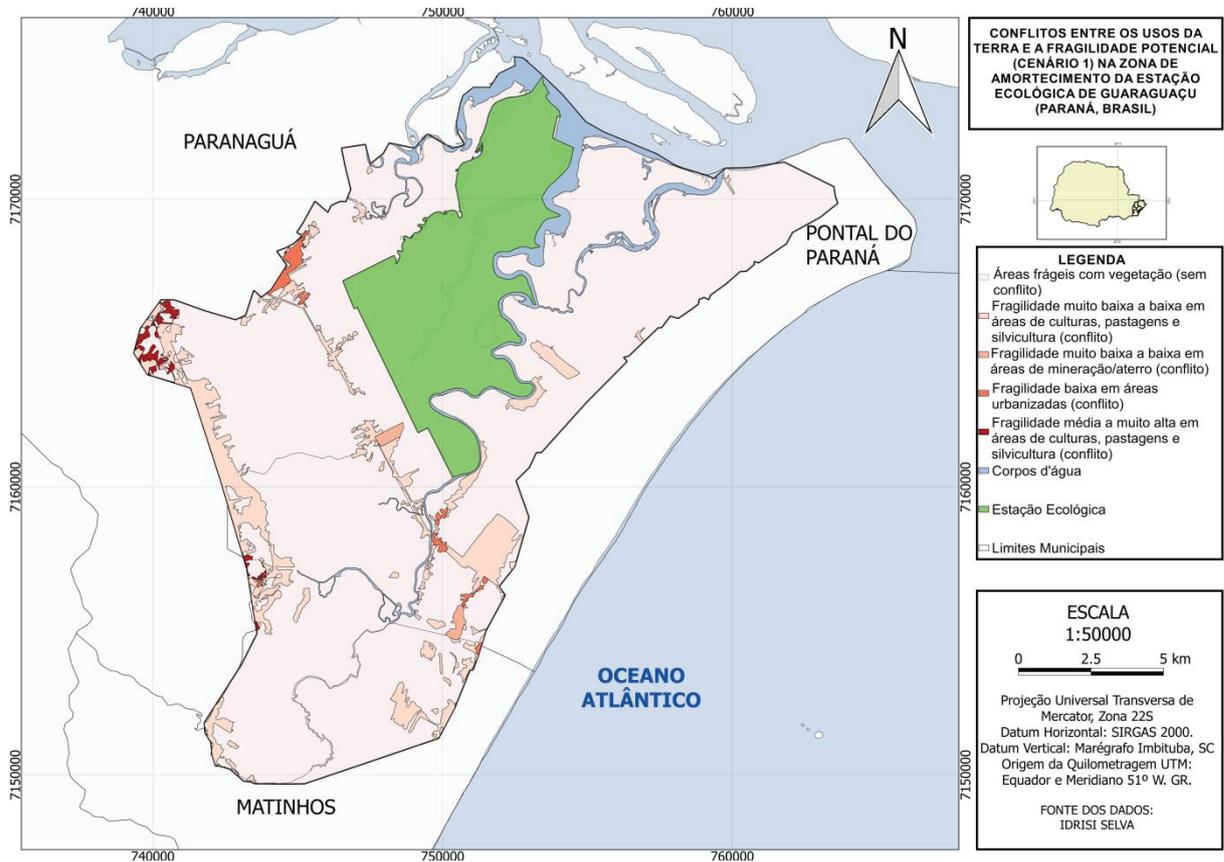


TABELA 13 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE CONFLITOS ENTRE A COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA E A FRAGILIDADE POTENCIAL (CENÁRIO 2).

(continua)

CLASSES DE CONFLITOS	ÁREA (HA)	(%)
Áreas frágeis com vegetação (sem conflito);	19440,21	85,23
Fragilidade muito baixa a baixa em áreas de culturas, pastagens e silvicultura (conflito);	453,70	2,00
Fragilidade média em áreas de culturas, pastagens e silvicultura (conflito);	152,44	0,66

TABELA 13 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE CONFLITOS ENTRE A COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA E A FRAGILIDADE POTENCIAL (CENÁRIO 2).

(conclusão)

CLASSES DE CONFLITOS	ÁREA (HA)	(%)
Fragilidade média a muito alta em áreas urbanizadas (conflito);	129,65	0,58
Fragilidade alta a muito alta em áreas de mineração/aterro (conflito);	79,78	0,35
Fragilidade alta a muito alta em áreas de culturas, pastagens e silvicultura (conflito);	1377,25	6,03
Corpos d'água;	1174,20	5,15
Total	22807,26	100

FONTE: IDRISI SELVA.  
ORGANIZAÇÃO: A autora (2019).

### 5.2.1 Discussão

As áreas mais representativas dentro da zona de amortecimento da EEG corresponderam àquelas onde não há conflitos de sobreposição entre os graus de fragilidade ambiental potencial e os usos da terra existentes. A manutenção da cobertura vegetal na região influenciou diretamente nestes resultados, além de tornar-se uma variável determinante para a proteção do solo mediante processos erosivos.

Nos resultados, notou-se a ocorrência de usos da terra considerados impactantes em áreas de média fragilidade potencial. Neste sentido, os conflitos são eminentes uma vez que a apropriação dos recursos naturais por estes usos alterará a dinâmica de funcionamento do ecossistema. As áreas de fragilidade potencial média, representam os ambientes susceptíveis a alterações em seu estado de equilíbrio dinâmico, por isto a cobertura vegetal deve ser mantida e incentivada devido a sua importância no balanço pedogênese-morfogênese (TRICART, 1977).

No que diz respeito os conflitos relacionados às APP, usos da terra que representam os locais de maior pressão antrópica dentro da zona de amortecimento se encontram em áreas identificadas como de alta a muito alta fragilidade potencial. Dentre os usos, verificou-se que a ocupação em APP é um dos usos conflitantes existentes na zona de amortecimento da EEG.

De acordo com SEMA et al (2006), os impactos derivados da urbanização e ocupações irregulares sem planejamento e implantação de infraestrutura sanitária em APP na zona de amortecimento da EEG incidem na baixa qualidade dos corpos hídricos através da poluição por despejo e abandono de lixo doméstico e lançamento de efluentes diretamente sobre corpos d'água, sem tratamento.

### 5.3 ENTREVISTA

A entrevista foi realizada no dia 7 de março de 2018, na sede do Parque Estadual do Palmito, em Paranaguá, que é gerida pela mesma equipe técnica da EEG. O senhor Aneuri Moreira Lima é funcionário do IAP e trabalha na área de conservação ambiental desde 1989, iniciou suas atividades a frente da EEG no ano de 2008. Além destas áreas protegidas, o gestor também administra o Parque Estadual Rio da Onça, situado no município de Matinhos.

Ao ser questionado sobre a função da zona de amortecimento, o entrevistado afirmou que ela oferece suporte a curto, médio e longo prazo em relação à participação da equipe nos processos de licenciamento de atividades poluidoras. Afirmou acreditar que esta é a finalidade pelo qual são criadas zonas de amortecimento.

Conforme informações obtidas sobre o Programa de Integração Externa, previsto no plano de manejo, que objetiva promover o comprometimento dos moradores do entorno da UC com a conservação da biodiversidade, o mesmo ainda não foi implementado e não foram feitas ações no sentido de concretizá-lo até a data de realização da pesquisa. Segundo o gestor, a expectativa para se estabelecer

parcerias e promover a integração com os moradores está na criação de um conselho consultivo para gestão da EEG.

Quando perguntado sobre a delimitação do perímetro da zona de amortecimento, não pôde esclarecer sobre os critérios e estudos de embasamento visto que iniciou suas atividades posteriormente a elaboração do atual plano de manejo. Ao tratar da importância da EEG na conservação da natureza no litoral do Paraná, ressaltou a ampla proteção oferecida aos ecossistemas existentes, citando as formações florestais da Floresta Ombrófila Densa, Restinga (Formação Pioneira de Influência Marinha) e Manguezais (Formação Pioneira de Influência Fluvio-Marinha). Em sua opinião, estas são razões que justificam a criação das UC que administra.

O acesso às áreas internas pelos infratores ocorre através da rodovia (PR-407) ou por meio de desembarque pelo rio Guaraguaçu. Portanto, para as atividades de fiscalização e apreensão, a gestão conta com o suporte oferecido pelo IAP e apoio da Polícia Florestal do município de Paranaguá. Por fim, sobre as perspectivas futuras na gestão de UC, o gestor acredita nas mudanças possíveis de ser alcançadas pela educação ambiental, que as instituições de ensino possam usufruir da biodiversidade encontrada nas UC a fim de sensibilizar as gerações futuras sobre a importância de se proteger o meio ambiente como observado na fala abaixo:

“Hoje a educação começa muito cedo, trabalha aqui com crianças do pré e eu acho que aí você vai evoluir, vai criar mecanismos já desde pequeno de proteção, entender a participação de cada um dentro desse projeto. E eu não tenho dúvida que o futuro vai ser bem mais verde do que é hoje”<sup>11</sup>.

### 5.3.1 Discussão

---

<sup>11</sup> LIMA, A.M. Entrevista concedida pelo gestor da Estação Ecológica de Guaraguaçu. Paranaguá, 7 mar. 2018.

Com base nas informações levantadas, a zona de amortecimento da EEG tem atuado como um mecanismo que assegura juridicamente, conforme Art 36º da Lei 9.985/2000 e resolução do CONAMA nº 428/2010<sup>12</sup>, a inclusão do parecer dos gestores nos processos de licenciamento uma vez que atividades que possam estar inseridas ou afetar UC e zona de amortecimento devem ser licenciadas mediante autorização do órgão que administra essas áreas.

Atualmente, esta é a principal contribuição da zona de amortecimento da EEG, ou seja, de proporcionar a integração dos gestores nas etapas preliminares à instalação de atividades impactantes. Além disso, no caso da concessão de licenças, a zona oferece respaldo para assegurar a obtenção de medidas compensatórias frente aos impactos gerados.

No que diz respeito ao referido Programa de Integração Externa, acredita-se que a principal razão pelo qual não foi executado deve-se à falta de infraestrutura, fator apontado como uma das maiores dificuldades na administração da UC. Entende-se como infraestrutura os recursos físicos e materiais disponíveis para exercício de atividades administrativas, limpeza, fiscalização e monitoramento.

Devido a esta realidade, os esforços da equipe acabam se concentrando nas áreas situadas dentro das UC, pois estas áreas estão sujeitas às práticas de vandalismo, extração ilegal de espécies, principalmente o palmito-juçara (*Euterpe edulis*) e caça de animais silvestres. A título de exemplificação dos conflitos existentes, foi relatada pelo gestor uma apreensão de “1.000 pé de palmito, isso um trabalho de três dias, quatro dias”.

---

<sup>12</sup> Normativa prorrogada por mais cinco anos em virtude da Resolução n. 473, de 11 de dezembro de 2015.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A zona de amortecimento da EEG apresentou em maior parte, em relação aos cenários 1 da fragilidade potencial e 3 da fragilidade emergente, áreas *estáveis* ou de *baixa* fragilidade ambiental a partir dos conceitos ecodinâmicos utilizados neste trabalho. No cenário 1, representando as potencialidades do meio em seu estado natural, a classe de *baixa* fragilidade destacou-se devido às características morfológicas que favorecem a pedogênese através da deposição de sedimentos.

A relação das variáveis da fragilidade potencial com o critério de cobertura vegetal e uso da terra resultou nas classes de fragilidade emergente do cenário 3. Nesta conjuntura, a classe de *baixa* fragilidade emergente foi predominante novamente, pois atrelado às características físicas da paisagem, a presença da cobertura vegetal atenua possíveis efeitos da morfogênese, mantendo o equilíbrio dinâmico do ecossistema.

Ainda se tratando dos cenários 1 e 3, chamou a atenção o aumento em percentuais da classe de *média* fragilidade ambiental. A interferência mútua de morfogênese e pedogênese sobre o mesmo espaço é a característica principal das classes de fragilidade intermediária. Quaisquer alterações no sentido de supressão da vegetação poderão incidir num aumento da fragilidade emergente na zona de amortecimento da EEG.

Por outro lado, a partir da perspectiva das APP, os cenários 2 da fragilidade potencial e 4 da fragilidade emergente expuseram os altos níveis de fragilidade contidos nas áreas que circundam os principais cursos d'água. Nestas categorias, os usos da terra coincidiram em ambos os cenários e correspondem às áreas destinadas à agricultura, pastagem e reflorestamento, seguidas pelas áreas urbanas, de exploração mineral e destinadas ao funcionamento de um aterro sanitário.

Apesar de 85% da zona de amortecimento ser abrangida por cobertura vegetal densa, verificou-se que as alterações antrópicas existentes se concentram principalmente ao longo das rodovias que limitam e interceptam seu perímetro, PR 508 (Alexandra-Matinhos) e PR 407 (Estrada das Praias). Além disso, sua localização, próxima de centros urbanos, favorece um cenário de constante pressão

antrópica onde foram identificados em até 3 km da EEG tipos de uso da terra que influenciaram diretamente nos graus de fragilidade do ambiente.

Vale lembrar que, de acordo com o disposto no art. 49 da Lei n. 9.985/2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, a zona de amortecimento uma vez definida não pode ter suas áreas convertidas em zona urbana. Não obstante, foram verificados dentro da área de estudo desde comunidades a bairros regularizados (Porto Seguro e Jardim Paraná) dentro da zona de amortecimento da EEG.

Assim, a identificação das classes de fragilidade (potencial e emergente) buscou contribuir com o planejamento ambiental e aplicação de novas abordagens e metodologias na gestão da EEG e de outras UC brasileiras. Mediante os resultados, sugerem-se ações de monitoramento e controle das áreas que variaram, nos quatro cenários gerados, entre as categorias de alta a muito alta fragilidade (potencial e emergente) visando conciliar os usos existentes de acordo com os objetivos da EEG e impedir que os mesmos avancem em direção aos limites da unidade.

Para as áreas de alta fragilidade emergente, recomenda-se um diagnóstico aprofundado sobre as diversas práticas agrícolas existentes relacionando-as às características físico-naturais aqui apresentadas (geologia, geomorfológica, hidrografia, solos) objetivando identificar os impactos reais e potenciais destas atividades na biodiversidade.

A classe de muito alta fragilidade emergente é caracterizada por práticas que contribuem para a ocorrência de processos erosivos na zona de amortecimento da EEG. Assim, os resultados permitem afirmar que a zona de amortecimento da EEG sofre interferências das políticas de ordenamento territorial dos municípios limítrofes, a exemplo do plano diretor de Paranaguá que orienta a expansão da malha urbana, através da PR 407 em direção às praias do estado, e conseqüentemente às áreas de entorno da EEG (FIGURA 15).

As APP precisam ser rigorosamente monitoradas devendo ser encorajadas as iniciativas que visem à manutenção da cobertura vegetal e recuperação de áreas degradadas. O desenvolvimento de estudos que avaliem a integridade das APP e a identificação de fontes de impactos se faz imprescindível no momento de revisão do plano de manejo. Considera-se uma iniciativa de suma importância, frente os

resultados obtidos, a ampliação da EEG em 2017 no sentido de preservar APP limítrofes à UC.

Buscando a gestão a longo prazo da EEG, se faz necessária uma gestão integrada entre o órgão administrador desta e a gestão pública dos três municípios que se encontram na zona de amortecimento, buscando ir além da esfera política, a fim de tratar dos conflitos de uso em torno da sobreposição dos planos diretores sob as áreas da zona de amortecimento.

Uma vez que o plano de manejo não trata da zona de amortecimento sob o viés da fragilidade ambiental, acredita-se que a presente pesquisa contribui para a reestruturação do Programa de Integração Externa, de modo a alcançar o objetivo de “controlar, fiscalizar e monitorar a Zona de Amortecimento da EEG, propondo soluções aos impactos identificados” (SEMA et al. 2006, p. IV 39). Neste sentido, se reforça a necessidade de revisão do plano de manejo de maneira que medidas direcionadas para as áreas de maior fragilidade proporcionem uma gestão mais efetiva da área de entorno e contribuam para a preservação e conservação da região.

Conclui-se que somente a criação de uma UC não garante que a mesma atinja os objetivos de conservação a ela incumbidos, devendo ser providos os mecanismos necessários para sua gestão, sobretudo no que se refere às zonas de amortecimento. Neste sentido, o planejamento das áreas de entorno perpassa pela compreensão da importância de serem criadas e geridas no sentido de compatibilizar as atividades antrópicas com a preservação da biodiversidade e manutenção dos recursos naturais.

Sobre a zona de amortecimento da EEG, não têm obtido êxito no sentido de minimizar os impactos sobre a EEG, visto que o Plano de Integração Externa não foi implementado. Portanto, a análise da fragilidade ambiental como um estudo que integra as características físicas, biológicas e socioeconômicas das áreas de entorno de UC pode contribuir no planejamento de zonas de amortecimento preliminarmente à sua criação ou posteriormente nas fases de revisão de planos de manejo.

Portanto, recomendações específicas para o manejo das UC e zonas de amortecimento podem ser pensadas e discutidas de acordo com as premissas

preconizadas pelos gestores na tomada de decisão com o objetivo de auxiliar na proposição de um zoneamento adequado à realidade de cada UC.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, C.B.; JAAFAR, J.; ABDULLAH, J. Buffer zone characteristics for protected areas: a preliminary study of Krau Wildlife Reserve. **WIT Transactions on Ecology and The Environment**, v. 148, p. 27-36, 2011.
- ALEXANDRE, B.; CROUZEILLES, R.; GRELE, C.E.V. How Can We Estimate Buffer Zones of Protected Areas? A Proposal Using Biological Data. **Natureza & Conservação**, v. 8, n.2, p.165-170, dec. 2010.
- AMARAL, R. do.; ROSS, J.L.S. As unidades ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio/SP. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, n.26, p.59-78, 2009.
- AMEND, S.; AMEND, T. **National Parks without people? The South American experience**. 5 ed. Quito: IUCN, 1985.
- ÂNGULO, R.J. **Geologia da planície costeira do estado do Paraná**. 1992. 363 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
- BATISTA, J.C.; LUCIANO, M.E.; FOLHA, D.A.de O. Avaliação do efeito de borda na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá/PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 4, 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: IBEAS, 2013.
- BIGARELLA, J.J. **Matinho: Homem e Terra, reminiscências ...** 1.ed. Matinhos: Prefeitura Municipal de Matinhos; Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1991.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R.D.; MATOS, D.J.; WERNER, A. **A Serra do Mar e a Porção Oriental do Estado do Paraná**. Curitiba: SEPL, 1978.
- BITENCOURT, M.D.; PIVELLO, V.R. SIG e Sensoriamento Remoto Orbital Auxiliando o Zoneamento Ecológico. **Investigaciones Geográficas Boletín**, n. 36, p.35-43, 1998.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de lei nº 5.370, de 24 de maio de 2016. Autor: Toninho Pinheiro. **Câmara dos Deputados**, Brasília, DF, 24 maio. 2016.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 maio. 2012.

BRASIL. Instrução Normativa ICMBio nº 5, de 15 de maio de 2008. Dispõe sobre o procedimento administrativo para a realização de estudos técnicos e consulta pública para a criação de unidade de conservação federal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 maio. 2008.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2006.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 fev. 1998.

BRASIL. Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 jun. 1990.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição: República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei n. 7661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 maio. 1988.

BRASIL. Decreto nº 88.351, de 1 de Junho de 1983. Regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 jun. 1983.

BRASIL. Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 abr. 1981.

BRASIL. Decreto nº 84.017, de 21 de setembro de 1979. Aprova o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 set. 1979.

BRITEZ, R.M.DE.;PRESTES, M.; MACHADO, M. A. Mapeamento da vegetação do litoral do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 8, 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação Grupo Boticário,

2015.

BRITO, M.C.W. de. **Unidades de Conservação: intenções e resultados**. São Paulo: Annablume, 2000.

CASTANHO-FILHO, E.P.; SCHWENCK-JR, P.de M. Florestas e Zonas de Amortecimento das Unidades de Conservação. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v.8, n.17, p.17-24, jul. 2005.

CENSO DEMOGRÁFICO. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

CEREDA-JUNIOR, A. **Análise de fragilidade ambiental com métodos multicritério – crítica e proposta metodológica**. 2011. 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO (CAF). **Diagnóstico y situación actual de las áreas protegidas em América Latina y el Caribe (2007)**. Bariloche: CAF, 2007.

CORRÊA, F. A **Reserva da Biosfera da Mata Atlântica: Roteiro para o entendimento de seus Objetivos e seu Sistema de Gestão**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995.

COSTA, L.de S. **Desenvolvimento de uma metodologia para auxílio à decisão em zoneamento de unidades de conservação. Aplicação ao Parque Florestal do rio Vermelho**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

COSTA, N.M.C da. COSTA, V.C. da. SANTOS, J.P.C dos. Definição e caracterização de áreas de fragilidade ambiental, com base em análise multicritério, em zona de amortecimento de unidades de conservação. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12, 2009, Montevideo. **Anais...** Montevideo, Uruguai, 2009.

COSTA, N.M.C.; COSTA, V.C.; VALIM, C.B.; SOUZA, A.C.C.C.; SALES, A.C.G. (2007). Significado e importância da zona de amortecimento de unidades de conservação urbanas: o exemplo do entorno das áreas legalmente protegidas da cidade do Rio de Janeiro. **Geo UERJ**, v.1, n.17, 2007. p. 95-104.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.de.; AZEVEDO, L.G. de.; HERNANDEZ-FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico**. São José dos Campos: INPE, 1996.

DIEGUES, A.C. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: HUCITEC-NUPAUB, 2008.

DONHA, A.G.; SOUZA, L.C.de P.; SUGAMOSTO, M.L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. In: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.175-181, 2006.

EASTMAN, J.R. **IDRISI Andes: Guide to GIS and Image Processing**. Worcester: Clark University, 2006.

EASTMAN, J.R. **IDRISI for Windows: introdução e exercícios tutoriais**. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

EBREGT, A.; GREVE, P.de. **BUFFER ZONES and their MANAGEMENT: Policy and Best Practices for terrestrial ecosystems in developing countries**. Wageningen: International Agricultural Centre, 2000.

FERREIRA, A.R. **Geomorfologia, geodiversidade e análise da fragilidade ambiental das paisagens do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, MT-Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

FIORI, C.O; CANALI, N.E; KOSZIACK, S. Geomorfologia do Litoral Paranaense. In: Congresso Internacional de Geógrafos Latino-Americanos, 6., 1997, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, 1997.

FREITAS, I.F.de. **Unidades de Conservação no Brasil: O Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas e a viabilização da zona de amortecimento**. Dissertação (Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

FUNDAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (FUNPAR). **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Paranaguá. Volume1 – Análises Temáticas e Diagnóstico – Contexto Municipal**. 2007. Disponível em: <http://www.paranagua.pr.gov.br/conteudo/transparencia/plano-diretor> Acesso em: 4 maio. 2018.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Dados mais recentes. Disponível em: < <https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recents/> > Acesso em: 12 ago. 2019.

GALANTE, M.L.V.; BESERRA, M.M.L.; MENEZES, E.O. **Roteiro Metodológico de Planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica**. Brasília: IBAMA, 2002.

GILMOUR, D.A.; SAN, N.V. **Buffer zone management in Vietnam**. Hanoi: IUCN, 1999.

GODOY, A. M. G. **Um olhar sobre a cidade de Paranaguá: os impactos sócio-ambientais das mudanças portuárias**. 1998. 230 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

GODOY, G.A. **As zonas de amortecimento de Unidades de Conservação – estudo de caso do Parque Municipal da Serra de São Domingos – Poço de Caldas/MG**. 2016. 233f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Alfenas, Poço de Caldas, 2016.

GOVERNO DO PARANÁ. **Plano diretor participativo e de desenvolvimento Integrado de Matinhos, PR, Brasil/ Caderno 1 de 2**. Matinhos: Governo do Paraná; Prefeitura de Matinhos, 2006.

GUIMARÃES, A.S.; SILVA, F.F.da.; GHERARDI, D.F.M.; FONSECA, L. Delimitação de zonas de amortecimento em unidades de conservação: o caso da reserva extrativista Acaú/Goiana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p.4593-4598.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2<sup>o</sup> ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Roteiro Metodológico para elaboração do Plano de Manejo das Reservas Extrativistas e de Desenvolvimento Sustentável Federais**. Brasília: IBAMA/MMA, 2006.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Atlas dos manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, 2018.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ (ITCG). **Dados geoespaciais de referência/Divisão Político-Administrativa do Paraná 2017**. Disponível em: < <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=8#>> Acesso em: 2 jun. 2018.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ (ITCG). **Zoneamento ecológico-econômico do estado do Paraná - litoral**. 1<sup>o</sup> ed. Curitiba: Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG), 2016.

INSTITUTO PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (EMATER); EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA); INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). Pedologia. In: CUNICO, C (Org.). **Zoneamento ecológico-econômico do estado do Paraná – litoral**. Curitiba: ITCG, 2016.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). Geomorfologia. In: CUNICO, C (Org.). **Zoneamento ecológico-econômico do estado do Paraná – litoral**. Curitiba: ITCG, 2016.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Zoneamento do litoral paranaense**. Curitiba: Convênio SEPL/IPARDES, 1989.

*International Union for Conservation of Nature (IUCN)*. **Managing Protected Areas in the Tropics**. Gland, Switzerland: IUCN, 1986.

IWAMOTO, P.K.; RODRIGUES, M.G. Uma proposta de delimitação da zona de amortecimento do Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Nordestina de Ecoturismo**, v.4, n.2, p. 6-14, out. 2011.

JACINTHO, L.R. de C. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentar na gestão ambiental de Unidades de Conservação: o caso da Área de Proteção Ambiental (APA) do Capivari-Monos, São Paulo-SP**. 2003. 122f. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

LI, W.; WANG, Z.; TANG, H. Designing the buffer zone of a nature reserve: a case study in Yancheng Biosphere Reserve, China. **Biological Conservation**, n. 90, p. 159-165, 1999.

LIBAULT, A. **Os quatro níveis da pesquisa geográfica. Métodos em Questão**. São Paulo: IGEO/USP, 1971.

LUCIANO, M. H.; BATISTA, J.C.; FOLHA, D.A. de O. Avaliação da implementação e vulnerabilidade da Estação Ecológica de Guaraguaçu – Paranaguá/PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 4, 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: IBEAS, 2013.

LUSIGI, W.J. New approaches to Wildlife Conservation. In: \_\_\_\_\_. **Managing Protected Areas in Africa: Report from a Workshop on Protected Area Management in Africa, Mweka, Tanzania**. Paris: UNESCO, 1992. p. 29-39.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de desenvolvimento do Paraná; Universidade Federal do Paraná (UFPR), 1968.

MAGANHOTTO, R.F.; SANTOS, L. J. C.; OLIVEIRA-FILHO, P.C. de. Análise da fragilidade ambiental como suporte ao planejamento do ecoturismo em unidades de conservação: estudo de caso FLONA de Irati – PR. **Floresta**, Curitiba, v.41, n.2, p.231-242, abr/jun.2011.

MANZINI, E. J. Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PESQUISA E ESTUDOS QUALITATIVOS, 2, 2004, Bauru. **Anais...** Bauru: Universidade do Sagrado Coração (USC), 2004. p. 0–10.

MEDEIROS, R. Unidades de Conservação e a pesquisa científica: a contribuição da academia para o processo de ampliação e consolidação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação. In: MEDEIROS, R.; ARAÚJO, F.F.S. (Org.). **Dez anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lições do passado, realizações presentes e perspectivas para o futuro**. Brasília: MMA, 2011. p.133-148.

MIKICH, B.S. A importância da pesquisa para as Unidades de Conservação: o caso do Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo, Fênix-PR. In: CAMPOS, J.B.; TOSSULINO, M.de G.P.; MULLER, C.R.C. (Org.). **Unidades de Conservação: ações para a valorização da Biodiversidade**. Curitiba: IAP, 2006. p.286 – 301.

MINÉRIOS DO PARANÁ S/A (MINEROPAR). 3.1 Geologia. In: CUNICO, C (Org.). **Zoneamento ecológico-econômico do estado do Paraná – litoral**. Curitiba: ITCG, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em:< <https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>>. Acesso em: 15 ago 2019.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO PARANÁ (MPPR). **No Litoral do estado, MPPR ajuíza ação civil pública para regularizar destinação de resíduos sólidos em Pontal do Paraná e Matinhos**. Disponível em: < <http://www.mppr.mp.br/2018/08/20748,11/No-Litoral-do-estado-MPPR-ajuiza-acao-civil-publica-para-regularizar-destinacao-de-residuos-solidos-em-Pontal-do-Parana-e-Matinhos.html>>. Acesso em: 28 maio 2019.

MIRANDA, J.I. Avanços na análise espacial. In: \_\_\_\_\_. **Fundamentos de Sistemas de Informação Geográfica**. Brasília: EMBRAPA, 2010.

MOREIRA, F.; BARBOSA, C.; CÂMARA, G.; ALMEIDA-FILHO, R. Inferência geográfica e Suporte à decisão. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C. e MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2004. p. 9-1/9-49.

MOREIRA, V. de A. **Zonas de amortecimento em Unidades de Conservação: normas, estudos de caso e recomendações**. 2015. 91 f. Dissertação (Mestrado

Profissionalizante em Gestão de Áreas Protegidas na Amazônia) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Manaus, 2015.

MORSELLO, C. **Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo**. São Paulo: Annablume/Fapesp, 2001.

MOURA, A.C.M. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2007. p. 2899-2906.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento ambiental**. Belo Horizonte: MOURA, A.C.M, 2003.

NEPAL, S. K.; WEBER, K. E. A Buffer Zone for Biodiversity Conservation: Viability of the Concept in Nepal's Royal Chitwan National Park. **Environmnetal Conservation**, v. 21, Nr. 4. Winter. p. 333-341. 1994.

OLIVA, A. **Programa de manejo fronteiras para o Parque Estadual Xixová-Japuí-SP**. 2003. 257 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

OLIVEIRA, A.N.S. **A fragilidade ambiental como suporte na identificação de conflitos ambientais na APA da Marituba do Peixe, Alagoas**. 2017. 168 f. Dissertação (Mestre em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.

PÁDUA, M.T.J. Sistema Brasileiro de Unidades de Conservação: de onde viemos e para onde vamos? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UNILIVRE, 1997. p. 214-236.

PARANÁ (Estado). Decreto nº 7.094, de 6 de junho de 2017. Retifica a área originária estabelecida pelo Decreto 1.230/1992 e amplia a Estação Ecológica de Guaraguaçu em 3.390,59 hectares, passando a área total a ser de 4.736,41 hectares e dá outras providências. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba, 6 jun. 2017. Disponível em: <http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=174099&indice=1&totalRegistros=261> Acesso em: 12 jul. 2017.

PARANÁ (Estado). Decreto nº 9870, de 19 de janeiro de 2017. Estabelece o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo para o Município de Pontal do Paraná, e dá outras providências. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba, 23 jan. 2017.

PARANÁ (Estado). Decreto nº 1.230, de 27 de março de 1992. Criação da Estação Ecológica de Guaraguaçu, no município de Paranaguá, com a finalidade de proteção máxima para a área. **Legislação do Estado do Paraná**, Curitiba, 30 mar. 1992. Disponível

em:<[http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1992/dec\\_1230\\_1992\\_estacaoecologicaquaraguacu\\_pr.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1992/dec_1230_1992_estacaoecologicaquaraguacu_pr.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2017.

PAULA, E.V. de.; PIGOSSO, A.M.B.; WROBLEWSKI, C.A. Unidades de Conservação no litoral do Paraná: evolução territorial e grau de implementação. In: SULZBACH, M.T.; ARCHANJO, D.R.; QUADROS, J. (Org.). **Litoral do Paraná: território e perspectivas, volume 3: dimensões de desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Autografia, 2018. p.41-92.

PERELLO, L.F.C. **Roteiro metodológico para o planejamento de zonas de amortecimento em unidades de conservação**. 2011. 175 f. Tese (Mestrado em Biologia) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

PINTO, L.P.; BEDÊ, L.; PAESE, A.; FONSECA, M.; PAGLIA, A; LAMAS, L. Mata Atlântica Brasileira: Os Desafios para Conservação da Biodiversidade de um *Hotspot* Mundial. In: ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H.G.; SLUYS, M.V.; ALVES, M.A.S (eds.). **Biologia da Conservação: essências**. São Carlos: RiMa, 2006. p. 61-96.

PREFEITURA DE PONTAL DO PARANÁ. **Histórico de Pontal do Paraná**.

Disponível em: <

<http://www.pontaldoparana.pr.gov.br/index.php?sessao=b054603368ncb0&id=1836>

> Acesso em: 19 set. 2019.

QUADROS, F.R.de. **Caracterização e análise da fragilidade ambiental da Floresta Nacional de Passo Fundo (Mato Castelhana, RS)**. Tese (Doutorado em Ciências), Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

RAMOS, L.L.; LIMA, A.H. de S.; SANTOS, L.M. dos.; MISSURA, R. Mapeamento de fragilidade ambiental do Parque Nacional da Serra de Itabaiana/SE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17, 2017, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2017. p. 5032-5043.

RIBEIRO, M.F. **Análise ambiental aplicada à definição da zona de amortecimento no Parque Estadual da Pedra Branca (município do Rio de Janeiro, RJ), com base em geoprocessamento**. 2013. 440 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

RIBEIRO, M.F. O desafio da gestão ambiental de zonas de amortecimento de unidades de conservação. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6, 2010. Coimbra. **Anais...** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010.

RITTL, T.F. **Subsídios para a delimitação e planejamento territorial da zona de amortecimento do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR)**. 2011.

114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Gueiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do paraná, brasil. **Ciência & Ambiente**, v. 24, p. 75–92, 2002.

RODRIGUES, J.E.R. **Sistema Nacional de Unidades de Conserva o** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.8, p.63-73, 1994.

RYLANDS, A.B.; BRANDON, K. Brazilian Protected Areas. **Conservation Biology**, v.19, n.3, p.612-618, 2005.

SAATY, T. L. Exploring the interface between hierarchies, multiple objectives and fuzzy sets. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 1, n. 1, p. 57-68, 1978.

SANTOS, A.A. dos. **Geoprocessamento aplicado   identifica o de áreas de fragilidade ambiental no Parque Estadual da Serra do Rola Moça**. 39 f. Monografia (Especializa o em Geoprocessamento) – Departamento de Cartografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SANTOS, H.C. dos. A  gua no contexto da Zona de Amortecimento. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: O EUCALIPTO E O CICLO HIDROLÓGICO, 1, 2007, Taubaté. **Anais...Taubaté**: IPABHi, 2007. p.223-229.

SAYER, J. **Rainforest Buffer Zones: Guidelines for Protected Area Managers**. Newbury, Berkshire: IUCN, 1991.

SCHONEWALD-COX, C.M.; BAYLESS, J.W. The Boundary Model: A Geographical Analysis of Design and Conservation of Nature Reserves. **Conservation Biology**, n.38, p.305-322, 1986.

SCHREINER, G. de M. **Proposta de cenários para a delimita o de zona de amortecimento de impactos na Esta o Ecológica do Taim**. 2012. 103 f. Disserta o (Mestrado em Gerenciamento Costeiro Integrado) – Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (SEMA); INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP); FUNDA O PR -ATLÂNTICA. **Revisão do Plano de Manejo da Esta o Ecológica de Guaraguaçu Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA; IAP; PR -ATLÂNTICA, 2006.

SEZERINO, F. de.S.; TIEPOLO, L.M. A flexibilização da legislação ambiental na implantação de programas habitacionais em Paranaguá: impactos e conflitos sobre áreas naturais protegidas. In: REIS, R.A. **Litoral do Paraná: território e perspectivas**. Curitiba: Brazil Publishing, 2016. P. 175-199.

SILVA, F.F.G. da. **Composição e distribuição da ictiofauna do rio Guaraguaçu (Paranaguá, Paraná-BR) e biologia alimentar de três espécies**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestre em Ciências Biológicas), Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SILVA, R.B.A. da. **Instrumental para definição de zonas de amortecimento de unidades de conservação: o caso da Estação Ecológica de Carijós-IBAMA, Florianópolis/SC**. 2005. 141 f. Dissertação (Mestre em Geografia), Departamento de Geociências – Universidade Federal da Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SILVEIRA, C. T. da. **Estudo das unidades Ecodinâmicas da paisagem na APA de Guaratuba/PR: Subsídios para o planejamento ambiental**. 158 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SOUZA, M.F.R. de. Revisão da Literatura. In: \_\_\_\_\_. **Política Pública para Unidades de Conservação no Brasil**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2014. p. 39-65.

SOUZA, N.O.de M.; SANTOS, F.R.P. dos.; SALGADO, M.A. de S.; ARAÚJO, F.F.S. Dez anos de história: avanços e desafios do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. In: MEDEIROS, R.; ARAÚJO, F.F.S. (Org.). **Dez anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: lições do passo, realizações presentes e perspectivas para o futuro**. Brasília: MMA, 2011. p. 9-19.

SVOLENSKI, A.C. **Aspectos fitossociológicos e pedológicos de três superfícies de agradação do rio Guaraguaçu, litoral do Paraná**. 2000. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

TAMBOSI, L.R. **Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: subsídios para a criação da zona de amortecimento**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE; Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente (SUPREN), 1977.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **Atlantic Forest South-East Reserves**. 1999. Disponível em: <[http://whc.unesco.org/en/list/893/multiple=1&uni-que\\_number=1045](http://whc.unesco.org/en/list/893/multiple=1&uni-que_number=1045)>. Acesso em: 15 jan. 2019.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **Programme on Man and the Biosphere (MAB) Task Force on: Criteria and guidelines for the choice and establishment of biosphere reserves.** Paris: UNESCO, 1974.

URBAN, T. **Saudade do matão: relembando a História da Conservação da Natureza no Brasil.** Curitiba: UFPR, 1998.

VILHENA, F.; FINEGAN, B.; VELÁSQUEZ, S.; FRANÇA, B.C. Parámetros para la delimitación y manejo adaptativo de zonas de amortiguamiento en parques nacionales del Cerrado, Brasil. **Recursos Naturales y Ambiente**, p.16-24, 2004.

WEBER, E.J.; HASENACK, H. **O uso do geoprocessamento no suporte a projetos de assentamentos rurais: uma proposta metodológica.** Porto Alegre: UFRGS, 1999.

WORD WIDE FOR NATURE (WWF). **Áreas Protegidas ou Espaços Ameaçados: O Grau de Implementação e a vulnerabilidade das Unidades de Conservação federais Brasileiras de Uso Indireto.** Brasília: WWF Brasil, 1999.