

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

GABRIELE BIS MELLER

**ABORDAGEM MULTICRITERIAL APLICADA Á IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE
INTERESSE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SC**

CRICIÚMA-SC

2016

GABRIELE BIS MELLER

**ABORDAGEM MULTICRITERIAL APLICADA Á IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE
INTERESSE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
para obtenção do grau de Engenharia
Ambiental no curso de Engenharia Ambiental
da Universidade do Extremo Sul Catarinense,
UNESC.

Orientador: Prof. MSc. Jader Lima Pereira

CRICIÚMA-SC

2016

GABRIELE BIS MELLER

**ABORDAGEM MULTICRITERIAL APLICADA À IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE
INTERESSE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenheira Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Gerenciamento e Planejamento Ambiental.

Criciúma, 28 de novembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Jader Lima Pereira - Mestre - (UNESC) - Orientador

Prof. Gustavo José Deibler Zambrano - Mestre - (UNESC)

Prof. Rafael Martins - Doutor - (UNESC)

Dedico à minha mãe, Fátima, e ao meu pai, Vevo, pela oportunidade e pelo contínuo auxílio. A eles todo o meu Respeito e Amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, que sempre me guiou e me indicou os caminhos mais seguros e que sempre estará junto a minha pessoa nas horas de felicidade ou de tristeza.

À minha mãe, Fátima, e ao meu pai, Vevo, que sempre batalharam por mim, até mesmo antes de eu nascer. A eles o meu muito obrigada. Obrigada por fazerem de mim a filha mais feliz do mundo; obrigada por estarem sempre ao meu lado nos momentos de dificuldades, de alegria, de tristezas e de euforia nesses anos de graduação.

Ao meu irmão Gabriel, que sempre me aturou e me ouviu em cada momento de angústia.

À minha madrinha Neuza e ao meu padrinho Edson, que sempre estiveram presentes nesta minha jornada.

A todos os meus familiares, que sempre estiveram à disposição para me ajudar. Principalmente, à minha tia Maria Helena, que sempre procurou me expressar palavras de conforto para me acalmar.

À Prefeitura Municipal de Criciúma, principalmente ao setor de D.P.F.T., pela oportunidade de desenvolver o meu estágio. E aos amigos que fiz nesse ambiente, bem como ao meu supervisor Jovane, por toda a sua dedicação.

Ao meu querido orientador, Professor Jader, por toda sua paciência e dedicação e por seu desempenho. Foram várias dúvidas, mas ele sempre esteve disposto a me atender e a esclarecê-las com toda a sua atenção.

Aos colegas com que o curso me presenteou, principalmente à minha colega Heloisa, pois sempre esteve disposta a me ajudar e esteve comigo até o final.

Aos professores Gustavo e Rafael, por aceitarem o convite de formar a banca para analisar e avaliar o meu trabalho.

A todos os professores do Curso de Engenharia Ambiental, por suas competências em repassar o conhecimento.

***“Não acrescente dias á sua vida, mas vida
aos seus dias.”***

Harry Benjamin

RESUMO

A necessidade de planejamento e de gestão das cidades é de grande importância, pois isso concilia o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental. A presente pesquisa foi desenvolvida no município de Criciúma, cujo Plano Diretor Municipal delimita zonas de área de proteção ambiental - Z-APA e as trata como unidades de conservação. A identificação de áreas de interesse ambiental tende a analisar se essas zonas estão de acordo com aquelas regidas no Plano Diretor como áreas de preservação. Diante disso, o trabalho em questão visa identificar, com base em critérios ambientais, “áreas de interesse ambiental” no município de Criciúma, utilizando-se uma abordagem multicriterial, de modo a contribuir com o zoneamento municipal. Sendo assim, foram traçados os objetivos específicos, a saber: Levantar uma base de dados ambientais para subsidiar a tomada de decisões; Selecionar critérios ambientais para subsidiar a análise multicriterial; Correlacionar as áreas de interesse ambiental com as Zonas de Áreas de Proteção Ambiental (Z-APA). Desse modo, para que os objetivos específicos fossem alcançados, utilizou-se a metodologia baseada na busca de critérios, por meio da análise de estudos semelhantes, seguida da seleção daqueles que viessem a ser determinantes para a presente pesquisa. As bases cartográficas foram selecionadas e as classes elencadas. As informações foram analisadas por meio do *software* ArcGIS® e após realizou-se a ponderação dos pesos a cada um dos critérios utilizados e os mapas foram sobrepostos obtendo-se assim o mapa final de áreas de interesse ambiental, este sendo analisado com o mapa de zoneamento municipal. Em análise verifica-se que 53,23% das áreas de interesse ambiental, classificadas como Alta e Muito Alta importância sob o ponto de vista ambiental, encontram-se inseridas no interior dos limites das zonas de proteção instituídas pelo atual Zoneamento. Assegurou-se que todos os objetivos propostos foram alcançados. A abordagem multicriterial auxiliou na distribuição das classes, tornando-se um método válido para uma proposta de delimitadas de áreas de interesse ambiental. As recomendações necessárias para trabalhos futuros se constituem em buscar outros critérios ambientais, além de ser realizado um estudo de ecologia da paisagem, bem como elaborar o mapa de uso e ocupação do solo com informações e características mais atuais.

Palavras-chave: Critérios ambientais. Geoprocessamento. Plano diretor. Zoneamento. Método de análise hierárquica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma das etapas de desenvolvimento do presente estudo	38
Figura 2 - Localização da Área de Estudo	40
Figura 3 - Organograma da estrutura do problema hierarquizada	47
Figura 4 - A) Mapa Uso e Cobertura Vegetal. B) Mapa Uso e Cobertura Vegetal Reclassificado	52
Figura 5 - A) Mapa Pedológico. B) Mapa Pedológico Reclassificado.....	56
Figura 6 - A) Mapa de Declividade. B) Mapa de Declividade Reclassificado	59
Figura 7: A) Mapa Hipsométrico. B) Mapa Hipsométrico Reclassificado.	62
Figura 8 - Mapa das áreas de interesse ambiental	64
Figura 9 - A) Mapa das Áreas de Interesse ambiental X Z-APA. B) Mapa do Zoneamento Municipal	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de CA em função da ordem da matriz.....	36
Tabela 2 - Critérios ambientais analisados	42
Tabela 3 - Pesos estabelecidos para o critério de Hipsometria.....	45
Tabela 4 - Pesos estabelecidos para o critério de declividade.....	45
Tabela 5 - Pesos estabelecidos para o critério de uso e ocupação do solo	46
Tabela 6 - Pesos estabelecidos para o critério de pedologia	46
Tabela 7 - Matriz de comparação pareada.....	48
Tabela 8: Determinação de ponderações.	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Escala do professor Thomas Saaty.....	35
Quadro 2 - Bases cartográficas do presente estudo	41
Quadro 3 - Classificação do mapa de uso e ocupação do solo.....	50
Quadro 4 - Classificação do Mapa de Pedologia	54
Quadro 5 - Classificação do mapa de declividade	58
Quadro 6 - Classificação do mapa de hipsometria.....	61
Quadro 7 - Classificação áreas de interesse ambiental	63
Quadro 8 - Classificação áreas de Interesse Ambiental x Z-APA	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADR	Área Degradada
AE	Área de Empreendimento
AGR	Cultivo Agrícola
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
APP	Área de Preservação Permanente
AU	Área Urbana
BF	Bota Fora
CA	Consistência Aleatória
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DEC	Declividade
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
HIP	Hipsometria
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de Consistência
IPAT	Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas
MDA	Massa D' Água
MDT	Modelo Digital do Terreno
PED	Pedologia
RC	Razão de Consistência
REF	Reflorestamento
SC	Santa Catarina
SDS	Secretaria de Desenvolvimento Sustentável
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidades de Conservação
UOS	Uso e Ocupação do Solo
URB	Urbano
UTM	Universal Transversa de Mercator
VAR	Vegetação Arbórea
VHE	Vegetação Herbácea

ZAA	Zona Agropecuária e Agroindustrial
Z-APA	Zona – Áreas de Proteção Ambiental
ZC	Zonas Centrais
ZEE	Zoneamento ecológico-econômico
ZEI	Zonas de Especial Interesse
ZI	Zonas Industriais
ZM	Zonas Mistas
ZMIS	Zonas Mineradas em Subsolo
ZR	Zonas Residenciais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 PLANEJAMENTO AMBIENTAL TERRITORIAL.....	16
2.2 ZONEAMENTO	17
2.2.1 Zoneamento ecológico-econômico	18
2.2.2 Plano Diretor.....	20
2.2.3 Zoneamento municipal	21
2.3 ESPAÇOS PROTEGIDOS	23
2.3.1 Unidades de conservação	23
2.3.2 Área de preservação permanente.....	26
2.3.3 Áreas verdes.....	26
2.4 GEOPROCESSAMENTO.....	27
2.4.1 Estrutura de arquivos	28
2.4.1.1 Estrutura vetorial	29
2.4.1.2 Estrutura matricial.....	29
2.4.2 Sistema de coordenadas	30
2.4.2.1 Coordenadas geodésicas.....	30
2.4.2.2 Coordenadas cartesianas.....	31
2.4.3 Álgebra de mapas.....	32
2.5 ANÁLISE MULTICRITERIAL.....	32
2.5.1 Análise hierárquica	33
3 METODOLOGIA	37
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	39
3.2 BASES CARTOGRÁFICAS.....	41
3.3 PRÉ-PROCESSAMENTO DOS DADOS.....	41
3.4 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INTERESSE AMBIENTAL PELO MÉTODO AHP	41
3.4.1 Critérios ambientais	42
3.4.1.1 Busca de critérios ambientais.....	42
3.4.1.2 Definição dos critérios e justificativas	43
3.4.1.2.1 <i>Hipsometria (Altitude)</i>	43
3.4.1.2.2 <i>Declividade</i>	43

3.4.1.2.3 <i>Uso e ocupação do solo</i>	44
3.4.1.2.4 <i>Pedologia</i>	44
3.4.2 Mapeamento e análise dos critérios	44
3.4.2.1 Mapa hipsométrico	44
3.4.2.2 Mapa de declividades.....	45
3.4.2.3 Mapa de uso e ocupação do solo.....	45
3.4.2.4 Mapa pedológico	46
3.4.3 Aplicação do método de decisão multicriterial	47
3.4.3.1 Fase teórica.....	47
3.4.3.2 Fase operacional	49
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	50
4.1 CATEGORIZAÇÃO DOS MAPAS	50
4.1.1 Uso e ocupação do solo	50
4.1.2 Pedologia	53
4.1.3 Declividade	57
4.1.4 Hipsometria	60
4.2 SOBREPOSIÇÃO FINAL	63
4.3 RELAÇÃO DAS ÁREAS DE INTERESSE AMBIENTAL E AS Z-APA.....	65
5 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	70

1 INTRODUÇÃO

Por meio da mídia, percebe-se um apelo às questões ambientais, desde a conscientização, por meio de programas escolares, até acordos internacionais. Contudo, a falta de planejamento e de gestão das cidades é o que mais ocasiona a maioria dos problemas ambientais (LADWING; SCWALN, 2015, p.80).

A conservação ambiental constitui um conjunto de ações sobre os recursos do meio ambiente, incluindo o ar, a água, o solo, os minerais e as espécies vivas, bem como o homem, de modo a conseguir uma qualidade de vida digna com o menor impacto ambiental possível.

O presente Trabalho de Conclusão de Curso visa identificar, com base em critérios ambientais, “áreas de interesse ambiental¹” no município de Criciúma, por meio de uma abordagem multicriterial. Esta é uma técnica utilizada para a tomada de decisão, que foi incorporada ao sistema de geoprocessamento. Nesta abordagem, o suporte para a tomada de decisão, que pode ser medido e avaliado, é chamado de critério.

Conforme o que rege a Constituição Federal (1988), Art. 182, a política de desenvolvimento urbano tem como objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes, isso por meio de um Plano Diretor, aprovado pela Câmara Municipal, o qual é obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes. Portanto, diante do exposto, esta interrogante é focada em temáticas relacionadas ao planejamento ambiental territorial e empenha-se para apresentar a necessidade do planejamento territorial urbano, verificar a importância de haver espaços planejados, analisar o fato de a preocupação do planejamento ser uma questão recente, bem como assegurar a importância da tomada de decisões por meio da seleção de critérios técnicos para a definição das áreas de interesse ambiental.

Deste modo, tem-se como objetivo geral identificar, com base em critérios ambientais, “áreas de interesse ambiental” no município de Criciúma, por meio de uma abordagem multicriterial, de modo a contribuir com o zoneamento Municipal.

Esta investigação encontra seu suporte na linha de pesquisa Gerenciamento e Planejamento Ambiental, e nela foram diagramados os seguintes

1 Áreas de interesse ambiental é o termo adotado para o desenvolvimento deste estudo, a fim de designar as áreas de interesse à conservação ambiental.

objetivos específicos: a) Levantar base de dados ambientais para subsidiar a tomada de decisões; b) Selecionar critérios ambientais, a fim de subsidiar a análise multicriterial; c) Correlacionar as áreas de interesse ambiental com as Zonas de Áreas de Proteção Ambiental (Z-APA).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PLANEJAMENTO AMBIENTAL TERRITORIAL

Com o advento da ciência, fez-se necessária uma delimitação em cada campo científico, frisando a importância dos conceitos. Assim, nas diferentes áreas da Ciência, uma das grandes preocupações é com o planejamento. “De uma forma bastante simples, entende-se que o processo de planejamento é um meio sistemático de determinar o estágio em que você está, onde deseja chegar e qual o melhor caminho para chegar até lá.” (SANTOS, 2004, p.23).

O avanço da sociedade traz em seu interior o desenvolvimento da própria ciência, e a filosofia, em sua busca infinita pela verdade, tenta repassar os símbolos de maneira mais próxima da realidade. “A palavra planejamento carrega em seu valor semântico o sentido de empreendimento, projeto, sonho e intenção.” (FRANCO, 2001, p.35).

Nesse sentido, é possível compreender que há uma intencionalidade, um posicionamento, que demanda uma atitude para transformar uma situação a partir de um projeto previamente sonhado. (FRANCO, 2001). Sobre a questão da intencionalidade de um projeto, “com toda intenção, o planejamento [...] se impõem sobre algo a fim de atingir certas metas.” (FRANCO, 2001, p.35).

Durante a década de 1980, a sociedade declarava ao mundo a necessidade da percepção da globalização, dos desenvolvimentos desenfreados sob o comando do capitalismo em detrimento do ser humano. (FRANCO, 2001).

Ainda para Franco (2001, p.35), a citada década “viu surgir uma nova modalidade de planejamento orientada para as intervenções humanas dentro da capacidade de suportes dos ecossistemas. [...] denominada planejamento ambiental”.

Diante do exposto, percebe-se que o desenvolvimento e o progresso não necessariamente vêm ao encontro das necessidades humanas. São inúmeros os conflitos devido às questões econômicas, para a exploração do que gera riquezas. (SANTOS, 2004).

No dizer de Santos (2004, p. 27), “o planejamento ambiental se dá com a gestão ambiental, algumas vezes entendida como planejamento, outras como gerenciamento, e outras como a soma de ambos.” Ou seja, para a autora,

planejamento, gerenciamento e política ambiental estão imbricados, devendo ser abarcados como um todo. “Nessa direção, planejamento ambiental é visto como o estudo que visa à adequação do uso, controle e proteção ao ambiente.” (SANTOS, 2004, p.27).

“O planejamento ambiental fundamenta-se na interação e integração dos sistemas que compõem o ambiente. Tem o papel de estabelecer as relações entre os sistemas ecológicos e os processos da sociedade.” (SANTOS, 2004, p.28). Para Franco (2001), os princípios da preservação, da recuperação e da conservação do meio ambiente decorrentes da ação humana sobre o ecossistema são uma condição fundamental para que se planeje de forma a atender às necessidades atuais o meio ambiente.

De acordo com Santos (2004), o planejamento ambiental, deve considerar o estabelecimento de estratégias diante dos diversos contextos ambientais apresentados e não de forma isolada. Essas estratégias acarretam um “melhor aproveitamento do espaço físico e dos recursos naturais, economia de energia, alocação e priorização de recursos para as necessidades mais prementes e previsão de situações.” (SANTOS, 2004, p.28).

2.2 ZONEAMENTO

De acordo com Santos (2004), o zoneamento transcende um olhar puramente linear e técnico. O autor citado diferencia zoneamento ecológico-econômico de zoneamento ambiental. O primeiro “subsidiaria a formulação de políticas territoriais em todo o País voltadas para a proteção ambiental, a melhoria de vida [...] da população e a redução dos riscos de perda de capital natural.” (SANTOS, 2004, p.135); o segundo prevê “a preservação, reabilitação e recuperação na qualidade ambiental.” (SANTOS, 2004, p.135).

O autor referido continua sua explanação indicando que zoneamento também é a compartimentação do território. “Cada compartimento é apresentado como uma área homogênea, ou seja, uma zona delimitada no espaço, com estrutura e funcionamento uniforme.” (SANTOS, 2004, p.132).

Desse modo, para cada zona, são atribuídos os critérios de especificidade, orientando, por sua vez, as ações necessárias ao uso. Portanto, são princípios que indicam o posicionamento para orientar, consolidar e revisar as

possibilidades existentes ou formular novas propostas de ação (SANTOS, 2004), significando, dessa maneira, “[...] que o zoneamento deve definir as atividades que podem ser desenvolvidas em todos os compartimentos e, assim, orientar a forma de uso, eliminando conflitos entre tipos incompatíveis de atividades.” (SANTOS, 2004, p.133).

O conceito de zoneamento é tratado também pela Lei Federal nº 9.985/2000 (BRASIL, 2000), que institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza (SNUC). De acordo com esta Lei, zoneamento é a delimitação 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, 2000, s/p).

Pelas características dos espaços físicos são estabelecidas diferentes zonas para que sejam promovidas a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental e o bem-estar da população pelo Poder Público. (SALBEGO, 2009).

Decorrente de um planejamento que considera as características ambientais e socioeconômicas da região a ser zoneada surge o zoneamento ambiental. Desse modo, ao difundir espacialmente as atividades econômicas, o zoneamento ambiental levará em conta a “importância ecológica, as potencialidades, limitações e fragilidades dos ecossistemas, estabelecendo vedações, restrições e alternativas de exploração do território” tendo o direito, inclusive, de decidir que sejam realocadas atividades que não estejam de acordo com suas diretrizes. (SALBEGO, 2009).

2.2.1 Zoneamento ecológico-econômico

A Política Nacional do Meio Ambiente, Lei Federal nº 6.938/1981, no Art. 9º, apresenta como um dos instrumentos da política ambiental brasileira, o zoneamento ambiental, que versa sobre a classificação de determinado espaço em áreas onde se autorizam determinadas atividades ou restringe-se, de modo absoluto ou relativo, o exercício de outras em razão das características ambientais e socioeconômicas do local. (BRASIL, 1981).

O Decreto nº 4.297/2002, que regulamenta o Art. 9º da Lei Federal nº 6.938/1981, estabelece critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), que deve ser um instrumento de organização territorial em que todos os planejamentos para obras e atividades de ordem pública e ou privada devem prever medidas e padrões de proteção ambiental destinado a assegurar a qualidade ambiental, afiançando o desenvolvimento sustentável em níveis e instâncias colaborando para o bem-estar da população. (BRASIL, 2002).

É importante destacar o parágrafo único, da Lei em questão, o qual:

O ZEE, na distribuição espacial das atividades econômicas, levará em conta a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas, estabelecendo vedações, restrições e alternativas de exploração do território e determinando, quando for o caso, inclusive a realocação de atividades incompatíveis com suas diretrizes gerais. (BRASIL, 2002, s/p).

O ZEE objetiva organizar, de forma articulada, as decisões dos agentes públicos e privados na utilização de recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas. (BRASIL, 2002).

A elaboração e a implementação do ZEE, conforme o que prescreve o Art. 4º do Decreto nº 4.297/2002:

I - Buscará a sustentabilidade ecológica, econômica e social, com vistas a compatibilizar o crescimento econômico e a proteção dos recursos naturais, em favor das presentes e futuras gerações, em decorrência do reconhecimento de valor intrínseco à biodiversidade e a seus componentes;
II - Contará com ampla participação democrática, compartilhando suas ações e responsabilidades entre os diferentes níveis da administração pública e da sociedade civil; e
III - Valorizará o conhecimento científico multidisciplinar. (BRASIL, 2002, s/p).

Segundo o Art. 11, desse Decreto, o ZEE divide “o território em zonas, de acordo com as necessidades de proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais e do desenvolvimento sustentável.” (BRASIL, 2002, s/p).

A definição de cada zona, de acordo o Art. 12 do referido Decreto, observará: I - o “diagnóstico dos recursos naturais, da socioeconomia e do marco jurídico-institucional; II - informações constantes do Sistema de Informações Geográficas; III - cenários tendenciais e alternativos”; e IV - Orientações gerais e específicas presentes no seu Art. 14:

- I - Atividades adequadas a cada zona, de acordo com sua fragilidade ecológica, capacidade de suporte ambiental e potencialidades;
- II - Necessidades de proteção ambiental e conservação das águas, do solo, do subsolo, da fauna e flora e demais recursos naturais renováveis e não-renováveis;
- III - Definição de áreas para unidades de conservação, de proteção integral e de uso sustentável;
- IV - Critérios para orientar as atividades madeireira e não-madeireira, agrícola, pecuária, pesqueira e de piscicultura, de urbanização, de industrialização, de mineração e de outras opções de uso dos recursos ambientais;
- V - Medidas destinadas a promover, de forma ordenada e integrada, o desenvolvimento ecológico e economicamente sustentável do setor rural, com o objetivo de melhorar a convivência entre a população e os recursos ambientais, inclusive com a previsão de diretrizes para implantação de infraestrutura de fomento às atividades econômicas;
- VI - Medidas de controle e de ajustamento de planos de zoneamento de atividades econômicas e sociais resultantes da iniciativa dos municípios, visando a compatibilizar, no interesse da proteção ambiental, usos conflitantes em espaços municipais contíguos e a integrar iniciativas regionais amplas e não restritas às cidades; e
- VII - Planos, programas e projetos dos governos federal, estadual e municipal, bem como suas respectivas fontes de recursos com vistas a viabilizar as atividades apontadas como adequadas a cada zona. (BRASIL, 2002, s/p).

2.2.2 Plano Diretor

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1992), o Plano Diretor é a ferramenta básica no processo de planejamento das cidades para a inserção da política de desenvolvimento urbano, orientando a atuação dos agentes públicos e privados. Diante do exposto, o Plano Diretor “pode ser definido como um conjunto de princípios e regras orientadoras da ação dos agentes que constroem e utilizam o espaço urbano.” (BRASIL, 2002, p.40).

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 182, estabelece “a política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretriz geral fixadas em lei”, como o objetivo de providenciar o desenvolvimento dos desempenhos sociais do município, garantindo o bem-estar da população, tendo como instrumento básico o Plano Diretor, que deve ser aprovado pela Câmara Municipal e é obrigatório para os municípios com mais de vinte mil habitantes (BRASIL, 1988).

De acordo com a Lei Federal nº 10.257/2001, denominada “Estatuto das Cidades”, que regulamenta o Art. 183 da Constituição Federal, em seu Art. 41, o Plano Diretor é obrigatório para cidades situadas, principalmente, em regiões metropolitanas ou que integram aglomerações urbanas; em áreas com grandes

interesses turísticos; em áreas sob domínio de empreendimentos ou atividades com grande impacto ambiental. (BRASIL, 2001).

A Constituição Federal Brasileira de 1988 atribuiu ao Poder Público municipal autoridade para, por meio do Plano Diretor, “promover o adequado ordenamento territorial (zoneamento urbano) mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano, visando à proteção da qualidade de vida da população.” (BRASIL, 1988, s/p).

O Plano Diretor deverá apresentar, de forma clara, o objetivo da política urbana, bem como deverá partir de um conhecimento da realidade local, abrangendo os diferentes setores da comunidade. (BRASIL, 2002). Diante do exposto, o referido Plano irá “estabelecer o destino específico que se quer dar às diferentes regiões do município, embasando os objetivos e as estratégias”, correspondendo, assim, a um macrozoneamento e dividindo o município em unidades territoriais que apresentam o destino que a cidade almeja frente às diferentes áreas do território municipal. (BRASIL, 2002, p.41).

O grande objetivo dessa questão é a promoção do desenvolvimento sustentável, tema de discussão de quase todos os espaços sociais. Nesse sentido, é necessário um planejamento organizado e articulado entre os setores interessados do governo, o setor privado e a sociedade civil. A divisão de determinado território em zonas com diferentes regimes não é feita de forma aleatória; ela é resultado de estudos ambientais e socioeconômicos e de negociações democráticas entre o o governo, o setor privado e a sociedade civil sobre estratégias e alternativas que serão adotadas (SALBEGO, 2009).

2.2.3 Zoneamento municipal

Com base na Constituição Federal de 1988 e na Lei Federal nº 10.257/2001, foi constituído no Município de Criciúma o Plano Diretor Participativo Municipal (Lei Complementar nº 95/2012). Os principais objetivos desse Plano Diretor são: Firmar entre a população o conceito de ordenação e planejamento físico-territorial; estabelecer o macrozoneamento municipal, determinar as áreas de interesse especial; e delimitar limites e perímetros das áreas de preservação ambiental. (CRICIÚMA, 2012).

A Lei Complementar nº 95/2012, em seu capítulo II, estabelece o macrozoneamento municipal. Diante do exposto, o território municipal foi dividido em macrozona rural e urbana. De acordo com essa Lei, a macrozona rural, por sua vez, é aquela constituída por espaços destinados a atividades relacionadas “à agricultura, pecuária, extrativismo mineral e vegetal, silvicultura, agroindústrias, indústrias e atividades urbanas para atendimento das comunidades rurais e aquelas voltadas ao lazer e ao turismo.” (CRICIÚMA, 2012, p.49).

Segundo a Lei, a macrozona urbana compreende a porção do Município “destinada a abrigar, prioritariamente, atividades urbanas relacionadas ao desenvolvimento socioeconômico do Município”, correspondendo, portanto, aos espaços urbanizados e aqueles com projetos com prazos definidos. (CRICIÚMA, 2012, p.49).

O território do Município de Criciúma é dividido em macrozonas urbanas, conforme as respectivas características de uso e ocupação do solo, de recursos ambientais e de infraestrutura nelas existentes, a saber: a) Macrozona Urbanas de Consolidação Urbana, caracterizada pelo desenvolvimento dos serviços econômicos; b) da Faixa Lindeira à BR-101, compreendida como a faixa paralela à rodovia federal (BR-101); c) de Expansão Urbana, caracterizada como área territorial não urbanizada; e d) Macrozona de Proteção Ambiental, que correspondente à porção do território do município onde se caracteriza como área de ‘instalação do uso residencial e o desenvolvimento de qualquer atividade urbana subordina-se à necessidade de preservar, conservar, proteger ou recuperar o ambiente natural, [...]” (CRICIÚMA, 2012, p.51).

Ainda de acordo com o referido documento, o território de cada uma das macrozonas é subdividido em zonas de uso, para as quais são definidos seus perímetros, as regras de uso e atividades, critério para a ocupação e parcelamento. (CRICIÚMA, 2012).

De acordo com o Plano Diretor, “[...] as macrozonas urbana e rural ficam divididas nas seguintes zonas [...]”: Zonas de Centros (ZC), Zonas Residenciais (ZR), Zonas Mistas (ZM), Zonas Industriais (ZI), Zonas de Especial Interesse (ZEI), Zona de Áreas de Proteção Ambiental (Z-APA), Zona Rururbana (ZRU), Zona Agropecuária e Agroindustrial (ZAA), e Zonas Mineradas em Subsolo (ZMIS).” (CRICIÚMA, 2012, p.52).

De acordo com a referida Lei: A política de zoneamento e usos, consideradas as possibilidades e as limitações reais do Município, visará:

- I - Consolidar o processo de crescimento e ordenação do território do Município;
- II - Estimular a ocupação dos vazios urbanos, cumprindo a função social e ambiental da propriedade e da cidade, em favorecimento da infra-estrutura instalada;
- III - Estimular a ocupação ordenada e planejada junto às rodovias, com atividades comerciais, industriais e de serviços;
- IV - Preservar as características ambientais do município como um todo e
- V - Preservar o patrimônio histórico, cultural e paisagístico, através do Tombamento e demais instrumentos pertinentes. (CRICIÚMA, 2012, p.54).

A mencionada Lei é bastante explícita no que tange aos cuidados com a expansão territorial de forma ordenada, a fim de cumprir questões ambientais maiores, como a preservação do próprio ser humano; isso transcende às questões políticas e econômicas. (CRICIÚMA, 2012).

2.3 ESPAÇOS PROTEGIDOS

De acordo com o Art. 225 da Constituição Federal (1988, s/p), são direito de todos um meio ambiente “ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Silva (2000 apud PEREIRA; SCARDUA, 2008, p.84) caracteriza os espaços protegidos como espaços territoriais, públicos ou privados, “dotados de atributos ambientais que requeiram sua sujeição, pela lei, a um regime jurídico de interesse público”, que não podem sofrer modificação, que tenham uso sustentável, visando à proteção e à preservação dos ecossistemas e dos recursos naturais.

2.3.1 Unidades de conservação

Segundo a Lei Federal nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional das Unidades de Conservação - SNUC, entende-se por unidades de conservação:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. (BRASIL, 2000, s/p).

As unidades de proteção integral possuem o objetivo básico de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Esse espaço é composto pelas seguintes categorias de unidade de conservação: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. (BRASIL, 2000).

Com relação às unidades de uso sustentável, essas têm como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcelas dos seus recursos naturais. Dentro deste contexto, fazem parte delas as seguintes categorias de unidades de conservação: Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural. (BRASIL, 2000).

Diante do exposto, as unidades de conservação, entre estas áreas de proteção ambiental, configuram-se em estrutura apropriada à preservação dos recursos ambientais “no sentido de contribuir, como instrumento da política ambiental em âmbitos federal, estadual e municipal, para a consecução dos objetivos do desenvolvimento sustentável.” (CABRAL, 2002; SOUZA, 2002, p.11).

Para tratar do assunto de conservação, torna-se imprescindível o planejamento ambiental, assim sendo, limitar uma unidade de conservação, deve considerar a interação entre as questões ambientais, político-econômica, energética e de ordenação espacial. Dessa forma desenvolvem-se estratégias para o desenvolvimento sustentável. (CABRAL; SOUZA, 2002).

A Lei Complementar nº 95/2012, que constitui o Plano Diretor do Município de Criciúma, em seu Art. 152, define a Zona de Áreas de Proteção Ambiental (Z-APA) como zona que conta com áreas de preservação permanente (APP) e áreas de proteção ambiental (APA), com a finalidade de proteger a diversidade biológica, obedecendo ao processo de ocupação e garantindo a sustentabilidade do uso dos recursos naturais em áreas públicas ou privadas. O referido artigo apresenta parágrafos os quais estabelecem que: Toda APA deve conter o Plano de Manejo e Zoneamento Ecológico e Econômico, no qual deverão

ser definidas por lei as glebas das áreas de APA que são destinadas principalmente ao manejo e ao uso sustentável, e à proteção ambiental; as áreas com declividade acima de 30% de inclinação são definidas como glebas “*non aedificandi*”; “os cursos d’água com suas faixas “*non aedificandi*” e os terços superiores dos morros são considerados áreas de preservação permanente (APP). (CRICIÚMA, 2012).

O Plano Diretor do Município de Criciúma tem como diretriz proteger as unidades de conservação no Morro Casagrande, no Morro Cechinel, no Morro da Cruz, no Morro Estevão/Morro Albino e no Morro Mãe Luzia. (CRICIUMA, 2012). Essas unidades foram estabelecidas pela Lei Municipal nº 2.459/1995, que define APA no Morro Estevão/ Morro Albino (CRICIÚMA, 1995); pela Lei nº 2.376/1988, que define a APA no Morro Casagrande/ Morro Cechinel (CRICIÚMA, 1988), e pela Lei nº 4.502/2003, que define a APA no Morro da Cruz (CRICIÚMA, 2003).

De acordo com Lei Federal nº 9.985/2000, artigo 15, a área de proteção ambiental (APA) é uma área em geral extensa, “[...] com o objetivo básico de proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais.” (BRASIL, 2000, s/p).

Para Cabral e Souza (2002), o Brasil possui uma categoria de APA diferenciada, inexistente em outros locais, não existindo no mundo qualquer tipo ou classe que pareça “[...] aos objetivos de criação de uma APA. Levando-se em consideração que esta é uma unidade de uso sustentável, que pode ser instituída em terras públicas ou privada, criada pelo poder público.” (CABRAL; SOUZA, 2002, p.43).

Segundo os autores, a categoria APA compõe-se, do ponto de vista socioeconômico, de um instrumento da política ambiental importante, “por caracterizar-se como área de desenvolvimento sustentável”, assim as ações do homem devem pautar-se na responsabilidade, permitindo “a integridade e a manutenção da qualidade ambiental do referido espaço.” (CABRAL; SOUZA, 2002, p.43).

Para uma área de proteção ambiental ser criada, são necessários critérios a serem preenchidos, sendo estes que “apresentam graus de fragilidade [...]. Cada APA é regida por seu decreto de criação e, posteriormente, de regulamentação, no qual são estabelecidas normas administrativas.” (CABRAL; SOUZA, 2002, p.42).

2.3.2 Área de preservação permanente

De acordo com a Lei Federal nº 12.651/2012, art. 3º, define-se Área de Preservação Permanente (APP) como:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (BRASIL, 2012, s/p).

De acordo com a referida Lei, são consideradas APP, em zonas rurais ou urbanas, simplificadaamente: Faixas que margeiam o curso d'água natural; áreas no entorno de lagos e lagoas naturais, áreas entorno de reservatórios d'água artificiais; áreas no entorno de nascentes e de olhos d'água perenes, encostas ou parte delas cuja declividade seja maior que 45º; restingas, manguezais, bordas dos tabuleiros, topo de serras, montes, montanhas e morros, espaços com altitude superior a 1.800 metros. (BRASIL, 2012).

As APP possuem um posto ambiental bem maior, compreendendo a proteção de espaços relevantes à conservação das características ambientais em toda sua plenitude para certificar o bem-estar das populações humanas. Sendo assim, não têm apenas a função de preservar a vegetação ou a biodiversidade. (SCHÄFFER et al., 2011).

2.3.3 Áreas verdes

Segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 369/2006, Art. 8º, considera-se área verde de domínio público:

O espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização. (BRASIL, 2006, s/p).

Um conglomerado de áreas interurbanas é a denominação das áreas verdes que apresentam cobertura vegetal, arbórea, nativa ou não, arbustiva ou rasteira e que contribuem de importante forma para a qualidade de vida dos seres humanos e o equilíbrio ambiental nas cidades. Essas áreas fazem parte de uma

cidade de vários modos: em áreas públicas; em áreas de preservação permanente (APP); e em canteiros, praças, parques, florestas e unidades de conservação (UC) urbanas. (BRASIL, s/d).

Conforme a Lei Federal nº 12.651/2012, art. 3º, define-se área verde urbana, como:

Espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais. (BRASIL, 2012, s/p).

Lima et al. (1994) asseveram que área verde é um espaço onde a vegetação arbórea predomina, considerando-se as praças, os jardins públicos e os parques urbanos, além dos canteiros centrais e dos trevos das vias públicas, que apenas empregam a função estética e ecológica. No entanto, não devem ser consideradas áreas verdes as árvores que se encontram nos leitos das vias públicas.

De acordo com Cavalheiro e Del Pichhiad (1992), toda área verde é considerada um espaço livre. Diante do exposto, as áreas verdes são uma categoria especial de espaços livres cujo componente principal é a vegetação (CAVALHEIRO et al., 1999). Elas devem atender a três objetivos básicos: ecológico-ambiental, estético e de lazer (CAVALHEIRO et al., 1999). Também devem ser ocupadas com, no mínimo, 70% de vegetação e solo permeável. Elas devem propiciar um uso e condições de recreação para a população. (CAVALHEIRO et al., 1999).

2.4 GEOPROCESSAMENTO

Costuma-se interpretar em planejamento ambiental um conjunto de informações regionais referenciadas no espaço e aprendidas de maneira global, como a definição da área de planejamento, dimensão espacial e temporal das informações sobre o meio e o tempo. (SANTOS, 2004).

O tempo é representado por meio da construção de cenários, que visam retratar um conteúdo concreto, construído não apenas do diagnóstico da realidade técnica, mas também das propostas de governo e das realidades compreendidas

pela cultura. Os cenários temporais podem ser descritos, representados graficamente e cartograficamente. (SANTOS, 2004).

Dessa forma, o geoprocessamento se caracteriza como uma metodologia de análise, englobando processos digitais de imagens, cartografia digital e os sistemas informativos geográficos. (MOURA, 2005).

Nesse sentido, Hamada e Gonçalves (2007, p.5) conceituam geoprocessamento como “uma poderosa ferramenta computacional, que processa dados geograficamente referenciados e pode ser bastante útil na abordagem integrada, essencial ao gerenciamento dos recursos naturais.”

Para Silva (2007, p.12), o geoprocessamento é compreendido como um conjugado de “tecnologias voltadas à coleta e ao tratamento de informações espaciais para um objetivo específico.” O referido autor simplifica ao afirmar que Geoprocessamento “[...] é o uso automatizado de informações que de alguma forma estão vinculadas a um determinado lugar no espaço seja por meio de um simples endereço ou por coordenadas.” (SILVA, 2007, p.13). O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um dos múltiplos sistemas que integram o geoprocessamento.

Para Rocha (2002), o geoprocessamento busca transferir do mundo real para o sistema informatizado, de maneira ordenada, as informações; sendo essa abstração e transferência alicerçada de acordo com as bases cartográficas, por meio de um sistema de referência correspondente.

O Sistema de Informação Geográfica é definido como um sistema indicado à aquisição, manipulação, armazenamento, análise e apresentação de dados referidos espacialmente na superfície terrestre. (ROSA; BRITO, 1996).

O SIG é uma ferramenta que produz informações que podem auxiliar na tomada de decisões. É muito útil em planejamentos ambientais e urbanos, visto que contribui para a manipulação de dados ou informações ligadas a um referido lugar no espaço. (SILVA, 2007).

2.4.1 Estrutura de arquivos

Para Rocha (2002), existem duas formas diferentes de representar e armazenar dados espaciais em um SIG: Vetorial e Matricial.

2.4.1.1 Estrutura vetorial

Silva (2007, p.41) afirma que com a representação vetorial, “os limites das características são definidos por uma série de pontos interligados com linhas retas formando a representação gráfica daquela característica.”

De acordo com Rocha (2002), os mapas buscam representar, por meio de abstrações gráficas, utilizando-se de linhas, sombras e símbolos, as localizações de um universo real. De forma técnica, eles se compõem de pontos, linhas e polígonos. “Internamente, um SIG representa os pontos, linhas e áreas como conjunto de pares de coordenadas (X, Y) ou (Longitude, Latitude).” (ROCHA, 2002, p.55).

Os métodos vetoriais usam relações subentendidas, permitindo que dados complexos sejam registrados, ocupando menor espaço no computador, admitindo que as coordenadas dos pontos sejam matematicamente exatas. (ROSA; BRITO, 1996).

2.4.1.2 Estrutura matricial

Para Rocha (2002), na estrutura Matricial, tem-se uma matriz de células que ao agregar valores permite reconhecer os objetos sob a forma de imagem digital. “Cada uma das células, denominada pixel, é endereçável por meio de suas coordenadas (linha, coluna).” (ROCHA, 2002, p.55).

Silva (2007) afirma que a estrutura matricial é conhecida, também, como sistema *raster*. Nele, “a representação gráfica das características e dos atributos que elas possuem é armazenada em arquivos de dados unificados.” (SILVA, 2007, p.41).

Para o autor supracitado, a área estudada é subdividida em uma fina malha denominada “células”. Nessas células são registradas a categoria ou a característica da superfície de um referido terreno. “A cada célula é atribuído um valor numérico que pode representar uma característica identificadora, um código de atributo qualitativo ou um valor quantitativo de atributo.” (SILVA, 2007, p.42).

2.4.2 Sistema de coordenadas

Para Rocha (2002), em cartografia, para representar os pontos sobre a superfície terrestre, trabalha-se, principalmente, com os sistemas de coordenadas geodésicas e o de coordenadas cartesianas.

2.4.2.1 Coordenadas geodésicas

D'Alge (2001) esclarece que as coordenadas geodésicas são compostas de um sistema de coordenadas mais antigo. Neste, “cada ponto da superfície terrestre é localizado na interseção de um meridiano com um paralelo. Em um modelo esférico, os meridianos são círculos máximos cujos planos contêm o eixo de rotação ou eixo dos polos.” (D'ALGE, 2001, p.6). Em um modelo elipsoidal “os meridianos são elipses definidas pelas interseções, com o elipsoide, dos planos que contêm o eixo de rotação. Suas coordenadas são a latitude e a longitude”. (D'ALGE, 2001, p.6).

A definição de latitude de um lugar é a “distância angular entre um ponto qualquer da superfície terrestre e a linha do equador, medida ao longo do meridiano do ponto.” (ROSA; BRITO, 1996, p.26).

Para Rocha (2002, p.25), o Equador é a referência para a latitude. Sendo de “0° a 90°, no hemisfério Norte, e de 0° a 90°, no hemisfério Sul, ou simplesmente de 0° a 90°, seguido da indicação da latitude Norte ou Sul.”

Rosa e Brito (1996, p.26) indicam a longitude de um lugar como a “distância angular entre um ponto qualquer da superfície terrestre e o meridiano inicial ou de origem (*Greenwich*), medida sobre o paralelo do ponto.”

Em contrapartida, as distâncias de longitudes são indicadas a partir do meridiano de Greenwich, de 0° a 180°, na direção Leste, ou de 0° a 180°, na direção Oeste. (ROCHA, 2002).

O Datum Geodésico foi definido para alcançar fórmulas de modelos matemáticos que pudessem representar de forma mais adequada a real superfície da terra. (FITZ, 2008). Esse sistema é a relação entre a superfície de referência (elipsoide) e o formato real da Terra (geoide), sendo assim o Datum a representação da superfície terrestre que é usada para levantamentos cartográficos georreferenciados. (FITZ, 2008).

De acordo com Rocha (2002), existem distintas superfícies de referência espacial; dessa maneira, o sistema geodésico é apropriado para cada região específica do planeta. O Datum de referência usado por muito tempo no território brasileiro foi o *South American Datum of 1969 - SAD 69*, entendido como a melhor adaptação ao continente americano. (ROCHA, 2002).

Ramos (2006) assevera que com o aumento da precisão locacional, oriundo das técnicas do Sistema de Posicionamento Global - GPS, pesquisou-se uma compatibilidade do sistema geodésico brasileiro para tal precisão. O projeto criado para esta adaptação foi o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas SIRGAS2000, que teve dimensões para o continente sul americano.

2.4.2.2 Coordenadas cartesianas

De acordo com D'Alge (2001, p.7), o sistema de coordenadas planas, é “[...] também conhecido por sistema de coordenadas cartesianas.” Origem é a denominação da intersecção de dois eixos perpendiculares. Esse estabelece como base para a localização de qualquer ponto do plano.

Nesse sistema de coordenadas, um ponto é representado por dois números reais, “[...] um correspondente à projeção sobre o eixo x (horizontal) e outro correspondente à projeção sobre o eixo y (vertical).” (D’ALGE, 2001, p.7). O sistema de coordenadas planas é utilizado com frequência para a representação da superfície terrestre em um plano. (D’ALGE, 2001).

Rocha (2002) afirma que há outro método para representar as coordenadas terrestres, são as coordenadas cartesianas tridimensionais (X, Y e Z), em que:

O sistema de coordenadas cartesianas possui a sua origem no centro da Terra, ou eixos X e Y pertencem ao plano do Equador e o eixo Z coincide com o eixo de rotação da Terra. O eixo Z passa pelo meridiano de Greenwich. São muito utilizadas no software devido á facilidade de programação. (ROCHA, 2002, p.26).

Seguindo o autor citado, essas coordenadas são utilizadas no posicionamento de satélites, e as medições topográficas em geral, no referido sistema de coordenadas não representam de maneira conveniente as altitudes. (ROCHA, 2002).

2.4.3 Álgebra de mapas

Para Rocha (2002), a operação algébrica de mapas constitui-se em um conjunto de ferramentas, sendo essa fundamental à combinação matemática de *layers* de mapas. A modelagem é uma sistematização que consente combinar mapas de acordo com variadas operações matemáticas.

Silva (2007, p.60) assevera que é possível ter:

[...] uma equação que prescreva a temperatura média anual com a altitude e poderia se criar mapas de potencial de erosão do solo baseado em fatores de erodibilidade, gradiente de taludes e intensidade de chuva. Seria necessário modificar valores nos mapas por operações e transformações, combinando fatores, matematicamente, para produzir o resultado final.

De acordo com Silva (2007), são operações que estão dentro do processo operacional do sistema: “Modificar aritmeticamente os valores dos atributos sobre o espaço por uma constante, transformar valores de atributos por uma operação padrão, tais como funções trigonométricas, e transformações logarítmicas”, ajustar matematicamente distintos *layers* de dados para gerar um resultado composto por meio das principais operações matemáticas. (SILVA, 2007, p.60).

2.5 ANÁLISE MULTICRITERIAL

A tomada de decisão é um processo que compromete especialmente os vários campos da experiência humana: Ciências sociais, ambiental, tecnológica e jurídica. Para selecionar, ordenar, classificar ou descrever as alternativas para a tomada de decisão, usa-se a metodologia chamada de multicritério. (GOMES, 2007).

Marins et al. (2009, p.1779) afirmam que em ambiente complexo o processo de decisão dificulta a tomada de decisão, “pois pode envolver dados imprecisos ou incompletos, múltiplos critérios e inúmeros agentes de decisão. Além disso, os problemas de decisão podem também ter vários objetivos, que acabam sendo conflitantes entre si.”

A tomada de decisão deve procurar uma alternativa que expressa a melhor avaliação, a melhor atuação ou o melhor acordo do decisor entre as perspectivas, analisando a semelhança entre os elementos. (MARINS et al., 2009).

Para Marins et al. (2009, p.1779), deve-se compreender “a decisão como um processo de análise e escolha entre várias alternativas disponíveis do curso de ação que a pessoa deverá seguir.” Na solução de problemas de tomada de decisão por meio da análise de multicritério faz-se necessária a atribuição de pesos e critérios que devem ser avaliados e respeitados. (GOMES, 2007).

Os métodos multicritérios acrescentam um apecto expressivo na tomada de decisão, no grau em que não apenas admitem a abordagem de problemas considerados difíceis e, por esse motivo, “não tratáveis pelos procedimentos intuitivo-empíricos usuais, mas também conferem ao processo de tomada de decisão clareza e consequentemente transparência. (MARINS et al., p.1779). A abordagem de multicritérios é utilizada no geoprocessamento para a construção de um SIG no que compete à busca de um resultado mais concreto. (MOURA, 2007).

Freitas, Marins e Souza (2006, p.52) concluem que:

A utilização da Metodologia Multicritério é favorável para problemas complexos, com diversos tipos de decisões e pontos-de-vista, considerados fundamentais no processo decisório, induzindo a situações conflitantes e de difícil mensuração e, em muitos casos, utilizam variáveis de ordem qualitativa.

Gomes (2007) apresenta os principais métodos, como métodos *Electre*, métodos *Prométhée*, método *Todim*, método *Macbeth*, método dos conjuntos aproximados, análise verbal de decisões, teoria da Utilidade Multiatributo, e método de análise hierárquica.

2.5.1 Análise hierárquica

Por volta do ano 1978, na Universidade da Pensilvânia, o professor Thomas Saaty desenvolveu um método que auxilia na atribuição dos pesos dos planos de informação, para determinar a contribuição relativa de cada um e assim, definir a categorizar as variáveis, bem como pesos dos componentes de legenda dessas variáveis. (MOURA, 2007).

O método de multicritério Análise Hierárquica AHP (*Analytic Hierarchy Process*) vem sendo amplamente utilizado e conhecido no apoio à tomada de decisões, na resolução de conflitos negociados, e em problemas com múltiplos critérios. (FREITAS; MARTINS; SOUZA, 2006). No entender de Gomes (2007), a

aplicabilidade do método AHP para a resolução de um problema começa com a formatação de uma ordem hierárquica de objetivos ou critérios representativos dos diferentes pontos de vista que estão envolvidos na sua representação a fim de resolvê-lo.

De acordo com Lucena (2003, apud MARTINS, 2011), o método AHP tem como princípio a representação de uma dificuldade, por meio de uma estruturação hierárquica, priorizando fatores quantitativos ou qualitativos na análise de opções. Essa técnica segue quatro etapas principais: “estruturação hierárquica; comparação paritária dos elementos em cada nível do sistema; princípio da priorização e síntese de prioridades”. (LUCENA, 2003, apud MARTINS, 2011, p.71).

Somado às vantagens de ser um método simples, de fácil uso e com habilidade para lidar com as estruturas mais complexas, o método AHP possui três vantagens que o tornam diferente de outros métodos de tomada de decisão: “(i) habilidade de lidar com atributos tangíveis e intangíveis; (ii) habilidade de estruturar problemas de forma hierárquica; e (iii) habilidade de monitorar a consistência com que um decisor faz um julgamento.” (CHAN; CHAN 2004 apud MARTINS, 2011, p.71).

Silva e Belderrain (2005 apud MARTINS, 2011, p.71) afirmam que a aplicação do AHP “pode ser dividida em etapas de estruturação hierárquica do problema de decisão e modelagem do método propriamente.” Na estruturação da hierarquia, seu topo, no método AHP, apresenta um objeto global ou um critério de síntese, seguindo dos níveis inferiores atribuem aqueles critérios que causam algum impacto no critério do nível anterior. (LOPES, 2004 apud MARTINS, 2011).

Para que se tenha uma modelagem bem sucedida, todos os detalhes ressaltantes para a reprodução do problema devem ser inseridos na construção das hierarquias, ponderando o ambiente que abrange o problema e abrangendo todos os tomadores de decisão. (CRUZ JUNIOR; CARVALHO, 2003 apud MARTINS, 2011).

“Caso haja um aumento das informações disponíveis ou mudança ambiental significativa, pode-se tornar necessário reestruturar a árvore hierárquica, para conter os novos elementos.” (CRUZ JUNIOR; CARVALHO, 2003 apud MARTINS, 2011, p.72).

Para a modelagem do método, é necessária a construção de uma matriz de preferências, na qual é feita uma comparação, par a par, de cada elemento em determinado nível hierárquico. (MARTINS, 2011). Essas comparações são feitas na

escala 1 a 9, interpretando-se as possíveis leituras, conforme a escala do professor Thomas Saaty (Quadro 1). (GOMES, 2007).

Quadro 1 - Escala do professor Thomas Saaty

Escala numérica	Escala Verbal	Explicação
1	Ambos os elementos são de igual importância	Ambos os elementos contribuem para a propriedade de igual forma
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro	A experiência e a opinião favorecem um elemento sobre o outro
5	Forte importância de um elemento sobre o outro	Um elemento é fortemente favorecido
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro	Um elemento é favorecido pelo menos com uma ordem de magnitude de diferença
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes	Usados como valores de consenso entre as opiniões

Fonte: Roche (2004 apud MARINS et al., 2009).

De acordo com Martins (2011), a partir da matriz pronta, faz-se necessária a divisão de cada elemento da matriz pela soma da coluna a qual ele pertence; na sequência, obtém-se a média de cada critério, na qual é chamada de vetor, dada pela média aritmética de cada linha, resultando, assim, no peso de cada critério.

A vantagem do método AHP em relação aos outros métodos de multicritérios é que, no emprego deste, é possível conferir a qualidade dos dados de entrada. Desse modo, no método AHP, é possível verificar a coerência dos julgamentos, com a análise do autovalor (λ), e se tais julgamentos forem coerentes entre si, o autovalor máximo (λ máximo) será o mesmo que o da ordem da matriz. (SALOMON; SHIMIZU, 2006 apud MARTINS, 2011).

Martins (2011, p.73) afirma que “o método AHP admite que a inconsistência pode ser inerente ao comportamento humano.” A partir disso, Thomas Saaty elaborou o cálculo da Razão de Consistência (RC). Devincenzi (2004 apud MARTINS, 2011) assevera que para avaliar a consistência do resultado, indicando se os elementos estão logicamente relacionados, foi proposto por Saaty (1980) o seguinte procedimento:

- a) Estima-se inicialmente o autovalor (λ máximo). A estimativa pode ser realizada pela seguinte equação: λ máximo = $w \cdot v$, onde w é calculado pela soma das colunas da matriz de comparações e o vetor prioridade v ;
- b) Calcula-se então, o Índice de Consistência (IC), através da seguinte expressão: $IC = (\lambda \text{ máximo} - n) / (n - 1)$. (SAATY, 1980 apud MARTINS, 2011, p.74).

Para o referido autor, pode-se calcular a RC a partir do cálculo do IC, ressaltando que a RC é a razão entre o IC e um Índice de Consistência Aleatória (CA), a qual é fornecida pela equação: $RC = IC / CA$. “O índice CA, apresentado na tabela 1, é proveniente de uma amostra de 500 matrizes recíprocas positivas, geradas aleatoriamente, de tamanho até 15 por 15.” (DEVINCENZI, 2004 apud MARTINS, 2011, p.74).

Tabela 1 - Valores de CA em função da ordem da matriz

Ordem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: Saaty (1980 apud CAVASSIN, 2004).

A razão de consistência torna-se aceitável quando seu resultado for menor que 0,10, ou seja, quando o valor do Índice de Consistência for menor ou igual a 10% que o Índice Aleatório. É necessário, então, que as comparações da referida matriz sejam revistas novamente se, por algum motivo, o Índice de Consistência for insatisfatório. (DEVINCENZI, 2004 apud MARTINS, 2011).

A seleção de indicadores particulares para a análise da relação entre variáveis e “assim atribuir pesos, que são a hierarquia de participação de cada uma no resultado final”, torna-se uma estratégia eficaz. (MOURA, 2007, p.2904). “A análise de multicritérios se destina ao desenvolvimento de estudos caracterizadores da realidade vigente e preditivos de situações futuras.” (MOURA, 2007, p.2904).

3 METODOLOGIA

O Trabalho de Conclusão de Curso “Abordagem multicriterial aplicada à identificação de áreas de interesse ambiental no município de Criciúma, SC” faz parte da linha de pesquisa “Gerenciamento e Planejamento Ambiental” do Curso de Engenharia Ambiental.

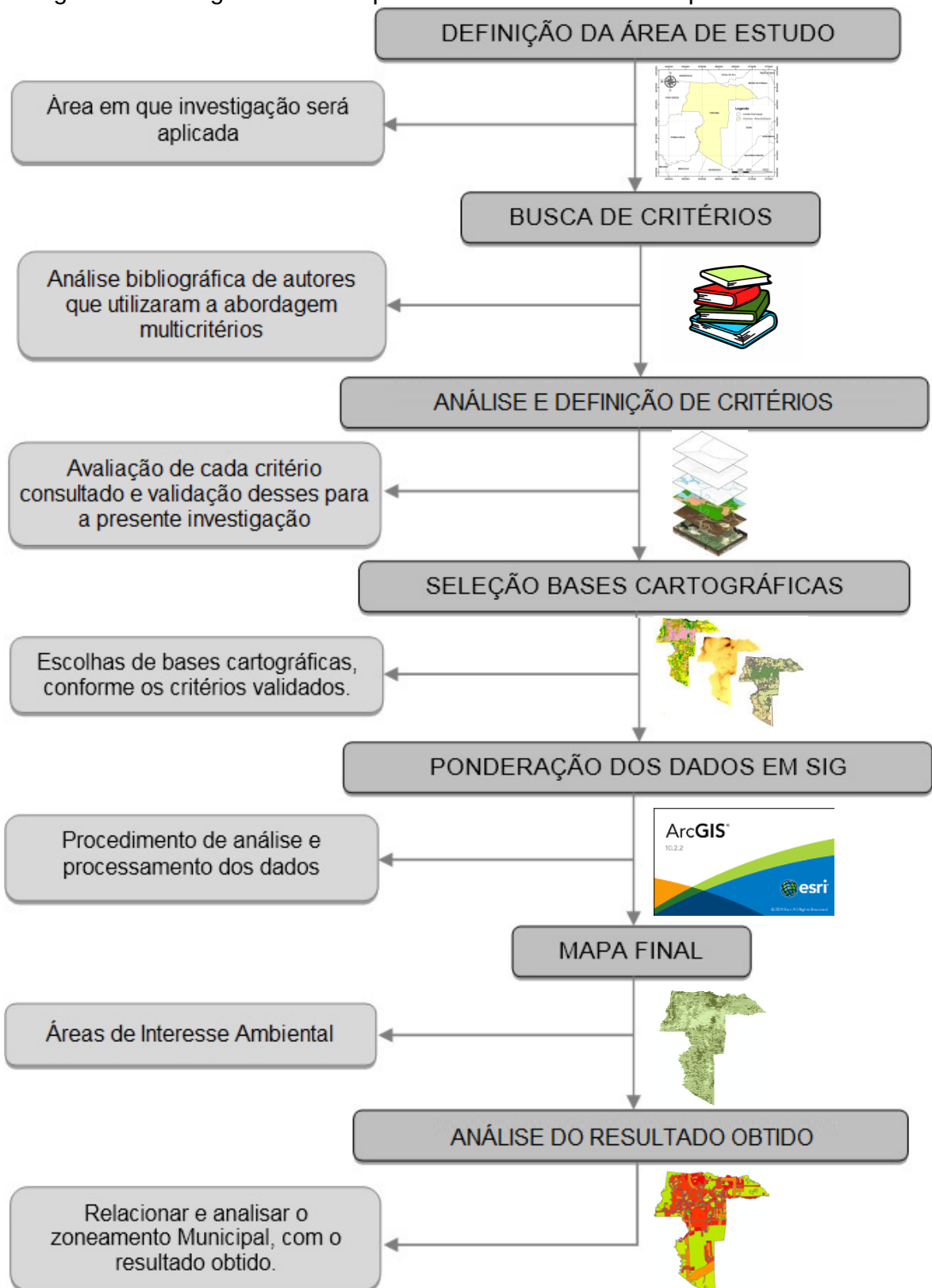
Toda pesquisa, para seu bom desempenho, necessita de uma metodologia articulada. Segundo Gil (2002, p.17), “pode-se definir pesquisa como procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos.” Assim, a metodologia é fundamental para sistematização, continuidade e articulação de uma investigação científica.

O presente trabalho é classificado como uma pesquisa; tem característica de natureza aplicada, pois tem como objetivo aplicar os conhecimentos de uma pesquisa básica para a resolução de problemas específicos. Possui um caráter de coleta e análise de dados descritivos, enquadrando-se como uma abordagem quantitativa. (MORESI, 2003).

Em relação à finalidade da pesquisa, de acordo com os objetivos propostos, a mesma está enquadrada como pesquisa descritiva, pois serão destacadas as características do ambiente natural em estudo, estabelecendo cenários entre a situação atual e a futura. A coleta de dados é característica desse tipo de pesquisa, em que os dados serão obtidos por meio de análise espacial. O estudo ainda possui o caráter de levantamento e uso de informações quantitativas, dessa forma obtendo-se uma visão ampla da problemática estudada. (GIL, 2002).

A metodologia elaborada para a realização desta investigação está apresentada na figura 1.

Figura 1 - Fluxograma das etapas de desenvolvimento do presente estudo



Fonte: Da autora (2016).

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo será realizado no município de Criciúma, localizado na Região Sul de Santa Catarina, de acordo com a figura 2. Segundo as estatísticas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2015, o município conta com 206.918 habitantes e possui um limite territorial de 235,71 km². Ao longo da sua extensão encontram-se diversos tipos de uso do solo, como atividades industriais, áreas degradadas pela atividade de extração de carvão mineral, locais de ocupação humana e espaços de proteção ambiental.

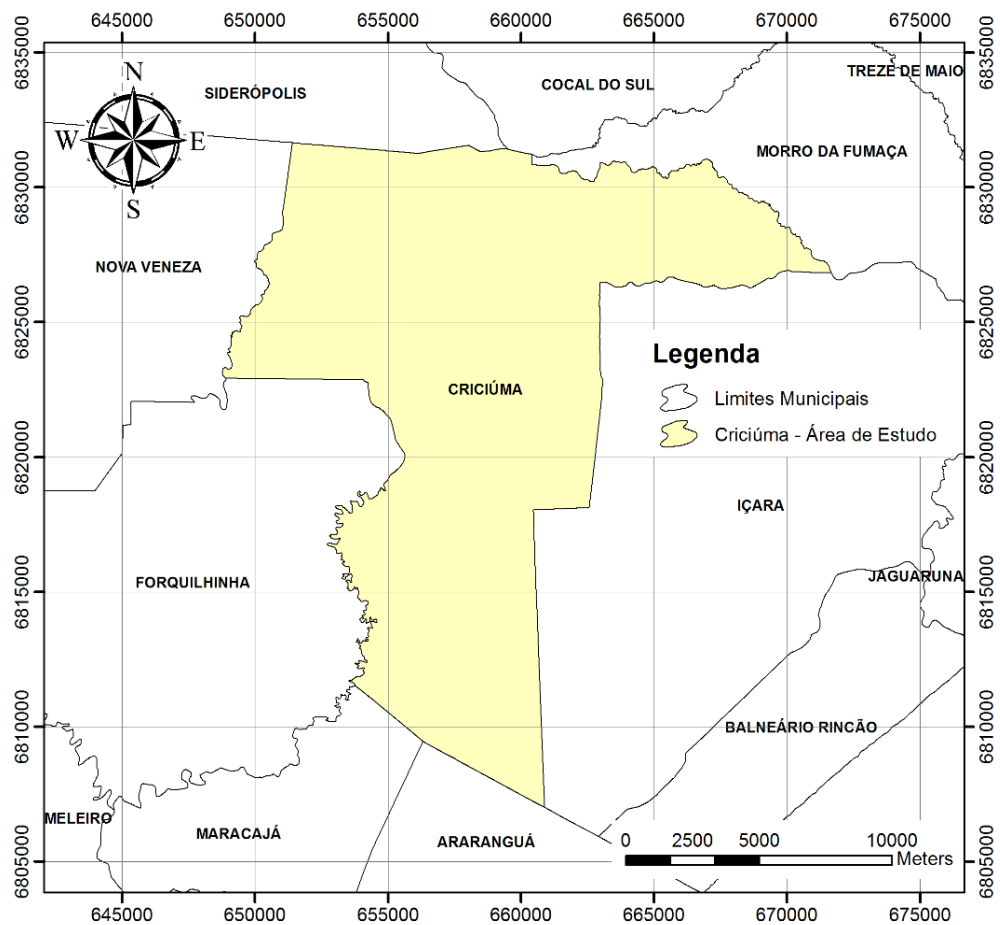
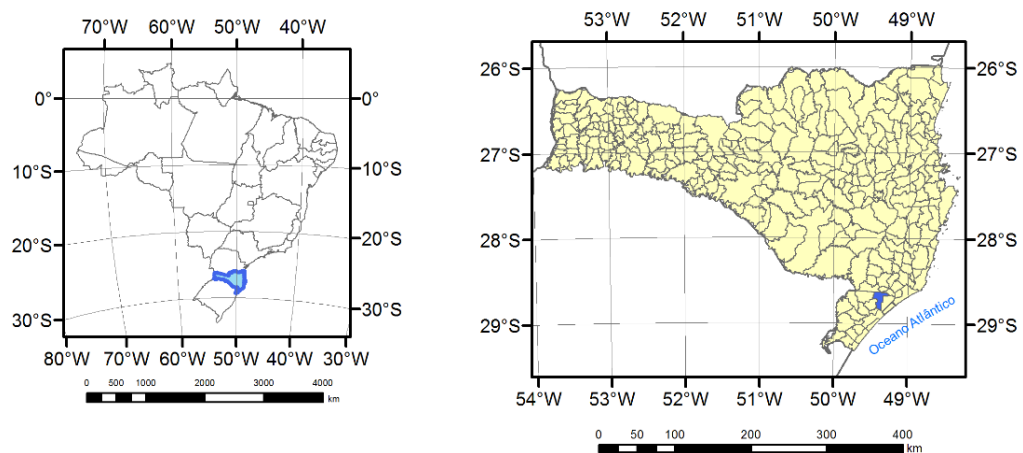
O município de Criciúma conta com um Plano Diretor instituído em 2012, que conta com um conjunto de normas urbanísticas compostas, basicamente, por Código de Obras; Lei de parcelamento do solo; Lei de uso e ocupação do solo e Lei de zoneamento. O Zoneamento é a base do Plano, pois determina um modelo espacial de cidade, organiza a área e sua expansão, controlando o uso e a ocupação do solo, ou seja, regula a capacidade e a aptidão do solo. (CRICIÚMA, 2007; UNESCO, 2007; IPAT, 2007). O território de Criciúma, conforme o Zoneamento Municipal está dividido da seguinte forma: Zonas de Centros (ZC), Zonas Residenciais (ZR), Zonas Mistas (ZM), Zonas Industriais (ZI), Zonas de Especial Interesse (ZEI), Zonas de Áreas de Proteção Ambiental (Z-APA); Zona Rururbana (ZRU); Zona Agropecuária e Agroindustrial (ZAA); e Zonas Mineradas em Subsolo (ZMIS). (CRICIÚMA, 2012).

A cobertura vegetal do município é classificada como Floresta Ombrófila Densa, e, segundo as variações altitudinais e latitudinais, subdivide-se nas formações Floresta das Terras Baixas e Submontana. A vegetação que compõe a Floresta Ombrófila Densa no município é caracterizada como mosaicos de comunidades em diferentes estágios de desenvolvimento, como inicial, médio e avançado. Esses mosaicos constituem-se em manchas que se diferem na cor, no tamanho, no porte da vegetação, na estrutura, na composição florística, na idade, na história e na inclinação do terreno e exposição à luz. (IPAT, 2007).

Os solos dessa área de estudo são identificados e classificados como: NITOSSOLO Vermelho Estrófico, ARGISSOLO Vermelho Distrófico, ARGISSOLO Vermelho Amarelo Alumínico, CAMBISSOLO Háplico Alumínico, CAMBISSOLO Háplico Eutrófico, NEOSSOLO Litólico Entrófico, GLEISSOLO Háplico Alumínio. (IPAT, 2007).

As formações geológicas do município de Criciúma são identificadas como Formação Rio Bonito e Formação Palermo. O município conta, também, com um conjunto de estratos sedimentares, como a Formações Irati. (IPAT, 2007).

Figura 2 - Localização da Área de Estudo



Fonte: Da autora (2016).

3.2 BASES CARTOGRÁFICAS

As bases cartográficas, que tiveram grande influência nesta investigação foram elencadas conforme quadro 2.

Quadro 2 - Bases cartográficas do presente estudo

Critério	Fonte	Datum	Ano
Modelo digital do terreno	SDS	SIRGAS-2000	2010
Mapa de cobertura vegetal	IPAT	SAD-69	2007
Mapa pedológico	IPAT	SAD-69	2007

Fonte: Da autora (2016).

3.3 PRÉ-PROCESSAMENTO DOS DADOS

Na etapa de pré-processamento de dados, realizaram-se as correções das bases cartográficas. Estas foram trabalhadas com o *software* ArcGIS® versão 10.2, e projetadas para um mesmo Datum, SIRGAS 2000, e depois passadas para coordenadas UTM Fuso 22s. Por meio do *software* empregou-se o uso de ferramentas para a tabulação das informações, classificação de dados, junção de camadas e sobreposição das informações.

3.4 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INTERESSE AMBIENTAL PELO MÉTODO AHP

Para a delimitação das áreas de interesse ambiental, foram definidos os critérios ambientais, seguidos do mapeamento e da análise das variáveis, aplicando-se, assim, o método de decisão multicriterial.

Os pesos foram atribuídos conforme a escala do professor Thomas Saaty, a partir do método AHP, em que se expressa a importância ou ordem de importância dos fatores no processo de tomada de decisão. Esse método baseia-se na elaboração de uma hierarquia de comparação entre os critérios, de acordo com a importância relativa entre pares de critérios.

3.4.1 Critérios ambientais

Para este trabalho, os critérios ambientais, primeiramente, foram pesquisados em referências; depois aqueles que tiveram maior importância para esta investigação foram definidos e justificados.

3.4.1.1 Busca de critérios ambientais

A busca de critérios ambientais foi realizada por meio de pesquisa em autores que os empregaram para a realização de seus estudos. Em seguida, foram tabulados os critérios. Dessa maneira é que se procedeu a escolha de critérios relevantes para a presente investigação.

Tabela 2 - Critérios ambientais analisados

Critérios	Borges et al. ¹	Dalmas et al. ²	Valente ³	Calijuri et al. ⁴
Declividade	X	X		X
Uso do solo	X	X	X	
Hipsometria	X			X
Pedologia	X	X	X	
Distância das áreas urbanas		X	X	X
Distância das principais vias		X	X	X
Distância da rede hidrográfica			X	
Zona de cisalhamento		X		
Hidrografia		X		X
Geologia				X
Geomorfologia				X

Fonte: ¹Borges et al. (Utilização de técnicas de geoprocessamento para a elaboração de cotas de inundações: estudo de caso do Parque Ecológico do rio Paranaíba, 2015), ²Dalmas et al. (Geoprocessamento aplicado à gestão de resíduos sólidos na UGRHI-11 Ribeira de Iguape e Litoral Sul, 2011), ³Valente (Definição de áreas prioritárias para conservação e preservação florestal por meio da abordagem multicriterial em ambiente SIG, 2005), ⁴Calijuri et al. (Identificação de Áreas para Implantação de Aterros Sanitários com Uso de Análise Estratégica de Decisão, 2002).

Para Borges et al. (2015), o método de multicritérios se torna uma ferramenta bastante útil quanto aliado às técnicas de geoprocessamento. Para Dalmas et al. (2011), o uso de técnicas diversificadas de análise multicritério se revela como uma ferramenta fundamental na procura de espaços competentes para

a construção de aterros sanitários, podendo ser bem empregado no planejamento físico-territorial.

Valente (2005) certifica que a abordagem multicriterial permite demarcar áreas prioritárias para a conservação e preservação florestal, apontando ao desenvolvimento da biodiversidade regional. Para o referido autor, a utilização desse procedimento demanda um conhecimento adequado da paisagem a ser analisada, pois os pesos de compensação, de ordenação e as alternativas propostas precisam ser definidos com precisão e conveniência. (VALENTE, 2005). Calijuri et al. (2002) afirma que o método, juntamente com o SIG, admite a integração de informações espaciais para tomada de decisão no processo de avaliação e seleção de áreas para a instalação de empreendimentos impactantes.

3.4.1.2 Definição dos critérios e justificativas

Para o presente estudo, deu-se prosseguimento com as escolhas dos critérios, que foram mais utilizados por diferentes autores e que vieram a ser determinantes para a aplicação deste trabalho. Diante disso, foram definidos os critérios de Hipsometria, declividade, uso e ocupação do solo e pedologia.

3.4.1.2.1 Hipsometria (Altitude)

Áreas com maior nível de altitude são menos propícias à ocupação, ressaltando-se, também, que as nascentes são encontradas em locais com elevada altitude, tornando-se, assim, áreas de interesse ambiental.

3.4.1.2.2 Declividade

Não será permitido parcelamento do solo em áreas que possuem declividade maior que 30% de inclinação. (CRICIÚMA, 1999). As áreas com maior declividade, que possuem solo com cobertura inadequada ou descoberta, podem ser as causadoras dos deslizamentos, produzindo, desse modo, sedimentos que podem afetar outras áreas florestais que já alcançaram estabilidade. (KHAN et al., 2001 apud VALENTE, 2005). Nessa condição, essas áreas podem ser consideradas áreas de interesse ambiental.

3.4.1.2.3 Uso e ocupação do solo

O critério de uso e ocupação do solo também pode ser representado por paisagem, a qual apresenta elementos que têm influência direta e indiretamente no funcionamento de ecossistemas e dos recursos naturais (MCGARIGAL; MARKS, 1995 apud VALENTE, 2005), não deixando de ser considerada uma área ampla de interesse ambiental.

3.4.1.2.4 Pedologia

A característica de cada tipo de solo, por sua vez, pode tornar um solo mais passivo de erosão do que os outros, mesmo quando os fatores que interferem no mesmo são similares. Diante disso, os solos que estão mais suscetíveis à erosão devem ter uma maior atenção. (ROSA et al., 2000 apud VALENTE, 2005). As características dos solos também estão ligadas ao seu uso que, por sua vez, tende a ser de áreas de interesse ambiental.

3.4.2 Mapeamento e análise dos critérios

Esta seção apresenta a metodologia utilizada para o mapeamento dos critérios, assim como a divisão destes em classes.

Portanto, os mapas foram elaborados de acordo com os critérios descritos abaixo. Também foram atribuídos os pesos para cada classe, selecionados em uma escala de 1 até 10, em que 10 é o valor com maior importância quanto às áreas de interesse ambiental e 1 é o menor valor.

3.4.2.1 Mapa hipsométrico

O mapa de Hipsometria é a representação gráfica do relevo de diferentes regiões do município de Criciúma e representa os diversos níveis de elevação dos terrenos no município em relação ao nível do mar.

O mapa foi obtido através da classificação do modelo digital do terreno (MDT) e posterior reclassificação, cujas classes altimétricas foram separadas em um intervalo, de acordo com o relatório dos mapas temáticos realizado pelo Instituto de

Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT (2007), totalizando seis (06) classes. Os pesos atribuídos às classes de altitude foram aplicados conforme o Tabela 3.

Tabela 3 - Pesos estabelecidos para o critério de Hipsometria

HIPSOMETRIA	PESO
0-10 metros	1
10-25 metros	1
25-50 metros	3
50-100 metros	5
100-200 metros	7
> de 200 metros	10

Fonte: Da autora (2016).

3.4.2.2 Mapa de declividades

A declividade é a medida do grau de inclinação de um terreno, podendo ser expresso em porcentagem ou em graus. O mapa tem por finalidade fornecer informações essenciais sobre as diferentes declividades encontradas na área de estudo, sendo este, gerado a partir do processamento do MDT. Diante do exposto, foi possível categorizar as classes de declividade de acordo com a EMBRAPA (2006), de acordo com o que foi especificado na tabela 4.

Tabela 4 - Pesos estabelecidos para o critério de declividade

DECLIVIDADE	PESO
0 - 3% - Plano	1
3-8% - Suavemente ondulado	1
8-20% - Ondulado	3
20-45% - Fortemente ondulado	5
45-75% - Montanhoso	9
>75% - Fortemente Montanhoso	10

Fonte: Da autora (2016).

3.4.2.3 Mapa de uso e ocupação do solo

Para a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo, usou-se a base cartográfica Cobertura Vegetal da IPAT (2007). O mapa de uso e ocupação do solo

apresenta informações relacionadas à forma como o território do município de Criciúma está sendo utilizado. Com isso, é possível identificar e classificar os diferentes usos que estão presentes na área de estudo. As classes de uso e ocupação do solo foram agrupadas e ponderadas conforme tabela 5.

Tabela 5 - Pesos estabelecidos para o critério de uso e ocupação do solo

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	PESO
Área urbana	1
Cultivo agrícola	3
Vegetação herbácea	5
Reflorestamento	5
Área degradada	4
Vegetação arbórea	10
Massa d' água	10

Fonte: Da autora (2016).

3.4.2.4 Mapa pedológico

O mapa pedológico traz informações importantes a respeito dos tipos de solo existentes no município. Por meio dele, é possível inferir quais são os solos com maior suscetibilidade à erosão e determinar que estes devam ser considerados na delimitação das áreas verdes e/ou áreas de interesse ambiental. Para a elaboração deste estudo, utilizou-se como base o mapa pedológico do município, que foi elaborado pelo IPAT (2007). Com isso, foram determinadas as classes de solo no município, conforme tabela 6.

Tabela 6 - Pesos estabelecidos para o critério de pedologia

PEDOLOGIA	PESO
Gleissolo	1
Área Urbana	1
Bota fora + Área de Empréstimo	3
Nitossolo	3
Cambissolo	7
Argissolo	10

Fonte: Da autora (2016).

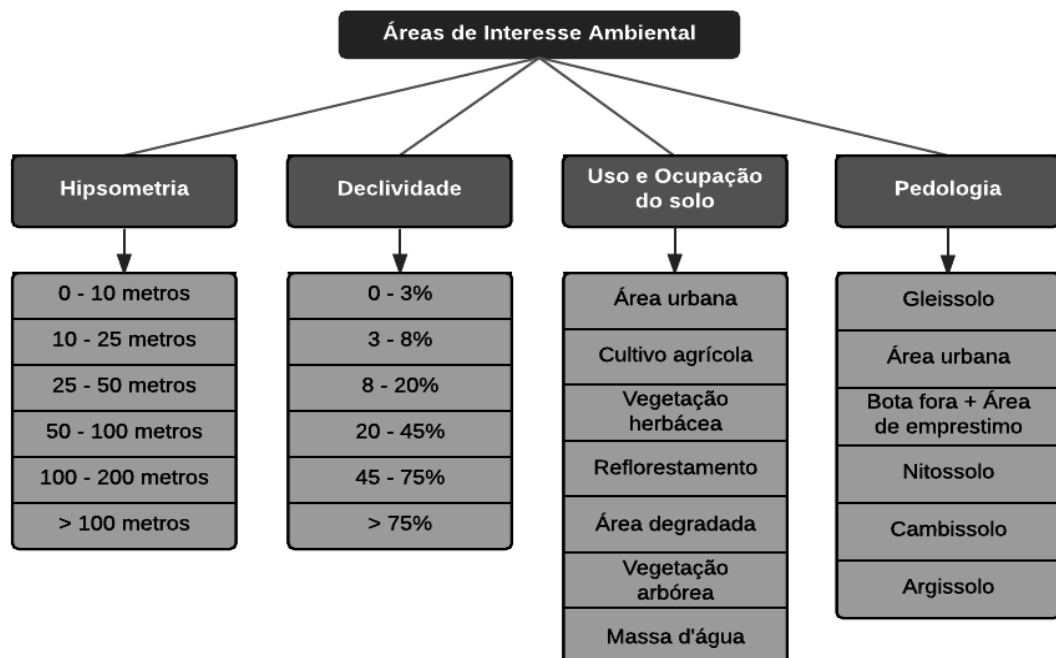
3.4.3 Aplicação do método de decisão multicriterial

O mapa de áreas de interesse ambiental será o resultado do cruzamento das quatro variáveis representadas nos mapas elaborados e envolverá duas fases, a teórica e a operacional. A teórica se caracteriza pela definição dos critérios de cruzamento; a operacional, pelo cruzamento dos mapas a partir da ferramenta de álgebra de mapas do ArcGIS® versão 10.2.

3.4.3.1 Fase teórica

Na primeira etapa, o problema foi estruturado de forma hierárquica, aparecendo primeiro o seu objetivo e o resultado do estudo, depois os critérios ambientais selecionados e, por fim, suas classes. A estrutura hierárquica está representada na figura 3.

Figura 3 - Organograma da estrutura do problema hierarquizada



Fonte: Da autora (2016).

Para definir a importância relativa de cada critério na delimitação das zonas de interesse ambiental, realizou-se a comparação dois a dois dos critérios elencados, de acordo com a escala proposta por Saaty (1978), apresentada no quadro 1, cujo valor 1 é considerado de menor e o 9 de maior importância de um

sobre o outro. Após a avaliação dos elementos, elaborou-se a matriz de comparação, conforme é apresentado na tabela 7.

Tabela 7 - Matriz de comparação pareada

CRITÉRIOS	Uso e Ocupação do solo	Hipsometria	Declividade	Pedologia
Uso e ocupação do solo	1	9	3	3
Hipsometria	0,11	1	0,20	1
Declividade	0,33	5	1	3
Pedologia	0,33	1	0,33	1

Fonte: Da autora (2016).

Como interpretação, toma-se como exemplo a comparação do critério Uso e Ocupação do Solo, com Hipsometria. O critério de Ocupação e Uso do Solo teve uma importância extrema sobre a Hipsometria. Essas comparações pareadas fornecem pesos para cada alternativa, de acordo com cada critério. Os pesos são obtidos por meio do cálculo do autovalor, conforme proposto por Saaty (1980), e estão representados na tabela 8.

Tabela 8: Determinação de ponderações.

CRITÉRIOS	Uso e Ocupação do solo	Hipsometria	Declividade	Pedologia	Ponderação
Uso e ocupação do solo	0,56	0,56	0,66	0,38	0,54
Hipsometria	0,06	0,06	0,04	0,13	0,07
Declividade	0,19	0,31	0,22	0,38	0,27
Pedologia	0,19	0,06	0,07	0,13	0,11

Fonte: Da autora, 2016.

Dessa forma, o mapa de Uso e Ocupação do Solo teve peso de 0,54; o mapa de Hipsometria teve peso de 0,07; o mapa de Declividade teve peso de 0,27; e o de Pedologia 0,11.

A partir da escolha dos pesos dos critérios para elaboração do mapa final de áreas de interesse ambiental, o método AHP apresenta uma razão de consistência, a qual deve ser inferior a 0,10. A razão de consistência alcançada foi

de 0,07, constatando-se, assim, a coerência na hierarquização dos dados analisados.

3.4.3.2 Fase operacional

Com a definição dos pesos, procedeu-se a álgebra de mapas, em que todos foram sobrepostos para a geração do mapa final. Para tanto, utilizou-se a ferramenta *Raster Calculator do software ArcGIS®* versão 10.2.

De início, realizou-se a captura dos valores das células contidas no arquivo *raster* referente às classes elencadas em cada critério. Em seguida, os valores foram processados algebricamente por meio da equação:

$$\text{Mapa Final} = (\text{UOS} \times 0,54) + (\text{HIP} \times 0,07) + (\text{DEC} \times 0,27) + (\text{PED} \times 0,11)$$

Legenda:

UOS: Uso e Ocupação do Solo

HIP: Hipsometria

DEC: Declividade

PED: Pedologia

Consequentemente, o valor foi armazenado em um novo arquivo *raster* (*pixel* = 5 m), o qual deu a origem ao mapa final. Este contém valores que variam de 0 a 10, cujos valores mais próximos de 0 (zero) são referentes às áreas com menor importância e os valores mais próximos de 10 às áreas com um maior grau de importância para as zonas de interesse ambiental. Por fim, o resultado obtido foi relacionado e analisado com o Zoneamento Municipal.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

4.1 CATEGORIZAÇÃO DOS MAPAS

Cada critério estabelecido foi caracterizado, a partir disso, os diferentes parâmetros qualitativos e descritivos foram categorizados.

4.1.1 Uso e ocupação do solo

Foram obtidas sete classes de uso do solo a partir da análise do Mapa de uso e cobertura vegetal do Município de Criciúma. (IPAT, 2007). As classes foram adotadas conforme o quadro 3, na qual consta cada área que estas representam:

Quadro 3 - Classificação do mapa de uso e ocupação do solo

Classificação	Abreviatura	Área (ha)	Área (%)
Vegetação Arbórea	VAR	4.650,91	20,08
Vegetação Herbácea	VHE	3.853,31	16,63
Área Urbana	URB	4.540,10	19,60
Cultivo Agrícola	AGR	6.274,20	27,09
Reflorestamento	REF	2.251,38	9,72
Área Degradada	ADR	1.558,26	6,73
Massa D'agua	MDA	36,44	0,16

Fonte: Da autora (2016).

De acordo com o quadro 3, a classe que contempla a maior área, é a de cultivo agrícola (27%), esta se caracteriza como uma fonte de renda ativa inseridas nessa classe encontram-se as plantações, como milho, arroz, banana, entre outras as terras preparadas para o plantio e as culturas em crescimento. E a classe de vegetação arbórea, em médio estágio de regeneração, abrangendo 20% da área do Município.

Formam as áreas urbanizadas (19,6%) do município os conjuntos habitacionais, caracterizados como residências, o comércio, os edifícios, as escolas, os empreendimentos, entre outros. Estes são locais que não apresentam mais suas características naturais devido à sua ocupação.

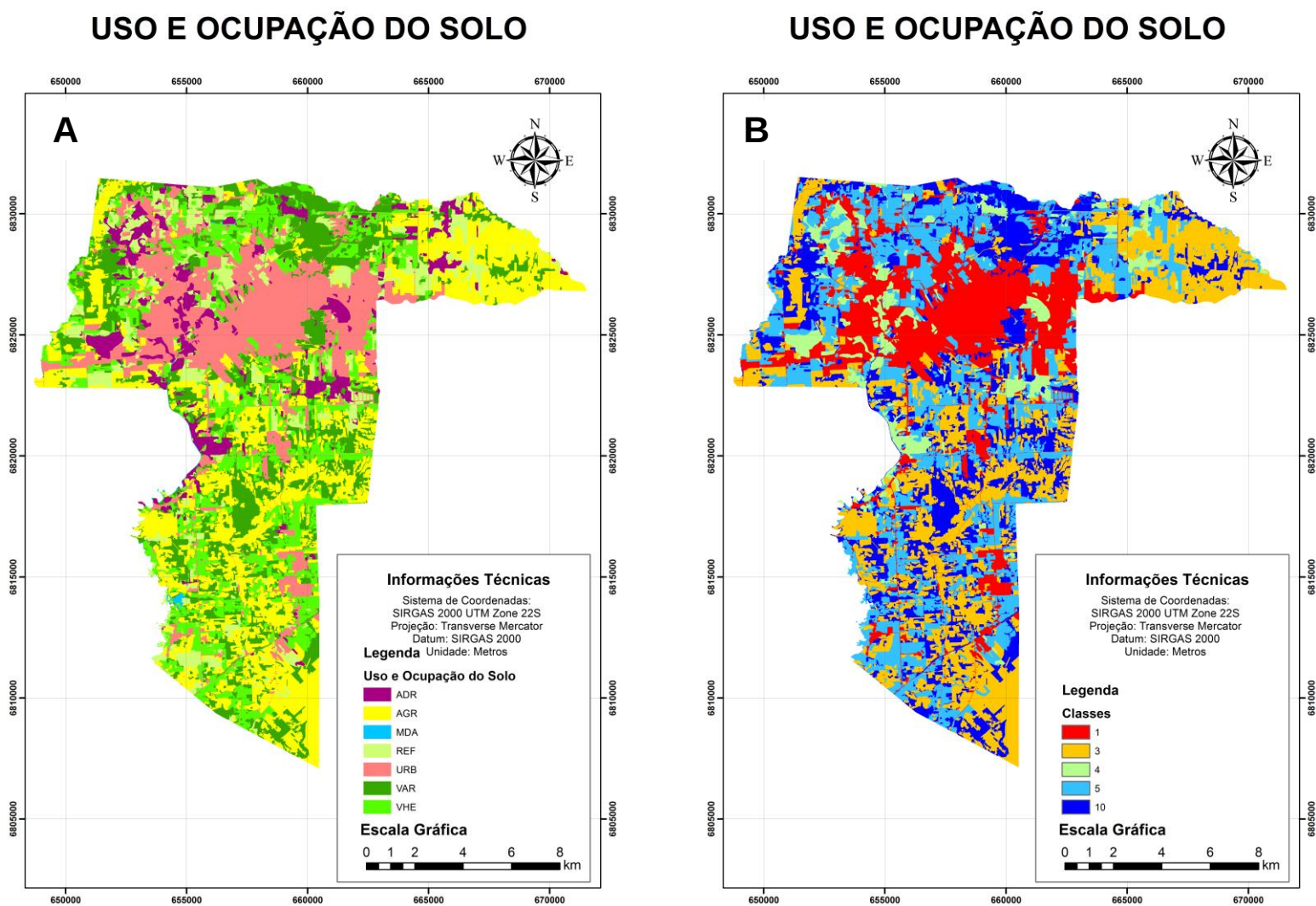
Na área de estudo, encontram-se também a vegetação herbácea (16,6%), que é caracterizada como estágio de regeneração inicial. Já área com vegetação de reflorestamento (9,7%) é aquela no qual não caracteriza a original, sendo assim plantações de culturas e árvores do tipo eucalipto e pinus estão presentes nesta.

As áreas que sofrem deposição de rejeitos oriundos da extração de carvão são as áreas degradadas (6,7%), no qual ainda não foram recuperadas, estando assim totalmente descaracterizadas.

O município de Criciúma conta com a presença de lagos, lagoas e açudes, nos quais são caracterizados como massa d'água, que contemplam uma área pequena (0,16%).

A partir das características de cada classe deste critério a categorização foi realizada e baseada nestes diferentes usos de solo (figura 4).

Figura 4 - A) Mapa Uso e Cobertura Vegetal. B) Mapa Uso e Cobertura Vegetal Reclassificado



Fonte: Da autora (2016).

As classes com maior peso (10) estão representadas pela vegetação arbórea e massa d'água. A vegetação arbórea é uma classe que está distribuída por todo o município e tem a função de melhorar a qualidade de vida da população e a qualidade ambiental, podendo ser caracterizada como área verde do município. A classe de massa d'água, enquadrada como recurso hídrico, possui extrema importância de preservação.

As classes com peso quatro (05) são compostas pela vegetação de reflorestamento e vegetação herbácea. Distribuídas em diferentes áreas no mapa, elas não possuem características de formação original, mas funções semelhantes às das vegetações nativas. Diante disso, essa classe tem um nível razoável de importância em relação à preservação e à conservação ambiental.

A classe com peso cinco (04) é representada pelas áreas degradadas. Locais estes que sofreram alteração pela deposição de rejeito de carvão mineral, podendo ser consideradas áreas de um nível médio de importância para a preservação ambiental.

A classe com peso três (03) está representada pela área de cultivo agrícola. São áreas que possuem plantio e solo preparado para o plantio, com grande interferência antrópica, enquadrando-se em uma classe de pouca importância para a preservação ambiental.

A classe com peso um (01), representada pelas áreas urbanas, apresenta grandes alterações pela ocupação humana. Elas contam com residências, empreendimentos, malha viária e áreas de utilidade pública. Devido ao fato de haver grande ocupação, essa área possui muito pouca importância para a preservação ambiental.

4.1.2 Pedologia

A base cartográfica de pedologia elaborada pelo Instituto de Pesquisa Ambientais e Tecnológicas - IPAT (2007) apresenta informações referentes aos diferentes tipos de solos no Município de Criciúma, estes apresentam seis (06) classes, conforme apresentado no quadro 4.

Quadro 4 - Classificação do Mapa de Pedologia

Classificação	Área (ha)	Área (%)
GLEISSOLO	720,95	3,08
Área Urbana	5.093,28	21,75
Bota Fora + Área de empréstimo	827,27	3,53
NITOSSOLO	754,34	3,22
CAMBISSOLO	4.702,27	20,08
ARGISSOLO	11.321,61	48,34

Fonte: Da autora (2016).

Conforme o relatório dos mapas temáticos realizado pelo IPAT (2007) os ARGISSOLOS, são caracterizados como solos profundos a muito profundos; são bem drenados, com cor avermelhada viva e escura; são ácidos a fortemente ácidos, com baixa presença de nutrientes para as plantas; possuem baixa fertilidade. Onde a declividade é elevada, a utilização desse solo se torna proibida pelo simples fato de haver a probabilidade de escorregamento de massa. Estes solos correspondem aqueles de maior área (43,3%) do município.

Os CAMBISSOLOS abrangem uma área (20%), onde apresentam características heterogêneas de cor, textura e espessura. Sua drenagem é avaliada como de bem a moderadamente drenáveis. Possuem perfis rasos a muito moderados e baixa susceptibilidade à erosão, permitindo, assim, o uso de máquinas pesadas. (IPAT, 2007).

O mapa ainda apresenta a classe de Áreas de Bota-Fora + Áreas de Empréstimos (3,5%) e as Áreas Urbanizadas (21,7%), que são caracterizadas como locais que foram descaracterizados por ações antrópicas e não possuem mais a sua formação natural.

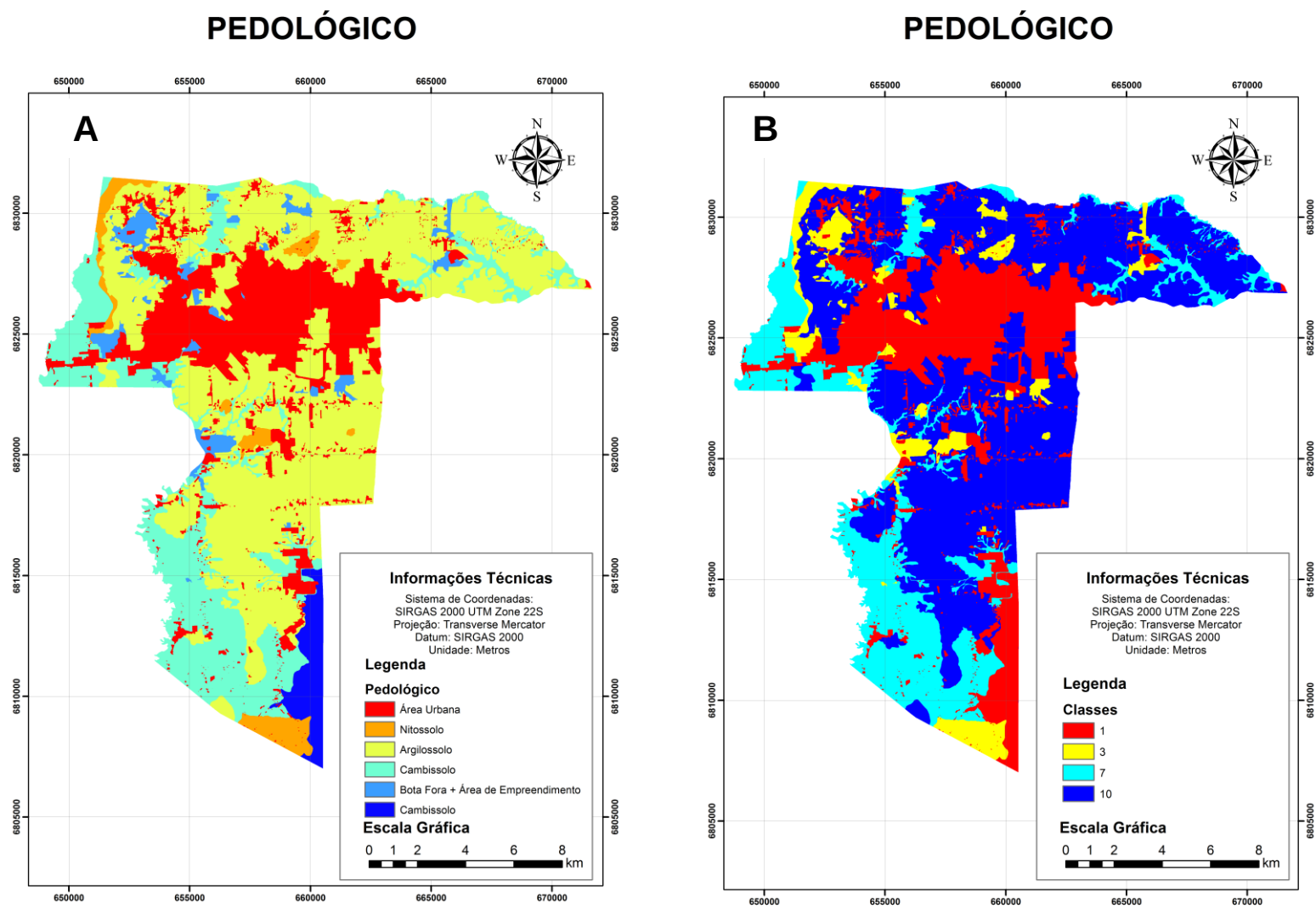
Os solos que possuem uma boa drenagem, profundos ou muito profundos, com textura argilosa ou muito argilosa e com moderadas acidez ou ácidos, são denominados de NITOSSOLOS. Estes não são indicados para o uso agrícola, pois são pedregosos, e representam uma pequena área (3,22%). (IPAT, 2007).

São características dos solos Gleissolos a má drenagem, serem pouco permeáveis e bastante ácidos, e quando em contato com a água eles se tornam plásticos e pegajosos. Também possuem forte deficiência nutricional. Esse tipo de solo é inadequado para as construções de aterros sanitários e edificações e para

locais que recebem efluentes, esses abrangem uma pequena área no município (3%). (IPAT, 2007).

A partir das características de cada tipo de solo, a categorização foi realizada e baseada nestes. (Figura 5).

Figura 5 - A) Mapa Pedológico. B) Mapa Pedológico Reclassificado



Fonte: Da autora (2016).

A classe com maior peso (10) é representada pelo solo ARGISSOLO, presente em maior abrangência no município, o qual é impactado diretamente com a disposição da instalação de empreendimentos e de residências. Esse tipo de solo se caracteriza como extremamente importante para a preservação e conservação ambiental, em relação ao seu uso direto, tornando-se, desse modo, delicado.

A classe com peso sete (07) está caracterizada como solo CAMBISSOLO. Este é apropriado para a agricultura por estar bem drenado, ter baixa susceptibilidade à erosão e ser muito resistente. Ele possui grande importância para a preservação ambiental.

As classes com peso três (03) são representadas pelo tipo de solo NITOSSOLO e Bota Fora + Área de empréstimo. O tipo de solo denominado NITOSSOLO, por apresentar uma boa drenagem e profundidade, torna-se um solo resistente à erosão e proveitoso para a agricultura e pecuária. Ele está presente em poucas porções no município. As Áreas Bota-fora + Área de empréstimo tiveram descaracterização por ações antrópicas, apresentando prejuízos para manter a qualidade ambiental. Essas classes possuem pouca importância para a preservação ambiental.

Por fim, fazem parte das classes com peso um (01) o solo denominado GLEISSOLO, as Áreas Urbanizadas. Este tipo de solo é caracterizado como tendo uma má drenagem e como sendo pouco permeável. As áreas urbanizadas, devido à grande ocupação humana e a presença de edificações, tiveram total descaracterização pela ação humana e não apresenta mais característica de formação natural. Desse modo, possui muito pouca importância para a preservação ambiental.

4.1.3 Declividade

A base cartográfica para a elaboração do mapa de Declividade foi à base do Modelo Digital de Terreno (MDT) da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável (2010). A partir dela foram atribuídas seis (06) classes de declividade de acordo com a EMBRAPA (2006), conforme apresentadas no quadro 5.

Quadro 5 - Classificação do mapa de declividade

Classificação	Área (ha)	Área (%)
0 - 3% - Plano	4.527,54	19,21
3-8% - Suavemente ondulado	7.774,89	32,99
8-20% - Ondulado	8.568,83	36,36
20-45% - Fortemente ondulado	2.505,17	10,63
45-75% - Montanhoso	179,58	0,76
>75% - Fortemente Montanhoso	9,85	0,04

Fonte: Da autora (2016).

Definida como sendo a inclinação do terreno, a declividade de cada tipo de relevo tem sua caracterização do intervalo. O relevo caracterizado como ondulado, está presente em uma maior área no município (36,3%), este representa aquele com declividade de 8 a 20%, apresentando uma superfície pouco movimentada e com algumas ondulações. (EMBRAPA, 2006).

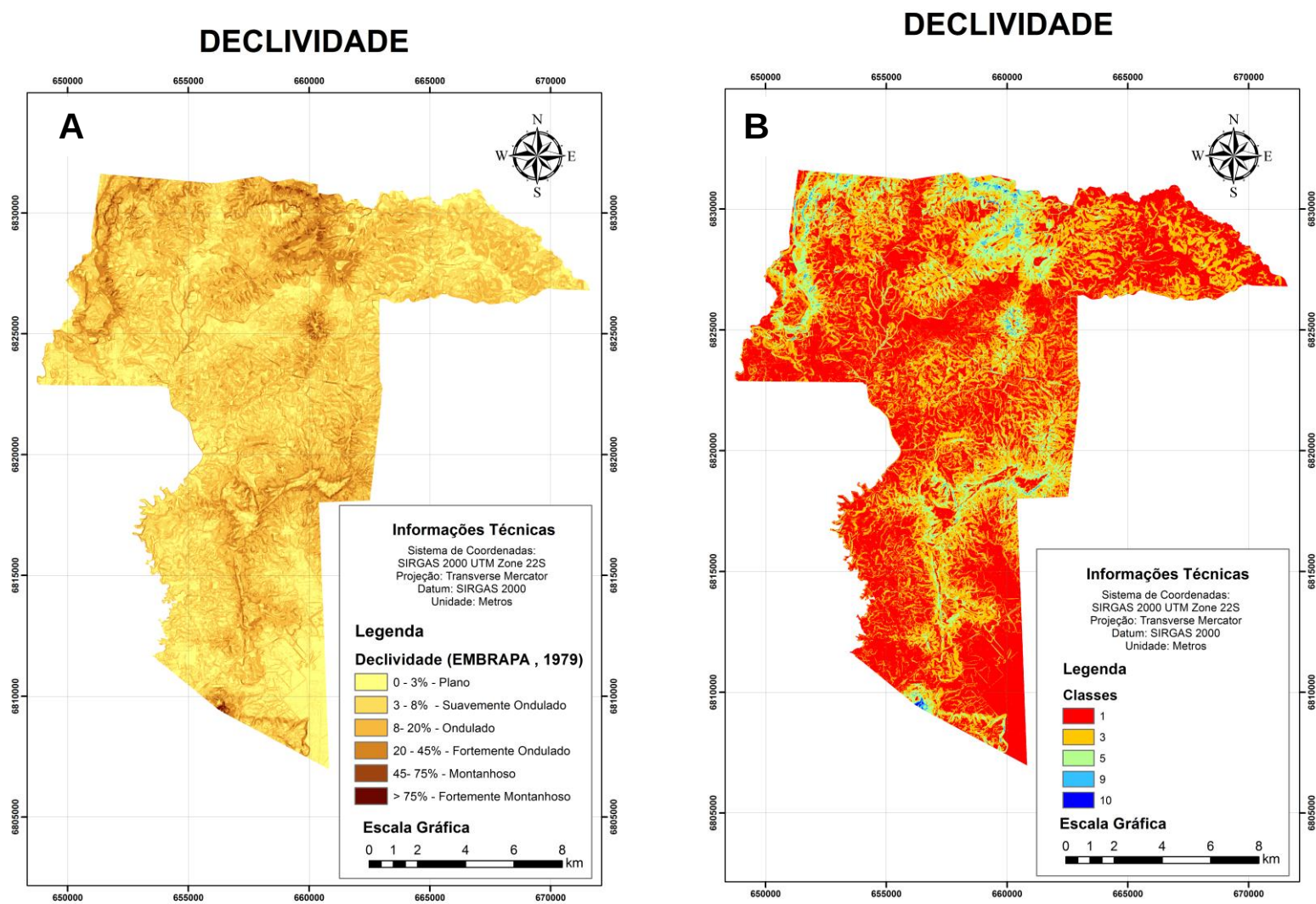
A declividade que varia de 3 a 8%, caracterizada como relevo suavemente ondulado, conta com uma superfície de topografia pouco movimentada (EMBRAPA, 2006), e conta com uma área bem distribuída (34%). A classe que varia de 0 – 3% de declividade se caracteriza como um relevo plano apresentando desnivelamentos muito pequenos (EMBRAPA, 2006), quando analisada com a extensão do município, essa possui uma área de aproximadamente 19%.

Variando sua declividade de 20 a 45%, presente em 10,6% no limite do município, este relevo caracterizado como fortemente ondulado apresenta superfície movimentada e formada por morros. O relevo de caráter montanhoso apresenta uma declividade que varia de 45 a 75%, com uma superfície de topografia vigorosa (acidentada), com predomínios de morros e montanhas (EMBRAPA, 2006), e conta com uma área muito pequena (0,76%) quando comparada com a do município.

Por fim a declividade que ultrapassa a 75% representam apenas 0,4% da área do município, compõe relevos fortemente montanhosos, com superfícies íngremes, como aparados, itaimbés e outros. (EMBRAPA, 2006).

Conforme as características das variações das declividades realizaram-se a categorização destas. Resultado este apresentado na figura 6.

Figura 6 - A) Mapa de Declividade. B) Mapa de Declividade Reclassificado



Fonte: Da autora (2016).

A classe com peso superior (10) é aquela cujo intervalo de declividade ultrapassa os 75%. Com relevos fortemente montanhosos, essa classe é imprópria para a ocupação, sendo uma área definida como extremamente importante para a preservação e conservação ambiental.

A classe com peso nove (09) é representada pelo intervalo de declividade de 45 a 75%. Com relevo montanhoso e dependendo de sua inclinação, essa classe possui altas restrições de urbanização no que rege o Plano Diretor Municipal, podendo ser considerada imprópria para ocupação. Ela é definida como muito importante para a preservação ambiental.

A classe com peso cinco (05) contempla o intervalo de declividade de 20 a 45%, sendo uma classe com relevo fortemente ondulado. Dependendo de sua inclinação, esse tipo de área apresenta restrições moderadas a altas para a sua ocupação no que rege o Plano Diretor Municipal. Essa classe foi considerada área com um nível médio de importância para a preservação ambiental.

A classe com peso três (03) é representada pelo intervalo de declividade de 8 a 20%, com relevo ondulado. Suas áreas podem ser consideradas adequadas para a urbanização, mas também podem apresentar restrições moderadas, dependendo de sua inclinação. Essa classe foi definida como área de pouca importância para a preservação ambiental.

As classes com peso um (01) são aquelas que possuem inclinação de 3 a 8%, um relevo suavemente ondulado, e de 0 a 3%, um relevo plano. São consideradas, respectivamente, áreas planas inadequadas à ocupação, por apresentarem baixa permeabilidade, e áreas adequadas à urbanização, dependendo de sua inclinação. Essas classes possuem muito pouca importância para a preservação ambiental.

4.1.4 Hipsometria

As altitudes do município de Criciúma variam entre 0 e >200 metros com uma altitude média de 46m, onde predominam os terrenos com altitude variando entre 25 e 50 m, ocupando uma área de 9600.77ha (40%), de acordo com quadro 6.

O mapa de Hipsometria foi gerado a partir da base cartográfica do Modelo Digital de Terreno (MDT), e na elaboração deste, foram atribuídas seis (06) classes

de Hipsometria, representando os intervalos de altitude do Município de acordo com o Relatório de Mapas Temáticos, realizado pelo IPAT (2007).

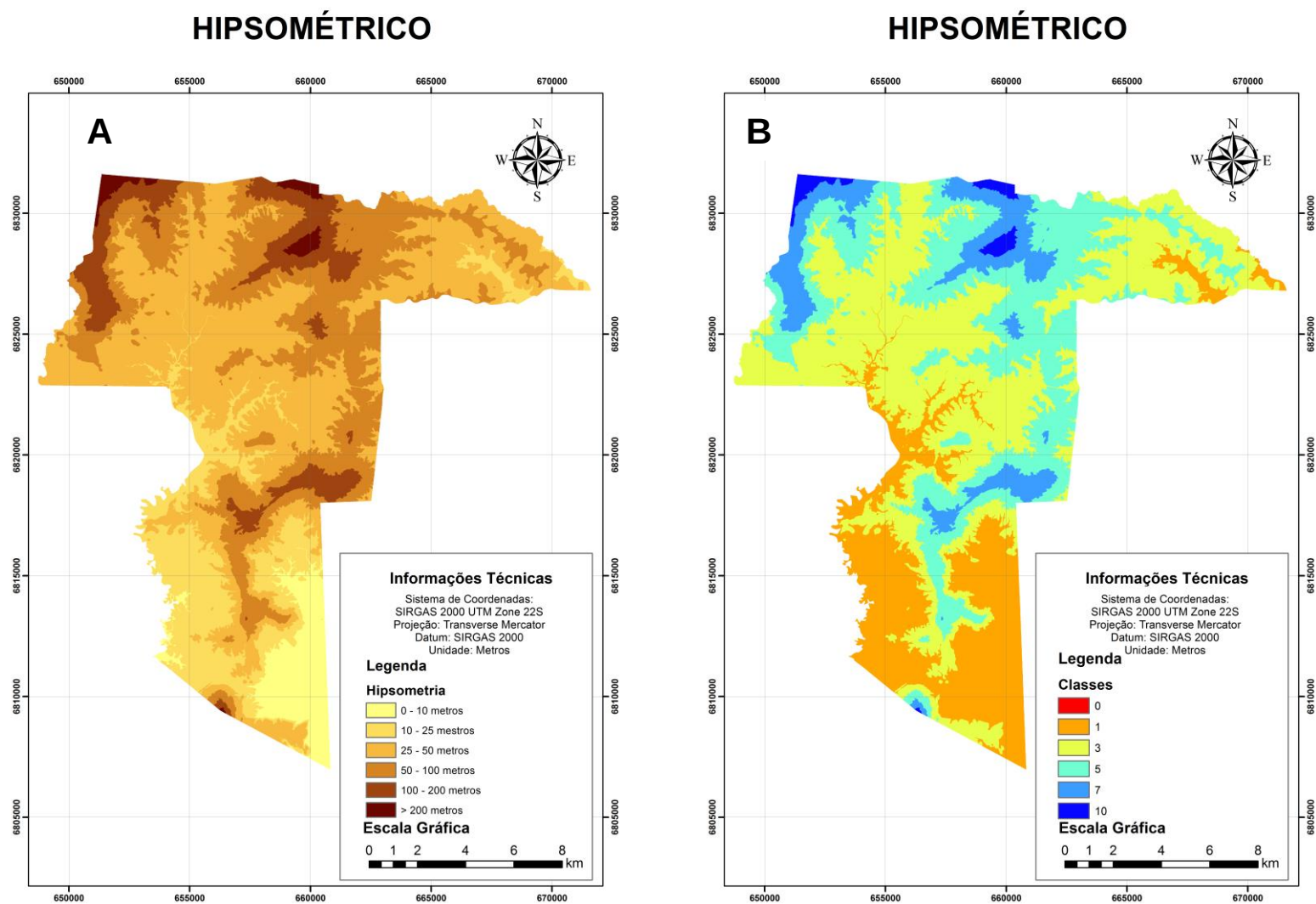
Quadro 6 - Classificação do mapa de hipsometria

Classificação	Área (ha)	Área (%)
0-10 metros	1.512,55	6,42
10-25 metros	3.562,26	15,12
25-50 metros	9.60,77	40,74
50-100 metros	6.498,45	27,58
100-200metros	2.089,88	8,87
> de 200 metros	301,95	1,28

Fonte: Da autora (2016).

De acordo com as variantes das altitudes, elaborou-se o mapa de Hipsometria, apresentado na figura 7.

Figura 7: A) Mapa Hipsométrico. B) Mapa Hipsométrico Reclassificado.



Fonte: Da autora (2016).

A classe com maior peso (10) foi representada por aquelas áreas que possuem altitudes maiores que 200 metros, as quais têm extrema importância para a preservação ambiental, tendo-se em vista que nelas se encontram a maioria das nascentes. São áreas menos propícias para a ocupação.

A classe com peso sete (07) apresenta altitudes que variam de 100 a 200 metros. Suas áreas têm grande importância para a preservação ambiental. A classe com peso cinco (05), no entanto, contempla as altitudes que variam de 50 a 100 metros, por isso seu nível de importância para a preservação ambiental é considerado médio.

A classe com peso três (03) representa as altitudes com variância de 25 a 50 metros. São áreas que apresentam pouca importância para a preservação ambiental. Por fim, as classes com peso um (01) são aquelas cujas altitudes variam de 10 a 25 metros e de 0 a 10 metros. Foram definidas como tendo muita pouca importância para a preservação ambiental.

4.2 SOBREPOSIÇÃO FINAL

A figura 8 apresenta a delimitação das áreas de interesse ambiental para contribuir com o zoneamento municipal, no qual se deu a partir do cruzamento e da classificação de todas as informações utilizadas. As áreas de interesse foram classificadas e caracterizadas de acordo com o quadro 7.

Quadro 7 - Classificação áreas de interesse ambiental

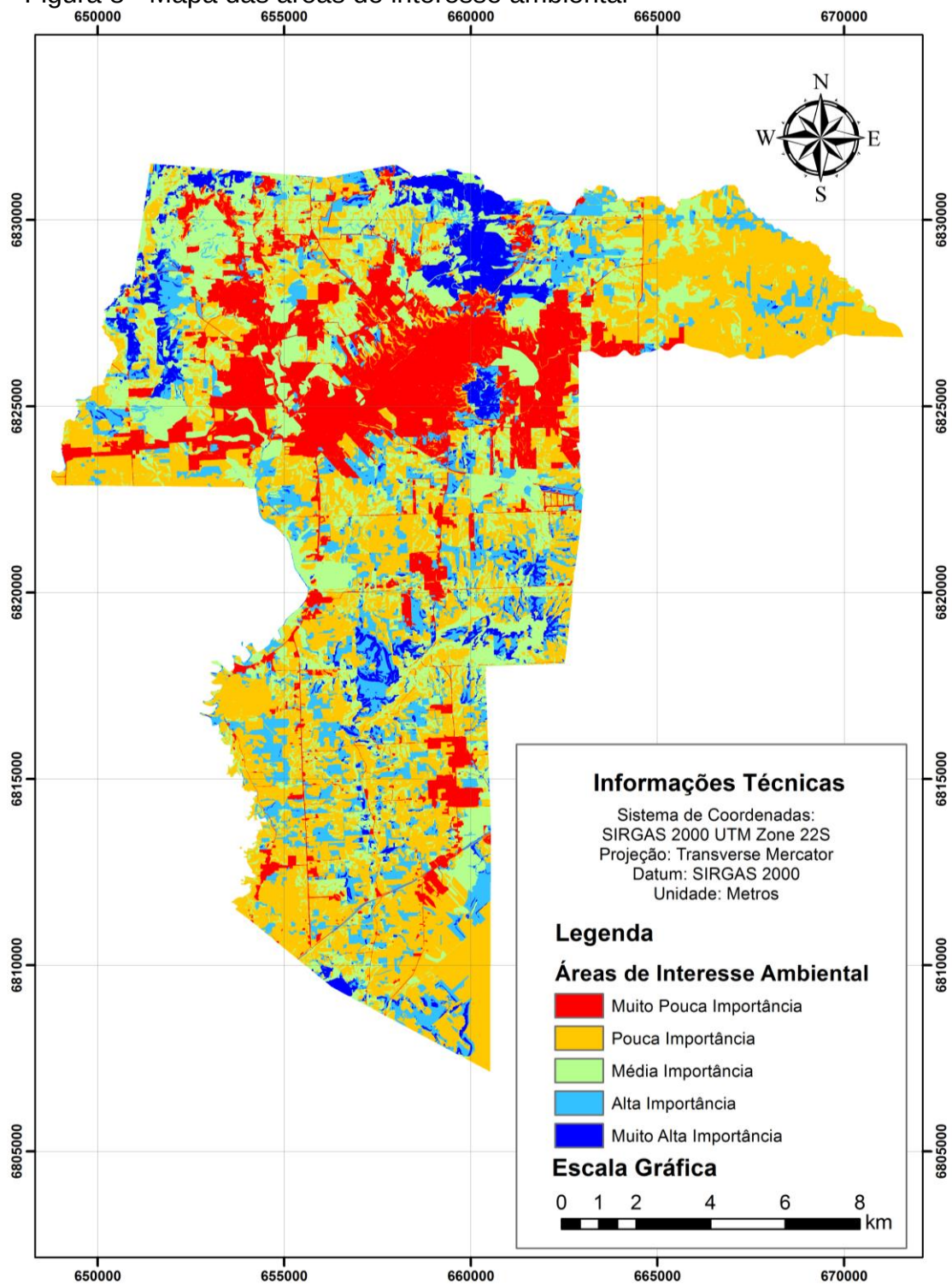
Classificação	Área (ha)	Área (%)
Muito Pouca Importância	4.571,39	19,41
Pouca Importância	1.3040,56	55,36
Média Importância	1.277,42	5,42
Alta Importância	4.553,34	19,33
Muito Alta Importância	113,04	0,48

Fonte: Da autora (2016).

Conforme verificado, percebeu-se que a classes que possuem uma importância muito alta para as áreas de interesse ambiental está presente em uma área muito pequena do município (0,48%). Já a área com média importância,

corresponde também a uma área (5,4%). E as áreas que possuem pouca importância, abrangem uma extensa (55,7%).

Figura 8 - Mapa das áreas de interesse ambiental



Fonte: Da autora (2016).

Diante da metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho, alguns critérios ambientais tiveram maior influência na obtenção do mapa. Observou-se que as zonas que contêm classes de extrema e muita importância de interesse ambiental estavam relacionadas ao critério de ocupação e uso do solo, com a classe de massa d'água e vegetação arbórea. O critério de Declividade e Hipsometria também teve influência nesse grau de importância devido às classes de 20 a 45%, 45 a 75%, maior que 75% (para a declividade), 100 a 200 metros e maiores de 200 metros. (para a Hipsometria).

Notou-se que os critérios de pedologia com a classe do CAMBISSOLO, Uso e ocupação do solo, e com a classe das áreas degradadas não tiveram muita importância para se delimitar zonas de interesse ambiental. Da mesma forma, as classes de reflorestamento e vegetação herbácea tiveram uma importância razoável.

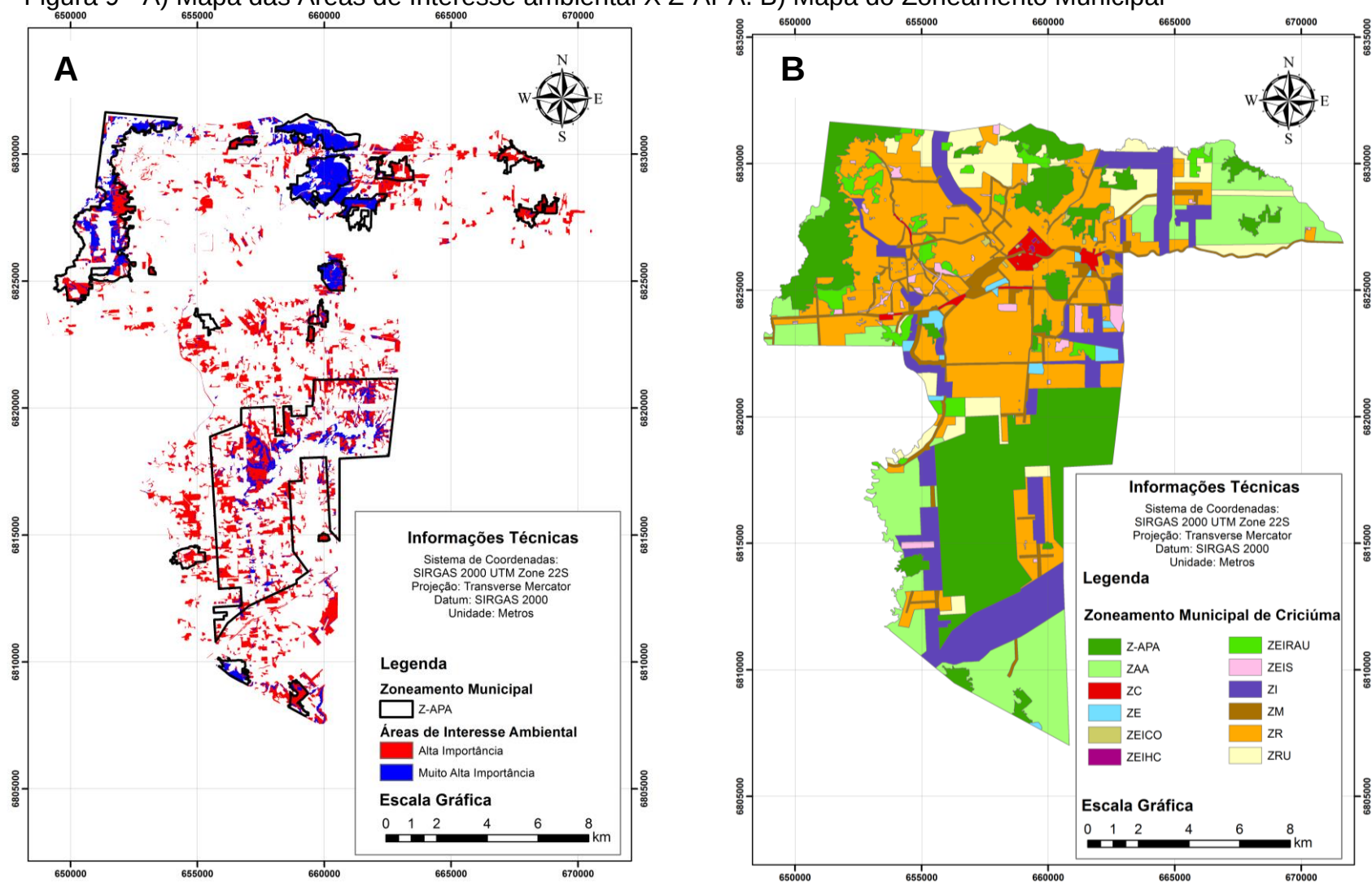
Com um grau de importância muito baixo para delimitar as zonas de interesse ambiental, todos os critérios influenciaram. Diante do exposto, para o critério de uso e ocupação do solo, as classes de cultivo agrícola, principalmente a área urbana, não tiveram importância. Os critérios de pedologia, declividade e Hipsometria, respectivamente, não influenciaram na delimitação nas zonas de interesse ambiental. Foram Bota fora + área de empreendimento e NITOSSOLO, declividade com 0 a 3% e com 3 a 8% e altitudes de 0 a 10 metros, de 10 a 25 metros e de 25 a 50 metros para a Hipsometria.

4.3 RELAÇÃO DAS ÁREAS DE INTERESSE AMBIENTAL E AS Z-APA

O Município de Criciúma apresenta atualmente 18 áreas que compreendem as Z-APA. Estas zonas de proteção ambiental instituídas pelo Zoneamento abrangem 24,7% do território municipal.

Considerando a abordagem do presente estudo, foram identificadas as áreas de interesse ambiental e classificadas como Muito Pouca Importância, Pouca Importância, Média Importância, Alta Importância e Muito Alta Importância. Dentre estas, destaca-se as áreas classificadas como de Alta e Muito Alta Importância, como aquelas mais relevantes sob o ponto de vista ambiental. Estas áreas compreendem 4.666,61ha, abrangendo 19,8% do território municipal (figura 9 e quadro 8).

Figura 9 - A) Mapa das Áreas de Interesse ambiental X Z-APA. B) Mapa do Zoneamento Municipal



Fonte: Da autora (2016).

Quadro 8 - Classificação áreas de Interesse Ambiental x Z-APA

Classe	Município	Z-APA	%
	Área (ha)	Área (ha)	
Alta Importância	4553,57	2386,39	52,41
Muito Alta Importância	113,05	97,43	86,19
Total Geral	4666,61	2483,82	53,23

Fonte: Da autora (2016).

Relacionando-se as áreas de interesse ambiental e as Z-APA, verifica-se que 53,23% das áreas classificadas como Alta Importância e Muito Alta Importância encontram-se inseridas no interior dos limites das zonas de proteção instituídas pelo atual Zoneamento. Ainda em relação a este aspecto, destacam-se as áreas classificadas como de Muito Alta Importância, que apresentam 86,19% de sua extensão incluídas nas Z-APA.

Em análise 46,77% das áreas de interesse ambiental, encontram-se fora das áreas delimitadas como Z-APA, diante do exposto, faz necessária uma nova análise sob a luz do zoneamento, envolvendo outras variáveis e critérios (ambientais, econômicos) que permitem a delimitação funcional destas áreas.

Tendo em vista que segundo informações prestadas pelo supervisor de estágio Jovane de Oliveira Costa, funcionário da Prefeitura, utilizou-se para a elaboração do mapa de Zoneamento Municipal de 2012, apenas o critério de vegetação, onde estas áreas foram delimitadas a partir de ortofotos, traçando-se assim os polígonos em zonas de grande presença de vegetação.

E na delimitação das áreas de interesse ambiental, o critério de uso e ocupação do solo predominou, pois se usou a base cartográfica do ano de 2006, pouco desatualizada, onde essas áreas podem apresentar grandes alterações e a ponderação deste foi a mais elevada.

5 CONCLUSÃO

A legislação, em relação a qualquer assunto, por si mesma não pode ser posta em prática sem a conscientização e a compreensão dos envolvidos. A sociedade, como um todo, e a academia, por meio da pesquisa, necessita posicionar politicamente diante de um determinado assunto.

Os problemas ambientais nem sempre são decorrentes de fatores naturais. Com a expansão das cidades de forma desordenada, existe a necessidade de um Plano Diretor, isso legitimado por legislação própria para que o zoneamento consiga atender às necessidades e promover o bem-estar da coletividade.

Para a elaboração do presente trabalho, adotou-se a busca por critérios que viessem a ser determinantes para a delimitação das áreas de interesse ambiental do Município de Criciúma, e atribuídas classes que estivessem inseridas nestes. Diante disso, os mapas categorizados foram agregados para que se apresentasse uma análise do Zoneamento Municipal, conforme o Plano Diretor. Como resultado, obteve-se em ambiente SIG áreas que têm grande importância para áreas de interesse ambiental. A análise multicritérios auxiliou na distribuição das classes conforme seu grau de importância, tornando-se, assim, uma metodologia válida para uma proposta de delimitação de áreas de interesse ambiental. O instrumento do geoprocessamento permitiu uma interpretação mais aberta do que foi estudado.

A delimitação de áreas de interesse ambiental teve como fundamento subsidiar as tomadas de decisões, relacionadas, as Zonas de Áreas de Proteção Ambiental do Município. Conforme comparação o Mapa de Zoneamento Municipal, e o Mapa Final de sobreposição apresentam grandes Zonas de extensão que são consideradas APA, porém existem também outras áreas de pequenas extensões que não se enquadram como APA. Assevera-se que a cobertura vegetal predominou no mapa de delimitação das áreas.

Assegurou-se que os objetivos propostos foram alcançados. Nesse sentido, conseguiu-se, primeiramente, analisar trabalhos bibliográficos de autores que utilizaram como metodologia a abordagem multicriterial, a fim de selecionar critérios ambientais para o presente trabalho; selecionar as bases cartográficas de acordo com os critérios elencados, com a finalidade de levantar bases de dados ambientais; ponderar os dados em ambiente SIG, a fim de proceder a análise e o

processamento de dados, para se obter um mapa final de áreas de interesse ambiental; correlacionar as zonas de interesse ambiental com as Zonas de Áreas de Proteção Ambiental (Z-APA) delimitadas no zoneamento ambiental, que como apresentado, estão de acordo, mas não aparecem como áreas de porem estas contam com algumas zonas que não possuem grande extensão.

Diante disso, recomenda-se, para o aprimoramento deste trabalho, que se faça a avaliação de novos critérios, entre estes aspectos relacionados à estrutura e composição da paisagem, utilizando os conceitos de ecologia de paisagem, a fim de se ter uma maior qualidade e precisão na apresentação do mapa de áreas de interesse ambiental, bem como, a elaboração um mapa de uso e cobertura vegetal atualizado, já que o tempo para o presente trabalho foi insuficiente.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12267**: Normas para elaboração de Plano Diretor. Rio de Janeiro, 1992. 3p.

BORGES, M. P. et al. Utilização de técnicas de geoprocessamento para a elaboração de cotas de inundações: estudo de caso do parque ecológico do rio Paranaíba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2015, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: INPE, 2015, p.5897 - 5903.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Santa Catarina - Criciúma**. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/L90>>. Acesso em: 6 ago. 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Parques e Áreas Verdes**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/parques-e-%C3%A1reas-verdes>>. Acesso em: 2 set. 2016.

_____. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 31 de agosto de 2016.

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 6 ago. 2016.

_____. Lei Federal nº 9.985, de 18 de janeiro 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] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 6 ago. 2016.

_____. 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] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 31 ago. 2016.

_____. Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 11 jul. 2001. Retificado em 17 jul. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 31 ago. 2016.

_____. Câmara dos Deputados. Coordenação de Publicações. **Estatuto da cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. 2. ed. Brasília: Câmara dos Deputados/Coordenação de Publicações, 2002. 273 p.

_____. Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 11 jul. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm>. Acesso em: 1 set. 2016.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 29 de março de 2006. Seção 1, n.61, p.150-151. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 2 set. 2016.

CABRAL, N. R. A. J.; SOUZA, M. P. **Área de proteção ambiental: planejamento e gestão de paisagens protegidas**. São Carlos, SP: Rima, 2002. 154 p. ISBN 8586552399.

CALIJURI, M. L et al. **Identificação de áreas para implantação de aterros sanitários com uso de análise estratégica de decisão**. Vol. 4, n. 2, 2002, p. 231-250.

CAVALHEIRO, F; DEL PICCHIA, P. C. D. **Áreas Verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento**. **Anais do 1º congresso brasileiro sobre arborização urbana e 4º encontro nacional sobre arborização urbana**. Vitória: SBAU, 1992, p. 29-38.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C. et al. Proposição de terminologia para o verde urbano. **Boletim Informativo Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Rio de Janeiro, ano VII, n. 3, 1999, 7p.

CAVASSIN, S. A. **Uso de Metodologias Multicritério na Avaliação de Municípios do Paraná, com Base no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

COSTA, Jovane de Oliveira. **Entrevista**. Entrevista concedida a Gabriele Bis Meller aos 30 de set. 2016..

CRICIÚMA. **Lei nº 3.901, de 28 de outubro de 1999**. Disponível em: <<http://www.camaracriciuma.sc.gov.br/documento/lei-no-3901-8171/termo:3901>>. Acesso em: 23 set. 2016

_____. **Lei nº 4.502, de 01 de julho de 2003**. Disponível em: <<http://www.camaracriciuma.sc.gov.br/documento/lei-no-4502-2003>>

4394/termo:4502>. Acesso em: 23 set. 2016

_____. **Lei Complementar Municipal nº 095, de 28 de dezembro de 2012.** Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Criciúma. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/c/criciuma/lei-complementar/2012/9/95/leicomplementar-n-95-2012-institui-o-plano-diretor-participativo-do-municipio-pdpm-decriciuma-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

_____. **Lei nº 2.376, de 30 de dezembro de 1988.** Disponível em: <<http://www.camaracriciuma.sc.gov.br/documento/lei-no-2376-1988-2268/termo:2376>>. Acesso em: 23 set. 2016.

_____. **Lei nº 2.459, de 08 de junho de 1990.** Disponível em: <<http://www.camaracriciuma.sc.gov.br/documento/lei-no-2459-1990-2351/termo:2459>>. Acesso em: 23 set. 2016.

D'ALGE, J. C. L. Cartografia para Geoprocessamento. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos: INEP, 2001. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2016.

DALMAS, F. B. et al. Geoprocessamento aplicado à gestão de resíduos sólidos na UGRHI-11 - Ribeira de Iguape e Litoral sul. **Geociências.** São Paulo, v. 30, n. 2, p. 285-299, 2011.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Brasília, DF, 2006.

FITZ, P. R. **Cartografia Básica.** Nova ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 143p. ISBN 9788586238765 (broch.).

FRANCO, M. de A. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável.** São Paulo: Annablerme/Fapesp, 2001.

FREITAS, A. L. P.; MARINS, C. S.; SOUZA, D. de O. **A Metodologia de Multicritério como Ferramenta para Tomada de Decisões Gerenciais: Um Estudo de Caso.** 2006. Disponível em: <<http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/viewFile/116/66>>. Acesso em: 8 ago. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p. ISBN 9788522431694.

GOMES, L. A. M. Teoria da decisão. **Coleção debates em Administração.** São Paulo: Thomson, 2007. 116 p. ISBN 8522105294.

HAMADA, E; GONÇALVES, R. R. do V. **Introdução ao geoprocessamento: princípios básicos e aplicação.** Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2007. 52p.

IPAT. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas. **Insumos para revisão do Plano Diretor do Município de Criciúma:** Estudos, elaboração de mapas temáticos, levantamentos de dados e pesquisas gerais. Vol. 1. Criciúma: UNESC, 2007. 271p.

LADWIG, Nilzo Ivo; SCHWALM, Hugo (Org.) (). **Planejamento e gestão territorial:** experiências sustentáveis. Florianópolis: Insular, 2015. 270 p. ISBN 9788574748078.

LIMA, A. M. L. P. et al. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. **Anais do II Congresso Brasileiro de Arborização Urbana.** São Luís, 1994, p.539-553.

MARINS, C. S et al. **O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso.** Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento: XLI SBPO, 2009, p.1778-1788.

MARTINS, F. G. **Aplicação do método de análise hierárquica do processo para o planejamento de ordens de manutenção em dutovias.** Paraná: PROMINP, 2011, p.65-80.

MORESI, E (Org.). **Metodologia da Pesquisa.** 2003. Disponível em: <<http://www.inf.ufes.br/~falbo/files/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2016.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano.** 2. ed. Belo Horizonte: Ed. do Autor, 2005. 294p. ISBN 859036691X.

_____. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais em análise multicritério.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis: INPE, 2007, p.2899-2906.

PEREIRA, P. F; SCARDUA, F. P. Espaços Territoriais Especialmente Protegidos: Conceito e Implicações Jurídicas. **Ambiente & Sociedade.** Campinas, v. XI, n.1, p.81-97, 2008.

PLURAL CONSULTORIA EM PLANEJAMENTO TERRITORIAL. **Zoneamento Ambiental:** Formigueiro/RS. Resp. Tec. Adriana Gindri Salbego. Santa Maria: ITSM/UFSM, 2009. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/upload/ZONEAMENTO_Formigueiro.pdf>. Acesso em: 18 set. 2016.

RAMOS, D. **Geodésia na Prática.** 5. ed. São Paulo: Ed. do Autor, 2006. 209p.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento:** tecnologia transdisciplinar. 2. ed. Rev. atual. e ampl. Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2002. 219p. ISBN 8590148319

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento:** sistema de informação geográfica. Uberlândia, MG: Universidade Federal de Uberlândia, 1996. 104p. ISBN 85-7078-029-X.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p. ISBN 8586238325.

SCHÄFFER, W. B. et al. **Áreas de preservação permanente e unidades de conservação & áreas de risco: O que uma coisa tem a ver com a outra?** Brasília: MMA, 2011. 96p.

SILVA, R. M. da. **Introdução ao geoprocessamento: conceitos, técnicas e aplicações**. Novo Hamburgo, RS: FEEVALE, 2007. 176p. ISBN 9788577170449.

UNESC. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias. **Engenharia Ambiental: Linhas de Pesquisa e Extensão**. 2007. Disponível em: <<https://ead.unesc.net/ava/index.php?1471303109>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

VALENTE, R. de O. A. **Definição de áreas prioritárias para conservação e preservação florestal por meio da abordagem multicriterial em ambiente SIG**. 2005. 121 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.