

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
CAMPUS DE SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E
CONSERVAÇÃO

SIMONE SAYURI SUMIDA

**AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL NA DEFINIÇÃO DE ÁREAS PROTEGIDAS,
NO MUNICÍPIO DE PIEDADE, SP**

Sorocaba
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
CAMPUS DE SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM

SIMONE SAYURI SUMIDA

**AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL NA DEFINIÇÃO DE ÁREAS PROTEGIDAS,
NO MUNICÍPIO DE PIEDADE, SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em "Diversidade Biológica e Conservação" na UFSCar *campus* Sorocaba/ SP, para obtenção do título de mestre em Diversidade Biológica e Conservação.

Orientadora: Profa. Dra. Roberta de O. A. Valente

Co-orientadora: Profa. Dra. Kelly Cristina Tonello

Sorocaba
2013

Sumida, Simone Sayuri
S955a Avaliação multicriterial na definição de áreas protegidas, no município de Piedade - SP./ Simone Sayuri Sumida. -- Sorocaba, 2013.
61 f. ; il. (color.) ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, *Campus* Sorocaba, 2013

Orientador: Roberta de Oliveira Avena Valente
Banca examinadora: Carlos Alberto Vettorazzi , Luiz Carlos de Faria e Kelly Cristina Tonello.

Bibliografia

1. Ecologia das paisagens. 2. Áreas protegidas. 3. Sistemas de informação geográfica. I. Título. II. Sorocaba - Universidade Federal de São Carlos.

CDD 577

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do *Campus* de Sorocaba.

SIMONE SAYURI SUMIDA

**AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL NA DEFINIÇÃO DE
ÁREAS PROTEGIDAS, NO MUNICÍPIO DE PIEDADE - SP.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação para obtenção do título de
mestre em Diversidade Biológica e Conservação.

Universidade Federal de São Carlos,
Sorocaba, 08 de novembro de 2013.

Orientadora:



Prof. Dra. Roberta de Oliveira Aversa Valente
Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

Co-orientadora:



Prof. Dra. Kelly Cristina Tonello
Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

Examinadores:



Prof. Dr. Luiz Carlos de Faria
Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba



Dr. Carlos Alberto Vettorazzi
ESALQ/USP

DEDICATÓRIA

Dedico as queridas Zoé M. O. Sumida e Akiko Sumida, in memoriam. Sei que sempre estão comigo, acompanhando todos os meus passos. Muitas saudades.

AGRADECIMENTOS

*Agradeço a Deus, por sempre estar comigo em todos os momentos, me guiando.
A minha querida família e a meus verdadeiros amigos, pelo apoio, força e amparo.
A minha orientadora Roberta pelo grande apoio, realmente não tenho palavras para
agradecer toda a sua ajuda, compreensão e paciência.*

À Luciana Missae Kawamura por toda enorme ajuda, sempre.

A todas bibliotecárias, principalmente à Milena pelo grande auxílio.

*Ao Instituto de Botânica, principalmente à Maria de Fátima Scaf, Eduardo Pereira
Cabral Gomes e Domingos Sávio Rodrigues por possibilitarem a realização deste
trabalho.*

*A todas as meninas que me acolheram em Sorocaba, pois sem vocês eu também não
teria conseguido. Muito obrigada Mayra, Kaline, Gabi, Dinha, Barbára e Regis. Também
não poderia me esquecer de: Mariana, Rodrigo, Luis, Samuel, Carol, Felipe, Tati e Veri
(gêmeas) e a todos os outros colegas de turma com quem convivi e cumpri as
disciplinas. Muito obrigada pela convivência! Agradeço ao colega Danilo, pelos
conselhos no dia da Defesa.*

*A todos os especialistas que contribuíram para a Técnica Participatória, parte
primordial de meu trabalho.*

*Ao Esthevan e ao prof. Dr. Rafael Mingoti por todo auxílio e por tirarem minhas
dúvidas quanto a parte prática do trabalho.*

*Ao Hilton Luis Ferraz da Silveira pelo esclarecimento de dúvidas quanto a um dos
critérios.*

*Ao prof. Dr. André Cordeiro pela gentileza de entregar os exemplares da qualificação.
À profa. Dra. Eliana C. Leite, ao prof. Dr. Rafael Mingoti e ao prof. Dr. Luiz Carlos de
Faria, pelas relevantes sugestões e contribuições na Qualificação. Ao prof. Dr. Carlos
Alberto Vettorazzi, ao prof. Dr. Luiz Carlos de Faria e à profa. Dra. Kelly Cristina
Tonello pelas preciosas sugestões e recomendações na Defesa.*

*A todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, fizeram parte desta fase de minha
vida e me auxiliaram na superação de todos os obstáculos.*

RESUMO

SUMIDA, Simone Sayuri. Avaliação multicriterial na definição de áreas protegidas, no município de Piedade - SP. 2013. 61 f. Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) – Centro de Ciências e Tecnologias para Sustentabilidade, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2013.

Fragmentação, degradação de habitats, superexploração de espécies, introdução de espécies exóticas são algumas das principais ameaças à biodiversidade, devido às necessidades de consumo e expansão humana. Uma das formas de mitigar a expansão dessas atividades e proteger a diversidade biológica, em longo prazo, é a preservação local, ou *in situ*, por meio do estabelecimento de áreas legalmente protegidas. O município de Piedade apresenta um conjunto de condições favoráveis à consolidação de áreas protegidas, como a urbanização relativamente baixa, a presença de valiosos remanescentes florestais que ocupam aproximadamente 25% da área do município e a existência de duas relevantes Unidades de Conservação com porções dentro de seus limites: a Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga na região nordeste do município e o Parque Estadual (PE) do Jurupará, na região sudeste. As áreas protegidas são, em geral, extensas e compostas por diferentes elementos na paisagem e podem ser estudadas por meio do Geoprocessamento, em especial, por uma de suas principais técnicas, o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o qual permite a agregação de fatores por meio de diferentes abordagens. A Avaliação Multicriterial (AMC) é uma dessas abordagens, a qual transforma e combina diferentes fatores considerando a relevância dos mesmos e os seus respectivos níveis de influência, produzindo soluções/alternativas para a tomada de decisão. Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo geral identificar áreas prioritárias à proteção, no município de Piedade, por meio da Avaliação Multicriterial (AMC). Os objetivos específicos foram identificar os fatores, e seus pesos, importantes à definição dessas áreas prioritárias, para as condições da área de estudo e avaliar qual método de AMC, se a Combinação Linear Ponderada (CLP) ou se a Média Ponderada Ordenada (MPO), é o mais apropriado ao objetivo do presente estudo. Por meio da Técnica Participatória, definiu-se os critérios e seus respectivos pesos. Obteve-se um mapa de áreas prioritárias por meio de CLP e outros dois mapas, com valores de compensação semelhantes e diferentes graus de risco para a tomada de decisão. Tanto a CLP quanto a MPO possibilitam a identificação de áreas propensas a se tornarem protegidas, porém a CLP forneceu soluções mais gerais e menos detalhadas que, se não forem bem avaliadas, podem acarretar em incertezas no planejamento da paisagem. A MPO permitiu obter distintas soluções para o processo decisório, por considerar os riscos e as compensações entre os fatores, fornecendo uma maior quantidade de possíveis respostas à questão de interesse. O mapa obtido por meio da MPO, com risco baixo de tomada de decisão, foi considerado o mais adequado para a definição de áreas prioritárias à proteção no município de Piedade, SP.

Palavras chave: Combinação Linear Ponderada. Média Ponderada Ordenada. Ecologia da Paisagem. SIG. Critérios. Apoio à tomada de decisão.

ABSTRACT

Multicriteria evaluation in the definition of protected areas in the municipality of Piedade, SP

Fragmentation, degradation of habitats, overexploitation of species and introduction of exotic species are some of the main threats to biodiversity, as a consequence of the human consumption and expansion needs. The local preservation or preservation “in situ”, through the establishment of legally protected areas is one way to mitigate the expansion of these activities. Piedade municipality presents a set of favorable conditions to establish protected areas: the urbanization is relatively low, native forest remnants occupy approximately 25% of the municipal area, and there are two relevant protected areas with portions within its boundaries: the Environmental Protection Area of Itupararanga, in the northeastern part, and, the State Park of Jurupará, in the southeastern portion. The protected areas in general occupy extensive areas, with different patches, forming a landscape mosaic, and can be studied by Geospatial Technologies, specially through one of its main techniques, the Geographic Information System (GIS), which allows the aggregation of factors through different approaches. Multicriteria evaluation (MCE) is one of those approaches, which transforms and combines different factors, considering their relevance and their respective levels of influence on the production of solutions / alternatives for decision making. In this context, the purpose of this study was to define priority areas for protection, in the Piedade municipality, through the Multicriteria evaluation (MCE). The specific objective was to identify the importance and influence of the selected factors on the decision support process and to evaluate which methods of MCE is appropriated to this study: Weighted Linear Combination (WLC) or Ordered Weighted Averaging (OWA). We defined the criteria and their weights using the Participatory Technique. The result was one map of priority areas through WLC and two maps through OWA, with similar degrees of tradeoffs and different degrees of risk to the decision support. The methods (WLC and OWA) enable the definition of priority areas for protection, although the WLC proposes a less detailed solution, which can result in uncertainties in landscape planning. The OWA offers different solutions, considering the risk-taking and factors tradeoffs, providing a greater number of possible answers to the question of interest. The map with low risk-taking was the more appropriated to define priority areas for protection in the Piedade municipality, SP.

Key-words: Weighted Linear Combination. Ordered Weighted Averaging. Landscape Ecology. Geographic Information System. Decision support.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1 AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL (AMC).....	12
2. 1. 2 Combinação Linear Ponderada (CLP)	15
2. 1. 3 Média Ponderada Ordenada (MPO)	17
2. 2 ÁREAS PROTEGIDAS E ECOLOGIA DA PAISAGEM.....	19
2. 2. 1 Proximidade entre fragmentos florestais com maior área nuclear	24
2. 2. 2 Proximidade às Áreas Protegidas	25
2. 2. 3 Distâncias às fontes de distúrbio	25
2. 2. 4 Vizinhança aos remanescentes florestais	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3. 1 ÁREA DE ESTUDO	27
3. 2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICAS (SIGS).....	31
3. 3 BANCO DE DADOS CARTOGRÁFICO.....	31
3. 4 MAPAS DE FATOR.....	32
3. 4. 1 Proximidade entre fragmentos florestais com maior área nuclear	32
3. 4. 2 Proximidade à Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga	33
3. 4. 3 Proximidade ao Parque Estadual (PE) do Jurupará	33
3. 4. 4 Distância às fontes de distúrbio	33
3. 4. 5 Vizinhança aos remanescentes florestais	34
3. 5 TÉCNICA PARTICIPATÓRIA.....	35
3. 6 AGREGAÇÃO DOS FATORES POR MEIO DA COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA (CLP)	37
3. 7 AGREGAÇÃO DE FATORES POR MEIO DA MÉDIA PONDERADA ORDENADA (MPO)	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4. 1 COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA	40
4. 2 MÉDIA PONDERADA ORDENADA.....	42
4. 2. 1. Risco médio-alto	42
4. 2. 2. Risco baixo	45
5 CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

ANEXO A	60
----------------------	----

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a fragmentação, a degradação de habitats e a superexploração de espécies, introdução de espécies exóticas são algumas das principais ameaças à biodiversidade, devido às necessidades de consumo e expansão humana. Uma das formas de mitigar a expansão dessas atividades e proteger a diversidade biológica, em longo prazo, é a preservação local, ou *in situ*, por meio do estabelecimento de áreas legalmente protegidas.

O município de Piedade apresenta um conjunto de condições favoráveis à consolidação de áreas protegidas. Entre elas, destacam-se a urbanização relativamente baixa, a presença de valiosos remanescentes florestais que ocupam aproximadamente 25% da área do município e a existência de duas relevantes Unidades de Conservação com porções dentro de seus limites: a Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga na região nordeste do município e o Parque Estadual (PE) do Jurupará, na região sudeste. A APA abriga a Represa de Itupararanga, manancial responsável pelo abastecimento público e pela geração de energia elétrica e, com uma valiosa área de preservação permanente (APP). O PE, juntamente com outras unidades de conservação próximas, forma um grande contínuo de mata atlântica na qual se encontram diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção.

As áreas protegidas, por serem em geral extensas e compostas por diferentes elementos na paisagem, podem ser estudadas por meio do Geoprocessamento e, em especial, por uma de suas principais técnicas, o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o qual permite a agregação de fatores por meio de diferentes abordagens. A Avaliação Multicriterial (AMC) é uma dessas abordagens e possibilita a transformação e combinação de diferentes fatores considerando a sua relevância e, algumas vezes, o seu nível de influência, ao obterem-se soluções/alternativas para a tomada de decisão.

A Combinação Linear Ponderada (CLP) e a Média Ponderada Ordenada (MPO) estão dentre os métodos de AMC mais empregados na literatura.

Na Combinação Linear Ponderada (Voogd, 1983) os critérios (fatores) são padronizados para uma escala numérica comum, recebem pesos e são combinados por meio de uma média ponderada. O resultado é um mapa de prioridades, que pode ser limitado espacialmente por uma ou mais restrições booleanas (Eastman, 2001). No método MPO, inicialmente, reproduz-se o mesmo procedimento aplicado na CLP, porém, introduz-se um segundo grupo de pesos, os pesos de ordenação que configuram a principal diferença entre a CLP e a MPO.

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo geral identificar áreas prioritárias à proteção, no município de Piedade, por meio da Avaliação Multicriterial (AMC). Os objetivos específicos são:

- (i) Identificar os fatores, e seus pesos, importantes à definição de áreas a serem protegidas, para as condições da área de estudo; e
- (ii) Avaliar qual método de AMC, se a Combinação Linear Ponderada (CLP) ou se a Média Ponderada Ordenada (MPO), é o mais apropriado ao objetivo do trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL (AMC)

Malczewski (2006) menciona que a AMC é um termo geral que se refere à tomada de decisão multiatributos e multiobjetivos. Na decisão multiatributo há um número limitado de alternativas pré-determinadas. Na decisão multiobjetivo, a melhor solução pode estar em uma ampla gama de possibilidades, dentro da região de soluções viáveis. A grande maioria das AMC citadas na literatura utiliza a decisão multiatributo, na qual incluem-se os métodos de agregação ponderada (como o por exemplo, o método CLP), sobreposição booleana, ponto ideal, AHP, entre outros. O método de agregação ponderada é considerado como um dos mais comumente utilizados, por ser intuitivo e de fácil implementação dentro do SIG (por meio de álgebra de mapas e modelagem cartográfica).

A AMC, conforme Belton e Stewart (2002) apud Mendoza e Martins (2006), apresenta vantagens como auxiliar na estruturação de um problema de gestão e viabilizar decisões racionais e justificáveis. Distintas áreas de pesquisa como o SIG e a AMC, ao se integrarem, podem beneficiar-se reciprocamente. Uma maneira simplista de se entender essa união é que ela possibilita transformar, combinar dados geográficos a julgamentos de valores, com o objetivo de obter subsídios para a tomada de decisão (MALCZEWSKI, 2006).

Zuffo (1998) cita o início da implantação da Análise Multicriterial, para o planejamento dos recursos hídricos, no Brasil. Este autor compara a AMC à análise custo-benefício para avaliações de projetos, sendo que a desvantagem do método de custo-benefício deve-se à dificuldade de inclusão de mais de um objetivo, além da maximização dos benefícios econômicos, na investigação.

Mendoza e Martins (2006) realizaram uma revisão sobre os métodos de AMC aplicados para estudos com florestas e outros recursos naturais. Os autores citam que o diferencial da técnica é considerar a opinião do especialista, pois raramente os dados sobre ecossistemas florestais são completos e compreendidos plenamente. Anteriormente à década de 90, as decisões eram tomadas por um único indivíduo (geralmente o proprietário de terra ou o analista). Apenas recentemente é que as decisões passaram a considerar a opinião dos múltiplos interessados. Uma das características da AMC é viabilizar a incorporação de aspectos de diferentes naturezas, tais como os econômicos, sociais, ambientais, políticos, entre outros (ROY; VANDERPOOTEN, 1996; ZUFFO, 1998).

Geneletti e van Duren (2008) realizaram o zoneamento de um parque natural na Itália, por meio da AMC e da avaliação por múltiplos objetivos. A AMC mostrou-se adequada para esta finalidade, pois a opinião de todas as partes diretamente interessadas (cidadãos, autoridades do parque, agências de conservação da natureza, entre outros) foi considerada. Por fim, os autores sugeriram a utilização desta metodologia em outros parques que necessitassem consolidar ou atualizar o seu zoneamento.

A escolha dos critérios é uma fase primordial na AMC. Molin e Stape (2007) estabeleceram Reservas Legais (RL) utilizando critérios técnico-econômicos separadamente dos critérios ambientais, e depois compararam os resultados, encontrando similaridade de apenas 15,33%. Constataram, desta maneira, a importância da clara definição dos critérios e da necessidade de se conciliar tanto os princípios econômicos quanto os ambientais na determinação das RL.

Kandilioti e Makropoulos (2012) selecionaram áreas com risco de inundação em áreas urbanas, em Atenas, empregando três métodos de AMC: Processo Analítico Hierárquico (AHP), Combinação Linear Ponderada (CLP) e Média Ponderada Ordenada (MPO). Os autores também indicaram o emprego destes métodos para produção de cenários de desenvolvimento urbano e mudanças no uso do solo, em longo prazo.

Na AMC, de acordo com Eastman (2003), existem diferentes componentes. Os principais a serem considerados são:

- 1) Decisão: Escolha entre diversas possibilidades.
- 2) Critérios: São variáveis que podem ser medidas e avaliadas. É através deles que se fundamentam as escolhas. Podem ser restritivos ou relativos.

Os restritivos limitam as possibilidades a serem consideradas. São sempre de caráter booleano (sim ou não), sem meio termo. Os relativos (também denominados de fatores) podem realçar ou diminuir a pertinência de uma alternativa. Variam em uma escala contínua.

Outro conceito importante é o de Regra de decisão, que é o processo pelo qual os critérios são selecionados e combinados para se chegar a uma decisão em particular. De acordo com Malczewsk (2004), definem as relações entre os dados de entrada e os de saída.

Um passo primordial na AMC é a definição dos critérios. Nesta etapa pode-se empregar a Técnica Participatória, que consiste na consulta a especialistas de diferentes áreas relacionadas ao objetivo do estudo de interesse (VALENTE; VETTORAZZI, 2008).

Para a padronização dos critérios uma das técnicas mais empregadas é a lógica fuzzy, a qual possibilita a posterior agregação dos critérios, visto que os fatores serão normalizados para uma mesma escala de valores. No ambiente da lógica fuzzy, as restrições são de natureza booleana e os fatores variam conforme uma escala contínua (de 0 a 1 ou de 0 a 255 bits). A escolha desta última deve-se aos 256 níveis de cinza presentes em uma imagem de 8 bits, sendo o 0 considerado menos apto e o 255, mais apto (CEREDA JUNIOR, 2011).

Para Ruhoff *et al.* (2005), o modelo cognitivo humano aproxima-se da lógica fuzzy para resolução de problemas. As decisões humanas são influenciadas por diferentes elementos e situações, não apenas por condições extremas (OPENSHAW; OPENSHAW, 1997), como na lógica booleana, cujos limites rígidos impedem que os erros e incertezas sejam calculados apropriadamente (MEIRELLES, 1997). Eastman (2001) faz referência às funções de pertinência fuzzy no processo de normalização dos fatores. Entre elas estão a Linear, Sigmoidal e J-invertido. A preferência por uma destas está relacionada à melhor representação, no espaço, do critério a ser normalizado. Vettorazzi (2006) comenta que a transformação linear é uma abordagem de simples aplicação e é uma das mais empregadas, porém, conforme o autor, não há uma explicação empírica justificando a maior utilização desta técnica.

O método da Combinação Linear Ponderada (CLP) e o método da Média Ponderada Ordenada (MPO) também seguem esta forma de normalização antes da etapa de definição dos pesos (CEREDA JUNIOR, 2011).

Segundo Eastman (2006), para a combinação dos fatores com a Combinação Linear Ponderada, inicialmente, é necessário atribuir pesos a eles, de acordo com o nível de importância de cada um. Uma das maneiras mais utilizadas para se definir os pesos é utilizando o Processo Analítico Hierárquico (AHP), proposto por Saaty (1977) (VALENTE; VETTORAZZI, 2008). Nessa metodologia, determinam-se os valores (de acordo com uma escala contínua) por meio da consulta a especialistas ou baseando-se em trabalhos realizados na área de interesse (CORSEUIL; CAMPOS, 2007). Esses valores são inseridos em uma matriz e comparados pareadamente (FIG.1). Após esse procedimento, obtêm-se os pesos de

cada fator e a Razão de Consistência que, necessariamente, deve ser menor que 0,10, para confirmação que os valores foram gerados ao acaso. No caso de serem maiores que 0,10, as matrizes devem ser reavaliadas. O valor da soma de todos os pesos deve ser igual a 1 (SAATY,1977).

FIGURA 1- Exemplo hipotético de uma matriz de comparação pareada.

Atributo	A ₁	A ₂	...	A _n
A ₁	x ₁₁ =1	x ₁₂	...	x _{1n}
A ₂	x ₂₁ =1/x ₁₂	x ₂₂ =1	...	x _{2n}
...
A _n	x _{n1} =1/x _{1n}	x _{n2} =1/x _{2n}	...	x _{nn} =1

Fonte: KIMURA; SUEN (2003)

Para Weber e Hasenack (2001), a AHP é apenas uma das alternativas para estabelecer pesos às variáveis. Esse método não é indispensável, pois existem outras formas de se atribuir pesos, até mesmo de forma direta, com base no conhecimento empírico sobre o assunto.

Cabe ressaltar que o método AHP também pode ser empregado como suporte à tomada de decisão (VETTORAZZI, 2006).

2.1.2 Combinação Linear Ponderada (CLP)

O método da Combinação Linear Ponderada (CLP) envolve, conforme Voogd (1983), a prévia normalização dos fatores para uma escala comum, mesmo antes das etapas de atribuição de pesos aos fatores e agregação deles por meio de uma média ponderada.

Malczewski (1999) afirma que essa metodologia fornece soluções que se encontram no meio dos extremos e, por isso, não podem ser designadas como arriscadas, nem aversas ao risco, apresentando, portanto, um risco médio para a tomada de decisão, podendo ser considerada como uma variação da Média Ponderada Ordenada.

Baban e Wan-Yusof (2003) avaliaram os método booleano e o CLP na modelagem de lugares com potencial para alocação de reservatórios de água, em uma ilha na Malásia. Ao considerar os critérios econômicos, ambientais e de segurança para localização do reservatório, encontraram melhores resultados no método CLP. Zambon *et al.* (2005), para determinar locais com potencial para instalação de usinas termoelétricas, utilizaram as

metodologias CLP e MPO e concluíram que, para esse caso, a técnica CLP foi a mais promissora. Giordano e Riedel (2006) basearam-se no método CLP para elaboração do mapa de aptidão para alocação de um parque linear. Segundo os autores, este método deve ser encorajado como ferramenta auxiliar no planejamento de parques lineares. Calijuri *et al.* (2007) geraram, com sucesso, cartas de fragilidade ambiental (potencial e emergente), por meio da análise de Combinação Linear Ponderada.

Bustamante Becerra e Bitencourt (2008) utilizaram a AMC para analisar a influência da pressão antrópica sobre o estado de conservação e conectividade estrutural dos fragmentos do cerrado. Os autores avaliaram o estado de conservação potencial dos fragmentos do cerrado, a conectividade estrutural da paisagem e a pressão antrópica do entorno. Após empregar o método CLP, constataram uma baixa conectividade estrutural da paisagem que se mostrou inadequada para manutenção dos fragmentos do cerrado. A conservação potencial dos fragmentos florestais foi considerada regular e os valores da pressão antrópica do entorno variou de desfavorável a regular.

Nobre e Garcia (2010) compararam três métodos de análise de vulnerabilidade ambiental, entre eles o método com apoio nas classes de declividade, o índice de dissecação do relevo, e o CLP. O método CLP, por permitir uma análise conjunta dos fatores, foi o que proporcionou uma visão mais ampla da vulnerabilidade ambiental.

Nossack *et al.* (2011) obtiveram resultados satisfatórios ao aplicar a técnica CLP para definir áreas prioritárias para recuperação florestal visando à conectividade dos fragmentos, sendo que o fator proximidade à cobertura florestal foi determinante no produto final, pois recebeu maior peso em relação aos fatores proximidade da rede hidrográfica e erodibilidade.

Sartori *et al.* (2011) comprovaram a eficácia do método de Combinação Linear Ponderada (CLP) na definição de áreas prioritárias à adequação do uso das terras em bacias hidrográficas. Segundo os autores, este tipo de análise é flexível, fácil de ser implementada e permite a interação de conhecimentos e de características da paisagem no processo de tomada de decisão.

Palmas *et al.* (2012) planejaram áreas residenciais, na Sardenha (Itália), aplicando as técnicas booleana e CLP. As habitações foram arquitetadas visando à utilização de sistemas de energia micro renováveis. Inicialmente os mapas de aptidão dos potenciais de energia (eólica, geotérmica, solar e biomassa) foram produzidos. Especialistas de diversas partes da Europa foram consultados para indicar os principais fatores a serem observados na implantação das residências (por ex. proximidade de estradas e linhas de trem, distância a áreas ambientalmente valiosas, distância a usinas eólicas onde existe presença de avifauna,

distância a florestas e a locais onde há água potável e aquífero, etc). A metodologia, com ambas as técnicas, mostrou-se eficiente no planejamento de habitações sustentáveis, em países europeus.

Sartori *et al.* (2012) definiram áreas prioritárias para conectar fragmentos florestais visando à restauração florestal, por meio da CLP, na Bacia do Rio Pardo (SP). O fator que recebeu maior peso foi proximidade entre fragmentos florestais de maior área nuclear. A abordagem mostrou-se adequada e com potencial para auxiliar no planejamento racional dos recursos e na ocupação territorial, podendo ser útil também na orientação de políticas públicas e nas tomadas de decisão coletiva.

2. 1. 3 Média Ponderada Ordenada (MPO)

Nesse método, considera-se, além dos pesos de fator utilizados no método da CLP, um segundo grupo de pesos, denominados de pesos de ordenação (YAGER, 1988). A presença desse segundo grupo de pesos configura a principal diferença entre a CLP e a MPO. Os pesos de ordenação possibilitam controlar o nível de compensação entre os fatores e o risco associado ao processo decisório (VALENTE; VETTORAZZI, 2008). Segundo Malczewski (2004), o método apresenta soluções que podem se localizar em qualquer ponto entre os extremos (arriscado e averso ao risco), sendo a posição (ou ordem dos fatores), determinante do grau de risco.

Os pesos de ordenação são organizados de maneira crescente, de modo que o fator com menor influência seja o primeiro da lista ordenada e o fator com maior influência seja o último da lista (CEREDA JUNIOR, 2011). No caso de todos os pesos de ordenação terem igual valor, o resultado seria associado a um risco neutro (localizando-se na posição intermediária, entre os extremos), sendo equivalente ao operador CLP (EASTMAN, 2001).

Cabe ressaltar que esse método apresenta limitações quando um elevado número de critérios estiver envolvido, devido à dificuldade de se combinar os critérios de modo que a relação entre eles seja representada adequadamente (MALCZEWSKI; RINNER, 2005; CHEN; KHAN; PAYDAR, 2010).

Valente e Vettorazzi (2005) concluíram que o método da MPO é efetivo na definição de áreas prioritárias para conservação e preservação florestal, visando ao incremento da biodiversidade regional. De Araújo e Macedo (2002) selecionaram áreas favoráveis à mineração de metais base, por meio da AMC, na região do Vale do Ribeira. Neste estudo, foram utilizados dados geológicos, geoquímicos e geofísicos. Tanto a CLP quanto a MPO

mostraram-se adequadas para este estudo, sendo que a MPO forneceu resultados melhores que CLP.

Valente e Vettorazzi (2008) aplicaram o método da MPO na definição de áreas prioritárias para conservação florestal. A técnica facilitou a compreensão de modelos alternativos e adequados ao uso da terra. Os autores enfatizaram a importância da regra de decisão para seleção da melhor alternativa que, por sua vez, depende da escolha do melhor método multicriterial, pois, se este não for apropriado, pode levar a decisões injustificadas. Para algumas situações, os autores destacaram a possibilidade do emprego de diferentes métodos de avaliação multicritérios para se atingir determinados objetivos.

Becker *et al.* (2009) utilizaram o método da MPO para combinar diferentes cenários, em que foram considerados os recursos hídricos, a atividade antrópica e a conservação do solo para compor um mapa final de áreas prioritárias para conservação, considerando os recursos da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai. Para os autores, os mapas produzidos podem ser considerados ferramentas de gestão, capazes de fornecer importantes subsídios para a preservação da Bacia ao destacar os locais mais sensíveis ao uso do solo (classificados com prioridade alta e muito alta). Rezende *et al.* (2011) definiram áreas e sub-bacias prioritárias para implantação de Reservas Legais, visando ao incremento florestal por meio da MPO. O trabalho demonstrou a importância da divisão das bacias hidrográficas em sub-bacias de forma a facilitar a identificação e priorização de áreas para a implantação da reserva legal.

Feizizadeh e Blaschke (2012) compararam os métodos AHP, CLP e MPO no mapeamento da suscetibilidade de deslizamentos de terra na bacia do lago Urmia, no Irã. Este estudo demonstrou que a escolha do método é determinante em algumas situações, pois, neste caso, o método AHP forneceu os melhores resultados, seguido do MPO e, por último, do CLP.

Valente e Vettorazzi (2013) definiram áreas prioritárias à restauração florestal, utilizando os métodos CLP e MPO, visando ao manejo sustentável da água, visto que o planejamento da restauração florestal das bacias hidrográficas é uma das maneiras de se resolver os problemas relacionados à quantidade e qualidade da água. Os dois métodos, mostraram-se promissores ao auxiliar no processo de tomada de decisão, sendo que a MPO mostrou-se mais flexível ao integrar características positivas da CLP e introduzir a compensação entre os fatores.

Ferretti e Pomarico (2013) utilizaram a MPO, em conjunto com o processo de análise de rede (ANP), para identificar potenciais corredores e trampolins ecológicos no Piemonte, região noroeste da Itália, como uma estratégia preliminar para o planejamento de futuras redes

ecológicas. A metodologia foi considerada como muito promissora para o planejamento ecológico.

2. 2 ÁREAS PROTEGIDAS E ECOLOGIA DA PAISAGEM

Segundo a União Mundial para Conservação da Natureza (IUCN) (1994), as áreas protegidas são espaços terrestres ou marítimos dedicados à conservação da biodiversidade e dos seus recursos naturais e culturais intrínsecos, administrados por meios legais ou outras formas igualmente eficazes.

As áreas protegidas, no Brasil, podem ser públicas ou privadas e apresentam o respaldo legal de algumas leis como a Lei nº 9.985 de julho de 2000 que trata de Unidades de Conservação (UCs), ou melhor, do Sistema Nacional de Unidades de Conservação e a Lei nº 12.727 de outubro de 2012 (responsável pela alteração da Lei nº 12.651 de maio de 2012 que modificava o antigo Código Florestal). O ato legal federal Nº 12.727 regulamenta as normas, com algumas exceções, para se conservar as Reservas Legais (área com cobertura de vegetação nativa, localizada no interior da propriedade ou posse rural) e as Áreas de Preservação Permanente (área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com diversos propósitos como preservar os recursos hídricos, a paisagem, a biodiversidade, fornecer estabilidade geológica, proteger o solo, facilitar o fluxo gênico da biota e assegurar o bem estar das populações humanas). Outras áreas propensas à proteção são as Zonas de Amortecimento (ZAs), contempladas no Art. 2, inciso XVIII da Lei Nº 9.985 de 2000 .

As Zonas de Amortecimento (ZAs) são definidas como as áreas do entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade. Ainda conforme o ato legal citado, as zonas de amortecimento são consideradas como zonas rurais (Art.49) e não são exigidas nos casos de Área de Proteção Ambiental (APA) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) (Art. 25). Segundo Vitalli, Zakia e Duringan (2009), existem diferenças na utilização da nomenclatura para definir esta área (designada como zona de entorno ou de amortecimento). Devido a possíveis conflitos na interpretação do vocábulo, pode-se empregar o termo zona tampão, referindo-se ao seu significado ecológico. Estas áreas são de primordial importância, pois podem controlar o crescimento urbano desordenado (RIBEIRO, 2010), aumentar o tamanho efetivo das UCs e as proteger do entorno (NOSS; COOPERRIDER, 1994 *apud* CRUMPACKER, 1998) e deter o efeito de borda causado pela fragmentação do ecossistema (ISHIHATA, 1999; BENSUSAN, 2001 *apud* VITALLI; ZAKIA; DURIGAN,2009). São tão relevantes que, segundo Li, Wang e Tang (1999), uma

ZA mal planejada ou ausente pode acarretar no insucesso da conservação de uma área protegida.

Hauff (2004), Ribeiro, Freitas e Costa (2010) e Kinouch (2010) destacaram a necessidade de se considerar as comunidades vizinhas as ZAs e, assim, diminuir as pressões exercidas sobre a unidade de conservação. Em documento produzido por Scherl (2006), enumeram-se os benefícios que as áreas protegidas (não mais considerada como uma fortaleza) podem acarretar as populações locais e do entorno, como a geração de renda (empregos em áreas mais afastadas) e o sustento das populações rurais pobres. Nesse estudo, enfatiza-se que um dos propósitos da criação e gestão de uma área protegida é diminuir a pobreza local, ou ao menos, não acentuá-la.

Recentemente ocorreu um retrocesso nos processos de licenciamento ambiental a favor de empreendimentos próximos as UCs. A Resolução CONAMA Nº 428/2010 diminuiu os limites das ZAs não estabelecidas no prazo de até cinco anos, para 3 km do limite da UC, revogando, deste modo, a Resolução CONAMA Nº 13/1990 que determinava que as ZAs tivessem um raio de 10 km a partir dos limites das Unidades de Conservação. Outro aspecto desta é a não obrigatoriedade de ZA para áreas urbanas consolidadas.

A Lei Nº 9.985/2000 instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) estabelecendo normas e critérios para criação, implantação e gestão de UCs que podem ser de Proteção Integral (cujo principal objetivo é preservar a natureza, sendo apenas autorizado o uso indireto dos seus recursos naturais) ou de Uso Sustentável (nestes territórios, busca-se conciliar conservação da natureza com o uso sustentável de alguns de seus recursos). As Estações Ecológicas (ESEC), Reservas Biológicas (REBIO), Parques Nacionais (PARNA), os Monumentos Naturais (MONA) e os Refúgios de Vida Silvestre (RVS) são denominadas como de Proteção Integral. E as Áreas de Proteção Ambiental (APA), Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Florestas Nacionais (FLONA), Reservas Extrativistas (RESEX), Reservas de Fauna (REF), Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) são categorizadas como de Uso Sustentável. Cada uma das categorias apresenta particularidades em relação a concessões e restrições de uso.

O Monumento Natural, o Refúgio da Vida Silvestre, a Área de Proteção Ambiental e a Área de Relevante Interesse Ecológico, podem ser particulares, assim como a Reserva Particular do Patrimônio Natural.

As UCs são responsáveis por proteger valiosos recursos naturais (terras férteis, água, recursos florestais e reservas minerais), gerar renda através do turismo, possibilitar o

desenvolvimento de fármacos e cosméticos, mitigar a emissão de CO₂ e outros gases causadores do efeito estufa (devido às queimadas e mudanças no uso do solo), assegurar a qualidade e quantidade da água para agricultura, irrigação, abastecimento energético e consumo humano, entre outros. Alguns serviços ambientais (benefícios gerados gratuitamente pela natureza), quando valorados economicamente, superam com significativa diferença o valor destinado à manutenção do SNUC. Apesar da implantação deste sistema e a ampliação das UCs ao longo dos anos, ainda existem entraves relacionados à regularização fundiária, falta de funcionários e mínima infra-estrutura, ausência de planos de manejo e/ ou falta de revisão dos mesmos, tudo isto devido, principalmente, à falta de investimentos (MEDEIROS *et al.*, 2011). Terborgh e Van Schaik (2002) utilizam o termo “Parques de papel” para descrever as UCs legalmente estabelecidas, porém, apresentando sérios problemas de implementação. Fearnside (1999) observou que, apesar da situação destes parques ser lamentável, a rápida criação dos parques de papel na Amazônia teve o aspecto positivo de aproveitar a oportunidade para um grande número de UCs serem estabelecidas enquanto os preços das terras não eram tão elevados, o que futuramente poderia representar um grande empecilho. Pimentel (2008) realizou amplo estudo sobre o tema e salientou a importância dos parques cumprirem seu papel social, não apenas ambiental.

Internacionalmente, a organização IUCN (1994) distingue as UCs em seis classes principais: I - Reserva Natural Estrita/Área Natural Silvestre; II - Parque Nacional; III - Monumento Natural; IV - Áreas de manejo de habitat/espécies; V- Paisagem terrestre e marinha protegida; e VI - Área Protegida com recursos manejados (cada uma com objetivos específicos, como proteção da vida silvestre, fins científicos, recreação, manejo, entre outras).

O Estado de São Paulo, apesar de apresentar uma das maiores biodiversidades do país, devido a sua posição geográfica e relevo (JOLY *et al.*, 2008), tem apenas 25% de uma área total de 3.457.301 ha de fragmentos florestais significativos protegidos na forma de UCs (RODRIGUES; BONONI, 2008), totalizando aproximadamente 236 áreas protegidas (XAVIER *et al.*, 2008). As UCs também possuem a problemática de se concentrarem em determinadas regiões do país e aparecerem muitas vezes, de forma sobreposta, não protegendo de forma satisfatória todos os ecossistemas existentes, tais como áreas insulares, marinhas, regiões litorâneas, zonas de transição (mangue, entre outros), ambientes cársticos (cavernas, vales, etc) (XAVIER *et al.*, 2008).

Visando a ampliar a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo, especialistas propuseram estratégias prioritárias de conservação, baseados em características da paisagem e espécies-alvo (ameaçadas de extinção, raras, endêmicas,

especialistas e espécies guarda-chuva) que são mais vulneráveis a mudanças bruscas no habitat natural e mais exigentes ecologicamente que outras espécies. As principais ações apresentadas por eles foram a criação ou extensão de Unidades de Conservação de Proteção Integral, o incentivo à averbação de Reserva Legal, o estímulo à restauração das Áreas de Preservação Permanente, a criação de mosaicos e corredores ecológicos e a coleta de dados biológicos (METZGER et al., 2008a).

As áreas protegidas podem ser avaliadas por meio da Ecologia da Paisagem que busca o entendimento das interações entre a heterogeneidade espacial e os processos ecológicos. Os padrões espaciais resultam de complexas interações entre múltiplos elementos que muitas vezes não são bem conhecidos (TURNER, 2005).

Indicadores espaciais são utilizados na Ecologia da Paisagem para expressar características ecológicas como limites, isolamento e heterogeneidade (GILES; TRANI, 1999). Critérios abióticos são úteis quando dados ecológicos são inválidos e incompletos (GENELETTI, 2004b), não estão disponíveis ou não foram obtidos devido a limitações de tempo e orçamentos baixos (GENELETTI, 2004a).

A paisagem pode ser estudada a partir de três tipos de elementos principais que formam a sua estrutura: as manchas (ou fragmentos), os corredores e a matriz. Qualquer ecossistema ou elemento da paisagem pode ser reconhecido como mancha, corredor ou matriz, pois elementos ecológicos podem estar distribuídos heterogeneamente entre eles. Determinar a distribuição espacial é entender a estrutura da paisagem (FORMAN; GODRON, 1986).

Uma mancha pode ser designada como a unidade fundamental de uma paisagem. Apresenta uma aparência não linear e distinta do seu entorno (FORMAN; GODRON, 1986). Corredores são estruturas lineares que não são manchas nem matrizes (LANG; BLASCHKE, 2009). Matriz é a superfície predominante na paisagem (mais de 50% da área), relativamente homogênea e que pode conter manchas ou corredores (FORMAN; GODRON, 1986). Em definição mais recente, esta também pode ser compreendida como um grupo de unidades de não habitat para uma comunidade ou espécie definida. Dispersas na matriz também podem ser encontradas pequenas áreas de habitat (chamadas de *stepping stones*, pontos de ligação, trampolins ecológicos) que podem facilitar o fluxo de organismos entre as manchas (METZGER, 2001).

As principais teorias lançadas para a compreensão de paisagens fragmentadas foram a teoria da Biogeografia de ilhas (MACARTHUR; WILSON, 1967) e a teoria da metapopulação (LEVINS, 1970). A primeira teoria estabelece que as taxas de imigração e

extinção são influenciadas pelo tamanho das ilhas e pela proximidade com o continente. A segunda está intimamente relacionada com a anterior e considera a taxa de extinção e recolonização para criar um fluxo de indivíduos entre as manchas de habitats (habitats adequados para uma população persistir), assegurando, desta forma, a conectividade genética entre as subpopulações (FARINA, 1998; RICKLEFS, 2003).

Atualmente, na Ecologia da Paisagem, os fragmentos não são mais considerados como ilhas, ou habitats apropriados em meio aos não apropriados, mas como remanescentes mergulhados em habitats heterogêneos (WIENS, 1995). Estas áreas mescladas também podem ser chamadas de matrizes e ser constituídas por diferentes tipos de uso do solo (áreas agrícolas, rodovias, áreas urbanas, entre outras) (METZGER, 2006).

Quanto mais parecida a matriz estiver em relação ao habitat original da espécie ou grupo em questão, mais permeável a estes ela será. Nesta circunstância, uma área de floresta é mais permeável ao fluxo de espécies florestais do que uma área de pasto que por sua vez, é mais permeável do que regiões urbanizadas (METZGER, 2006).

Ao aumentar-se a sua permeabilidade da matriz aos fluxos biológicos, pode-se diminuir os efeitos da fragmentação, melhorando a conectividade na paisagem (METZGER, 2006). Para Forero-Medina e Vieira (2007) uma paisagem pode ser conectada de forma estrutural ou funcional. A conectividade estrutural considera principalmente os aspectos físicos da paisagem (distância entre manchas de habitat, densidade de corredores, presença de *stepping stones*, entre outros) (KINDLMANN; BUREL, 2008) e a conectividade funcional analisa a relação do organismo com o ambiente, variando conforme a capacidade de dispersão da espécie. O conhecimento relacionado à conectividade funcional tem aumentado recentemente (baseados principalmente em modelagens e experimentos com invertebrados), porém, estudos com vertebrados nos trópicos ainda são escassos, devido a grande demanda de informações requeridas nesse tipo de trabalho (FORERO-MEDINA E VIEIRA, 2007). Pesquisas relacionadas à conectividade funcional podem ser aplicadas de maneira mais direta apenas para espécies com baixo potencial de deslocamento pela matriz (CROUZEILLES; LORINI; GRELE, 2010). A conectividade estrutural da paisagem pode ser considerada uma representação da conectividade funcional para muitas espécies, desde que a alta conectividade permita a dispersão dessas, diminuindo o risco de isolamento populacional. Uma das tendências atuais é a busca da conectividade funcional de redes de áreas protegidas, por permitir a adaptação das espécies em relação as alterações climáticas (PIQUER-RODRÍGUEZ, et al. 2012).

No presente estudo, com base nos princípios da Ecologia da Paisagem, selecionaram-se, por meio da Técnica Participatória e revisão de literatura, alguns critérios considerados fundamentais para a definição de áreas protegidas: proximidade entre fragmentos florestais com maior área nuclear; vizinhança aos remanescentes florestais; distância às fontes de distúrbio; e proximidade às áreas protegidas existentes, os quais são abordados, a seguir, nessa revisão de literatura.

2. 2. 1 Proximidade entre fragmentos florestais com maior área nuclear

A área nuclear corresponde à área interna dos elementos espaciais, neste caso dos remanescentes florestais, sem a faixa que equivale à borda. Os fatores bióticos e abióticos presentes atuam de forma diferenciada nesta região e na faixa externa a ela (borda). As áreas periféricas, devido ao efeito de borda, geralmente são evitadas por certos animais sensíveis a potenciais perturbações. Porém algumas espécies, como as aves Rotmilan (*Milvus milvus*), preferem locais abertos a florestas densas. Existem também espécies generalistas que não demonstram predileção por nenhum ambiente. Estudos indicam que as áreas nucleares são influenciadas pelas escolhas das distâncias das bordas. Em manchas pequenas ou com grande efeito de borda, as áreas nucleares tendem a zero (LANG; BLASCHKE, 2009).

Fragmentos grandes e interligados tendem a refugiar um maior número de espécies e populações menos vulneráveis à extinção que fragmentos menores e isolados (GENELETTI, 2005). Para Turner e Gardner (1990), um fragmento pode apresentar uma largura considerável para manter algumas espécies, porém, pode não ter área nuclear suficiente para sustentar uma população viável.

O efeito de borda pode propiciar um aumento na quantidade de luz, temperatura, ventos e umidade (KAPOS, 1989; BIERREGAARD *et al.*, 1992; RODRIGUES, 1998), principalmente nos primeiros 35 m (RODRIGUES, 1998), o que acaba selecionando as espécies mais adaptadas a este tipo de ambiente e, conseqüentemente, eliminando as espécies mais sensíveis. Conforme Primack e Rodrigues (2001), os efeitos de borda contribuem para aumentar a destruição nas florestas tropicais. Portanto, para o presente trabalho, consideraram-se como mais relevantes as regiões com fragmentos de maior área nuclear (*core*).

De acordo com Valente e Vettorazzi (2008), o critério proximidade entre fragmentos florestais de maior área nuclear foi considerado o mais importante na definição de áreas prioritárias para conservação florestal.

2. 2. 2 Proximidade às Áreas Protegidas

Ribeiro et al. (2012) afirmam que áreas próximas a unidades de conservação, áreas localizadas entre remanescentes florestais com tamanhos significativos e áreas entre remanescentes florestais com espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção são capazes de promover a conectividade da paisagem, garantindo a viabilidade da flora e fauna, em longo prazo. Um cenário ideal seria aquele com remanescentes florestais de maior tamanho, poucas reentrâncias e formato aproximadamente circular (MATSUMOTO; KUMLER; BAUMGARTEN, 2012).

Para Bender, Contreras e Fahrig (1998), o tamanho do fragmento apresenta um forte efeito sobre as espécies de borda e do interior, mas são irrelevantes para as espécies generalistas. Fragmentos grandes e próximos (subdivididos em três regras básicas) foram priorizados em estudo realizado por Metzger et al. (2008b), em escala estadual, para indicação de fragmentos com possibilidade de serem reconectados e de áreas com potencial de se tornarem UC de proteção integral.

2. 2. 3 Distâncias às fontes de distúrbio

A implantação e a expansão das áreas urbanas, comumente apresentam impactos ambientais associados, como o desmatamento, a alteração no ciclo hidrológico, a impermeabilização do solo (reduzindo, conseqüentemente, a recarga dos aquíferos), a diminuição da infiltração da água no solo e o aumento do volume de escoamento artificial, favorecendo a ocorrência de enchentes, sem mencionar os diversos tipos de poluição gerados em uma cidade, decorrentes da presença humana, que acarretam na disseminação de doenças, entre outras conseqüências (CASTRO, 2007).

Palomino e Carrascal (2007) observaram a ocorrência da homogeneização biótica, em aves, com a aproximação à área urbana, refletindo o efeito nocivo da seleção de uma espécie dominante de pássaros. De acordo com os autores, a maioria dos distúrbios associados às áreas urbanas não difere muito daqueles ligados às estradas, por isso, as aves exploradoras-urbanas foram as únicas que apresentaram uma associação positiva com as estradas.

Segundo Schonewald-Cox e Buechner (1992), a construção de estradas é uma das causas da fragmentação. Este processo é responsável tanto pela redução em área de um grande e contínuo habitat quanto pela divisão da extensão de terra em fragmentos menores (WILCOVE *et al.*, 1986; SHAFER, 1990). Fahrig (2003) sugere que o termo fragmentação

seja utilizado com cautela, pois envolve dois processos distintos, quebra do habitat e perda do mesmo. A perda de habitat apresenta resultados mais drásticos sobre a biodiversidade do que a sua ruptura. A fragmentação (envolvendo principalmente a perda de habitat) é considerada a maior ameaça à biodiversidade do planeta (TABARELLI; GASCON, 2005). Maués e De Oliveira (2010) citam que a fragmentação pode reduzir as taxas de fluxo gênico, recrutamento e frutificação de árvores e aumentar a possibilidade de ocorrer endogamia nas mesmas, afetando também as populações de polinizadores que podem apresentar estreitas relações de co-evolução com as espécies arbóreas.

Outro aspecto desfavorável das estradas é que ao cortar os fragmentos, a distância efetiva ("custo") para atravessá-los aumenta, de modo que os fluxos biológicos sejam menores do que o esperado, sendo possíveis apenas pela presença de passagens de fauna (que representam uma brecha para o cruzamento de animais) (METZGER, 2006). As estradas impulsionam mudanças no uso da terra e influenciam no desmatamento (FREITAS et al., 2010). De Jesus Silva et al. (2006) relatam a importância de se considerar os efeitos da densidade da malha rodoviária sobre a biodiversidade, ao se implantar uma UC. Sousa et al. (2009) também salientaram a necessidade de se ponderar a distância das estradas como fator determinante da distribuição da vegetação nativa e de UCs. Rodovias possibilitam o aumento da invasão de espécies de plantas exóticas na paisagem e facilitam futuras ocupações (PARENDES; JONES, 2000). No Canadá, existem projetos de remoção de rodovias para reduzir a erosão crônica e os deslizamentos e restaurar os habitats naturais e os padrões de drenagem natural (SWITALSKI et al., 2004). Para Geneletti (2003), a construção das rodovias, ao modificar as condições do habitat, pode afetar a abundância e o padrão de distribuição da flora e da fauna. As luzes nas rodovias podem desorientar aves e os ruídos podem afetar no comportamento reprodutivo das mesmas (GLISTA; DEVAULT; DEWOODY, 2009); o calor liberado pelo asfalto à noite é capaz de atrair alguns animais (WHITFORD, 1985); a proximidade a rios e plantações e/ou roçada da faixa de servidão da rodovia podem, respectivamente, atrair e deslocar capivaras; a presença de carcaças de animais atropelados na rodovia, ocasionalmente, pode induzir a aproximação de carnívoros, aumentando os riscos de novos atropelamentos. Outro aspecto a ser considerado é a sazonalidade (na estação seca há maior deslocamento, devido à escassez de alimentos) Algumas vezes, o entorno das rodovias pode ser muito atrativo para alguns animais (como gambás) devido ao acúmulo de lixo (BUENO; DE ALMEIDA, 2010). O efeito inverso também pode ocorrer, pois alguns animais tendem a evitar as estradas (MCGREGOR et al., 2008).

Estudos mencionam que as áreas marginais às rodovias apresentam alto risco de incêndios florestais devido às queimadas dos acidentes automotivos e às fogueiras produzidas por transeuntes. Os fragmentos próximos aos centros urbanos também sofrem constante risco de redução de área (ou extinção total) devido ao uso indevido do solo (SILVEIRA; VETTORAZZI; VALENTE, 2008) como ocorre com as ocupações irregulares.

Este critério também foi utilizado por Geneletti (2004b) para identificar áreas prioritárias à conservação, no vale alpino na região de Trentino, no norte da Itália.

2. 2. 4 Vizinhança aos remanescentes florestais

As condições locais do habitat nem sempre são adequadas para explicar a presença ou abundância de espécies. O contorno dos limites e as características da vizinhança (contexto da paisagem) também devem ser observados (MAZEROLLE; VILLARD, 1999)

De acordo com Viana e Pinheiro (1998), as estratégias para conservação da biodiversidade nas UCs devem extrapolar os limites das mesmas e levar em consideração as características e o potencial de conservação dos fragmentos vizinhos. Estes, por sua vez, são modificados de acordo com a atividade antrópica empregada (representada pelo uso e cobertura do solo). Os mesmos autores, em estudo realizado em um fragmento florestal circundado tanto por pastagens quanto por talhões de *Pinus* sp., observaram que a pastagem provocava um efeito de borda mais intenso que os *Pinus* sp. Dependendo, portanto da vizinhança, pode ocorrer um efeito de borda mais intenso, ou não, nos fragmentos florestais.

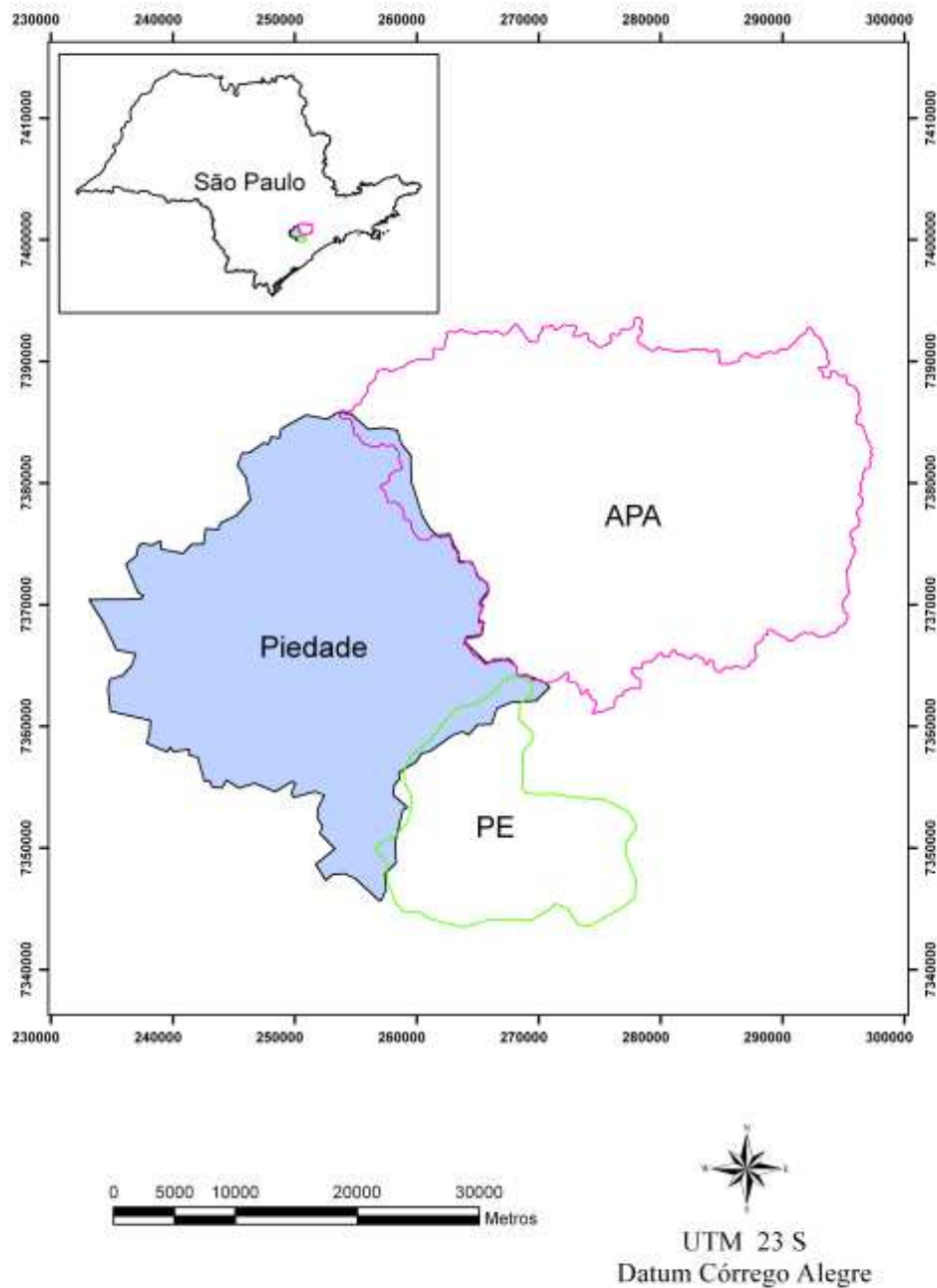
A vizinhança, no caso de nossa área de estudo, pode ser considerada uma grande matriz heterogênea.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Piedade localiza-se, na porção sudeste do estado de São Paulo, entre os paralelos 23° 41' 57" S e 23° 44' 06" S e os meridianos 47° 23' 38" W e 47°26' 48"W (FIG. 2). Possui uma área aproximada de 747 km² e uma população em torno de 54.323 habitantes (IBGE, 2013). Destaca-se a presença, na porção sudeste do município, do Parque Estadual (PE) do Jurupará, com uma grande riqueza de espécies de flora e fauna e na porção nordeste, encontra-se a Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga (FIG. 2).

FIGURA 2 - Localização do município de Piedade, SP e dos limites PE do Jurupará e da APA de Itupararanga.

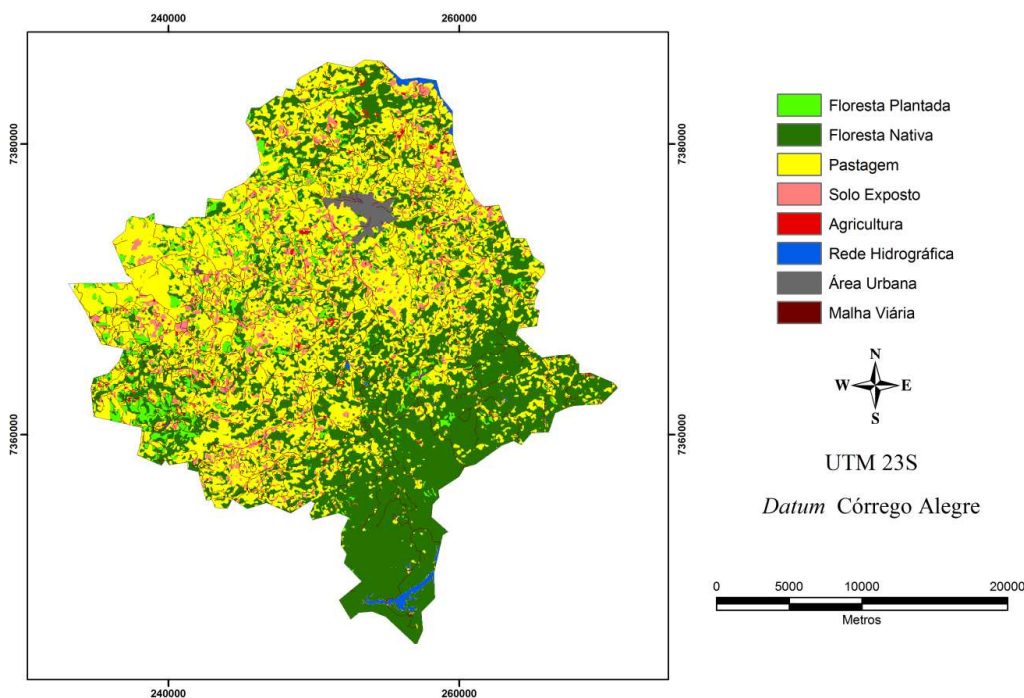


(Fonte: Adaptado de GASPAROTO et al. , 2011; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012).

A cobertura original do solo era formada pela transição entre Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual (SOUZA, 2002). Essa formação foi sendo gradativamente substituída pela agricultura, destacando-se a produção de morango, alcachofra, caqui, cenoura, batata, cebola, abóbora, batata-doce, entre outras (PREFEITURA DE PIEDADE, 2013). Maestro (2002) observou, ainda, a ocupação do solo com pecuária e

plantações florestais comerciais. As florestas naturais do município foram, desta forma, reduzidas a remanescentes florestais que atualmente ocupam 18.928 ha (ou aproximadamente 25% da área do município) (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2013) (FIG. 3).

FIGURA 3 - Uso e cobertura do solo do município de Piedade, SP .



Fonte: Adaptado de GASPAROTO et al., 2011.

De acordo com o mapa adaptado de GASPAROTO et al. (2011), as áreas do município ocupadas por cada classe são: floresta plantada (4,14%), floresta nativa (40,40%), pastagem (43,61%), solo exposto (4,93%) que posteriormente foi reclassificado como área agrícola, agricultura (0,81%), rede hidrográfica (0,66%), área urbana (0,95%) e malha viária (4,45%).

A área de estudo está localizada a uma altitude de aproximadamente 800 m e apresenta um clima tropical de altitude (Cwa - de acordo com classificação climática de Köppen), com temperaturas médias anuais que variam de 13,5 °C a 25,7 °C e chuvas de 1354,7 mm ao ano (CEPAGRI, 2013). Posiciona-se no planalto Cristalino Atlântico, apresentando um acentuado relevo montanhoso (PREFEITURA DE PIEDADE, 2013).

A Área de Proteção Ambiental (APA) de Ituparanga foi criada pela Lei Estadual N^o 10.100 de dezembro de 1998 que posteriormente foi alterada pela Lei Estadual n^o 11.579 de dezembro de 2003. Situa-se na bacia hidrográfica do “Alto Sorocaba” na qual origina-se o Rio

Sorocaba onde está localizada a Represa de Itupararanga responsável pelo abastecimento de água para a população local e pela geração de energia elétrica à Companhia Brasileira de Alumínio CBA. A APA compreende uma vasta área, envolvendo os municípios de Alumínio, Cotia, Ibiúna, Mairinque, Piedade, São Roque, Vargem Grande Paulista e Votorantim. Como as APAs apresentam características mistas, permitindo a coexistência de propriedades públicas e privadas, atividades socioeconômicas urbanas e rurais e áreas de interesse para a conservação do patrimônio natural e histórico-cultural, uma grande parte da vegetação original da APA já foi removida, havendo apenas remanescentes compostos por vegetação secundária ou formações pioneiras. Entretanto, a região ainda é considerada de grande relevância, pois abriga, no interior da bacia, a Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo. E quanto à fauna, somente para o grupo de peixes existem estudos mais detalhados (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2009). Na IUCN, a APA corresponde à categoria V (SCHIAVETTI et al., 2012).

O Parque Estadual (PE) do Jurupará foi criado em setembro de 1992 pelo Decreto Nº 35.703. Localiza-se entre os municípios de Ibiúna e Piedade e possui uma área total de 26.250,47 ha. O PE encontra-se em altitudes que variam entre 400 m a 1120 m, em uma zona de transição entre a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Estacional Semidecidual. O parque dispõe de uma considerável biodiversidade, pois foram encontradas, aproximadamente 1144 espécies de flora e fauna. De um total de 557 espécies da flora vascular nativa, 31 espécies se incluem em algum grau de ameaça e 41 são endêmicas. Com relação à fauna, de um total de 587 espécies (incluindo a avifauna, mastofauna, herpetofauna e ictiofauna), 46 espécies estão em alguma categoria de ameaça e 141 são endêmicas. Internamente ao parque, sem considerar os reflorestamentos (pinus e eucalipto) e outras formações vegetais (como vegetação pioneira, etc), contabilizou-se 459,07 ha (2,07%) de Floresta Ombrófila Densa Submontana, 171,49 (0,65%) de Floresta Ombrófila Densa Submontana secundária, 9.196,87 (35,03%) de Floresta Densa Montana, 11.772,51 (44,84%) de Floresta Densa Montana secundária e 2,43 (0,01%) de vegetação sobre afloramento rochoso (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010). O PE encontra-se em uma área estratégica e, juntamente com outras unidades de conservação existentes ao longo da Serra do Mar, forma o “*Continuum Ecológico de Paranapiacaba*”, um dos maiores contínuos de Mata Atlântica ainda existentes no país, sendo reconhecido pela Unesco desde 1994, como Zona Núcleo da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2010). Conforme a IUCN, o PEJU inclui-se na categoria II (SCHIAVETTI et al., 2012).

Outra peculiaridade encontrada em mapas do plano de manejo, produzidos pela Fundação Florestal (2010), é que a Zona de Amortecimento do PE do Jurupará compreende partes do município de Piedade e de diversas unidades de conservação (APA da Serra do Mar, PE Serra do Mar – Núcleo Pedro de Toledo e a APA de Itupararanga). No contexto deste estudo pode-se considerar a zona de amortecimento do PE do Jurupará e a APA de Itupararanga como uma grande matriz heterogênea.

3. 2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICAS (SIGs)

Os SIGs utilizados no desenvolvimento do trabalho foram:

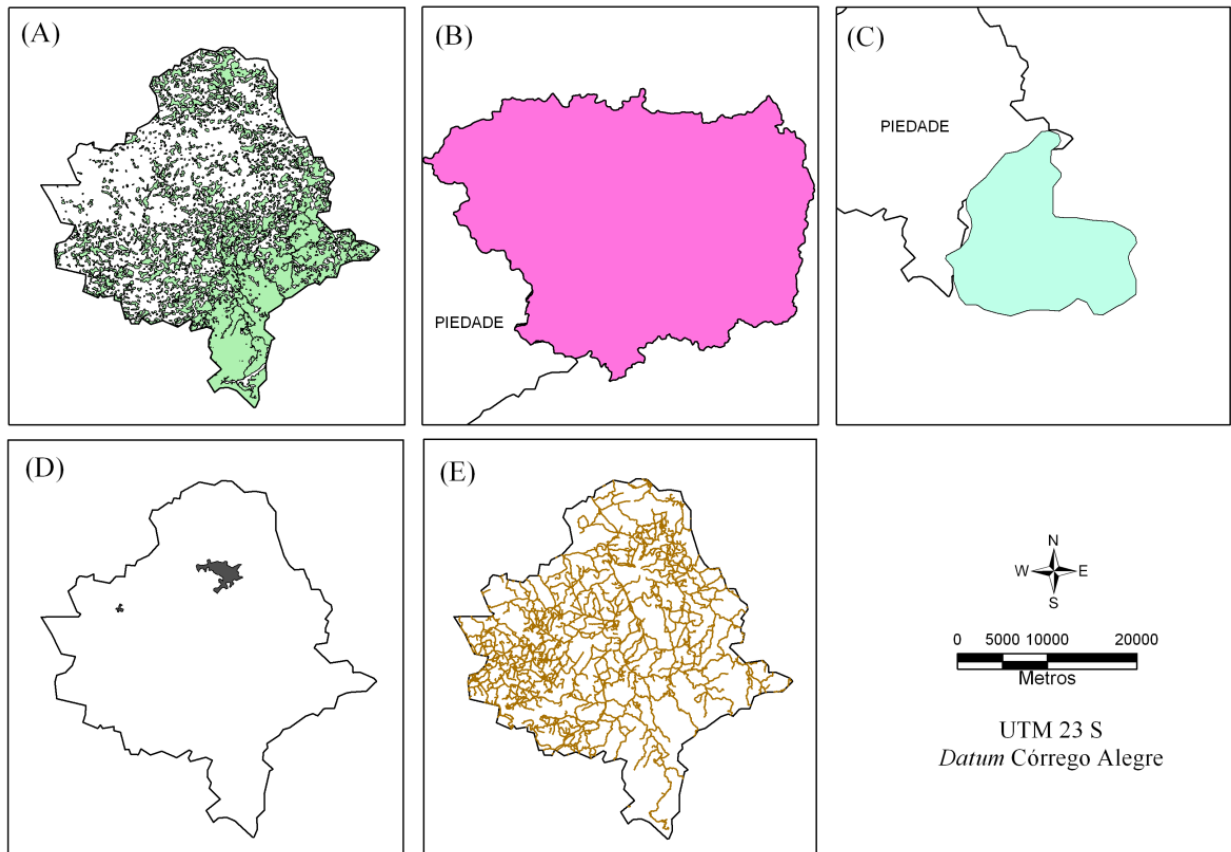
- a) Idrisi Selva, versão trial: nas etapas do processamento digital da imagem, análise espacial e tomada de decisão.
- b) ArcGis Desktop 10, versão trial: na conversão de projeções e produção de mapas.

3. 3 BANCO DE DADOS CARTOGRÁFICO

Utilizaram-se os seguintes Planos de Informação (PIs) do banco de dados cartográfico digital do laboratório de Geotecnologias e Planejamento Florestal (GEOPLAN) do Departamento de Ciências Ambientais da UFSCar, campus Sorocaba, os quais foram produzidos por GASPAROTO et al. (2011) e SHINZATO et al. (2011) (FIG.4): limite do município de Piedade; fragmentos florestais; área urbana e malha viária; e uso e cobertura do solo. Necessitou-se, ainda, dos limites da Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga e do Parque Estadual (PE) do Jurupará, os quais foram adquiridos por meio do site do Ministério do Meio Ambiente.

Os PIs que integram o banco de dados cartográfico do presente projeto foram padronizados para o *Datum* Córrego Alegre, Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM; Fuso 23S), resolução espacial de 30 m.

FIGURA 4 - Planos de informação para a definição de áreas prioritárias à proteção, no município de Piedade, SP: (A) Fragmentos florestais; (B) APA de Itupararanga; (C) PE de Jurupará; (D) Área urbana e (E) Malha viária.



3. 4 MAPAS DE FATOR

Com base nos PIs foi possível gerar os mapas de fatores, apresentados a seguir:

3. 4. 1 Proximidade entre fragmentos florestais com maior área nuclear

O mapa de fator proximidade entre fragmentos florestais com maior área nuclear (FIG. 5A), produzido por Gasparoto et al. (2011), teve por base o PI área nuclear dos fragmentos florestais. Para isso, separaram-se as áreas nucleares dos fragmentos florestais em cinco classes de diferentes tamanhos, às quais foram atribuídos pesos (Tabela 1). Os fragmentos menores que 50 ha receberam um peso menor. Após esta etapa, calcularam-se as distâncias das cinco classes e, posteriormente, estas foram recombinadas e padronizadas em uma escala de 0 a 255 bits, sendo considerados mais importantes os valores mais próximos a 255 bits (onde existem mais fragmentos com maior área nuclear, próximos uns aos outros). Este fator é importante, pois quando o isolamento entre os fragmentos florestais com maior área nuclear

diminui, aumentam-se as chances de se reestabelecer a conectividade estrutural da paisagem que futuramente pode vir a ser conectada funcionalmente, permitindo o fluxo gênico entre as populações.

TABELA 1 - Categorias de área nuclear dos fragmentos, empregadas na produção do fator proximidade entre fragmentos florestais com maior área nuclear.

Classe (ha)	Nº de fragmentos	Peso
< 50	1533	1
50-100	34	2
100-150	11	3
150-200	8	4
≥200	20	5

3. 4. 2 Proximidade à Área de Proteção Ambiental (APA) de Itupararanga

Para a elaboração do mapa de fator proximidade à APA de Itupararanga (FIG. 5B) produziu-se um mapa de distâncias a partir do PI limites da APA. Este foi normalizado (escala 0 – 255 bits) com uma função linear decrescente. Desse modo, obtiveram-se valores iguais e/ou próximos a 255. Quanto mais próximo dos limites da APA, mais adequada será a região para definição de áreas a se tornarem protegidas.

3. 4. 3 Proximidade ao Parque Estadual (PE) do Jurupará

De forma semelhante ao mapa de fator proximidade à APA de Itupararanga (FIG. 5C), gerou-se o mapa de distâncias ao PE do Jurupará, a partir do PI Limite do PE. O mapa obtido foi normalizado (escala de 0-255 bits), com uma função linear decrescente, para que os maiores valores fossem mais próximos aos limites do PE. Quanto mais próximos os valores forem de 255 bits, mais apta será a região para a definição de áreas a serem protegidas.

3. 4. 4 Distância às fontes de distúrbio

No contexto deste estudo, as fontes de distúrbio são as áreas urbanas e a malha viária, do município de Piedade. Para a produção do mapa de fator distância às fontes de distúrbio (FIG.5D) isolou-se a área urbana do PI Uso e Cobertura do Solo, obtendo-se o PI Área Urbana. PI Malha Viária, excluíram-se as ruas de acesso aos bairros do município e agregou-se a esse o PI de Área Urbana. A partir desta união, gerou-se um mapa de distâncias que foi normalizado (escala de 0 a 255 bits), por meio de função linear crescente, obtendo-se o mapa

de fator distância às fontes de distúrbio. Neste mapa, pode-se observar que as regiões de maior prioridade (valores próximos a 255 bits) são aquelas mais distantes das áreas urbanas e com uma menor quantidade de estradas.

3.4.5 Vizinhaça aos remanescentes florestais

Para a produção do mapa de fator vizinhaça aos remanescentes florestais (FIG. 5E), selecionou-se o PI de Uso e Cobertura do Solo e o PI de Fragmentos Florestais.

Inicialmente, reclassificou-se o PI de Uso e Cobertura do Solo, de acordo com a Tabela 2, sendo que os usos e coberturas do solo mais importantes receberam maior peso. Nessa fase, a rede hidrográfica foi desconsiderada e o solo exposto foi reclassificado como o mesmo valor da agricultura, pois se observou que a maioria dos solos expostos pertenciam a esta classe. A partir do PI de Fragmentos Florestais gerou-se o mapa de distâncias, que foi padronizado em uma escala de 0 a 255 bits, com função linear decrescente, sendo considerada mais apta, para a definição de áreas propensas a se tornarem protegidas, a região com maior quantidade desse tipo de vegetação.

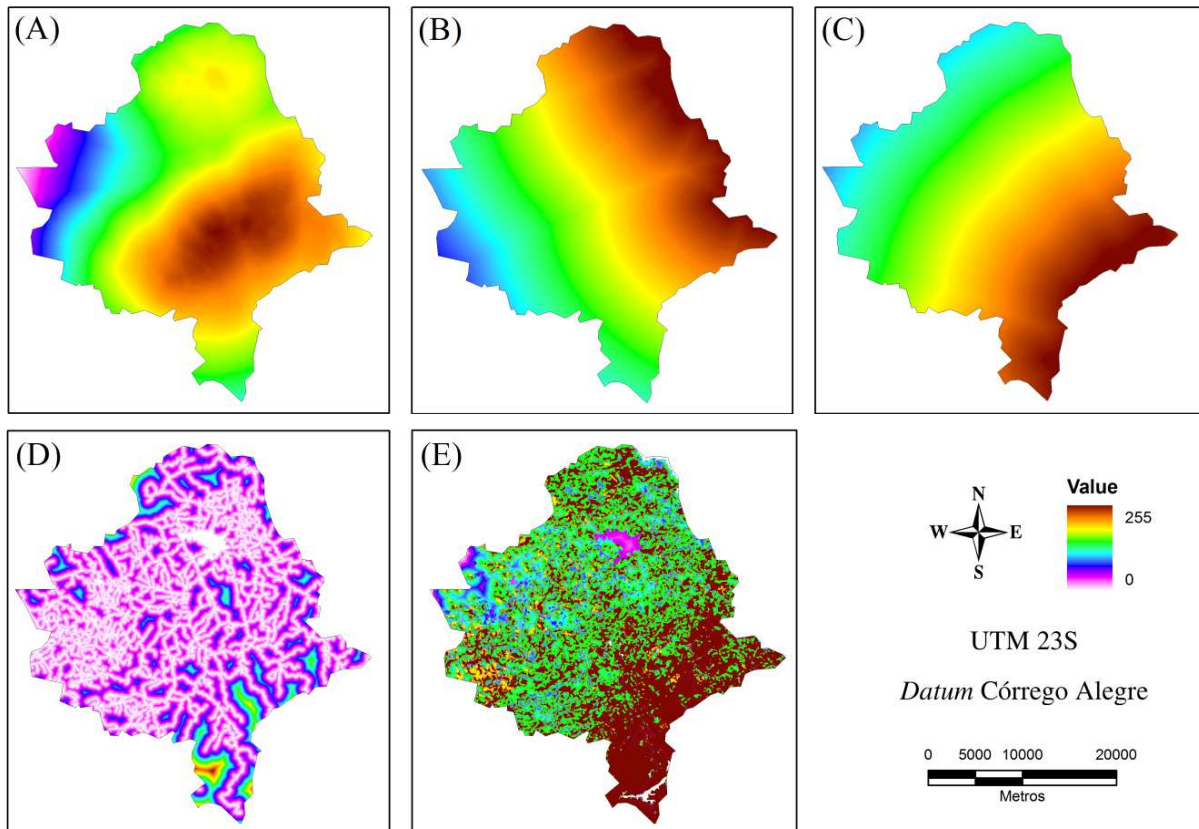
TABELA 2 - Pesos associados ao usos e cobertura do solo, na definição de áreas prioritárias à proteção, no município de Piedade, SP.

Uso e cobertura do solo	Peso*	Escala de 255
Malha viária	1	51
Área Urbana	1	51
Agricultura	2	102
Solo exposto	2	102
Pastagem	3	153
Floresta plantada	4	204
Floresta nativa	5	255

*Quanto maior o peso, maior a importância.

Ao final, combinou-se o mapa de uso e cobertura do solo reclassificado ao de distância aos fragmentos florestais e normalizou-se o produto para escala de 0-255 bits, obtendo-se o mapa de fator vizinhaça aos remanescentes florestais.

FIGURA 5 - Mapas de fatores para a definição de áreas prioritárias a se tornarem protegidas, no município de Piedade, SP: (A) Proximidade entre fragmentos florestais com maior área nuclear; (B) Proximidade à APA de Itupararanga; (C) Proximidade ao PE do Jurupará; (D) Distância às fontes de distúrbio e (E) Vizinhaça aos remanescentes florestais.



3. 5 TÉCNICA PARTICIPATÓRIA

Primeiramente enviou-se, por meio eletrônico, uma consulta aos especialistas de diferentes áreas de interesse do projeto (Geoprocessamento, Conservação da Natureza e Ecologia da Paisagem), na qual estava incluído o resumo preliminar do projeto e os seus objetivos. Solicitou-se que indicassem: a) os critérios considerados importantes para definição de áreas propícias a serem protegidas, no município de Piedade; b) o motivo de inclusão do critério; e c) o peso do critério (nota de 0 a 10). No total, obteve-se o retorno de nove especialistas. Selecionou-se o conjunto de critérios que foram mais citados nas consultas e, assim, considerados como mais relevantes para cumprir os objetivos do estudo em questão.

Os pesos dos critérios foram readequados, segundo uma escala contínua de valores (FIG.6) e analisados no âmbito do Processo Hierárquico Analítico (SAATY, 1977), por meio da matriz de Comparação Pareada. É importante ressaltar que os especialistas que

consideraram todos os critérios aplicados nesse estudo (ou critérios que forneciam a mesma informação), tiveram seus pesos incluídos nas matrizes de comparação pareada (Anexo A). Outros critérios citados foram: presença de reservatório de água e rios (cursos d'água); proximidade a nascentes; declividade; menos conflitos de terra; situação fundiária; áreas únicas com características peculiares e espécies endêmicas, redes de UCs; monumentos da paisagem (beleza cênica). Indiretamente muitos critérios citados estão incluídos em algum critério empregado nesse estudo e outros não estavam em acordo com os objetivos propostos.

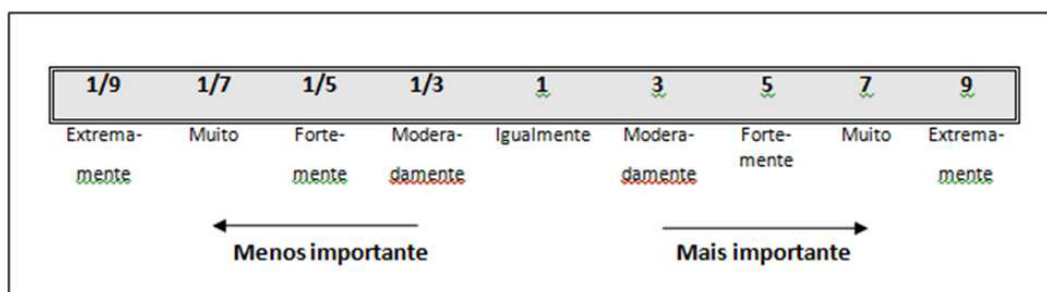
A Taxa de Consistência (TC) também foi considerada, sendo escolhida aquela que apresentou menor valor (0,06) e diferente de 0,00. Os pesos de fator obtidos na matriz selecionada podem ser observados na Tabela 3.

TABELA 3 - Pesos de fator obtidos na matriz pareada, para definição de áreas prioritárias à proteção, no município de Piedade, SP.

Fator	Pesos de Fator
Prox. Área	0,3697
Dist. Disturb.	0,2028
Prox. ao PE	0,1571
Prox. à APA	0,1571
Vizinhança	0,1133

Sendo: Prox. Área: Proximidade entre fragmentos florestais com maior área nuclear; Dist. Disturb.: Distância às fontes de distúrbio; Prox. ao PE: Proximidade ao Parque do Jurupará; Prox. à APA: Proximidade à APA de Ituparanga e Vizinhança: Vizinhança aos remanescentes florestais.

FIGURA 6 - Escala contínua para elaboração da matriz de comparação pareada.



(Fonte: EASTMAN, 2001).

3.6 AGREGAÇÃO DOS FATORES POR MEIO DA COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA (CLP)

Conforme Voogd (1983), este processo envolve a normalização dos fatores (em uma escala numérica comum), a atribuição de pesos a cada um destes e a posterior combinação dos fatores por meio de uma média ponderada. Se as restrições forem consideradas, multiplica-se o valor final obtido na adequação pelas restrições, conforme a equação (1).

$$S = \sum_{i=1}^n w_i x_i * \prod_{j=1}^k c_j \quad (1)$$

Sendo: S = adequação; w_i = peso do fator i ; x_i = fator padronizado; n = número de fatores; C_j = valor da restrição; k= número de restrições.

Na CLP os pesos dos fatores determinam como os fatores compensam relativamente um ao outro. Porém, o nível de compensação não é ajustável e uma compensação total é assumida (JIANG; EASTMAN, 2000).

Após os procedimentos citados, obteve-se um mapa final de áreas propensas a se tornarem protegidas, por meio da CLP. Este mapa final foi reclassificado em cinco classes de prioridade à proteção: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. O intervalo das classes foi determinado a partir da avaliação do histograma dos mapas (0 – 255 bits).

3.7 AGREGAÇÃO DE FATORES POR MEIO DA MÉDIA PONDERADA ORDENADA (MPO)

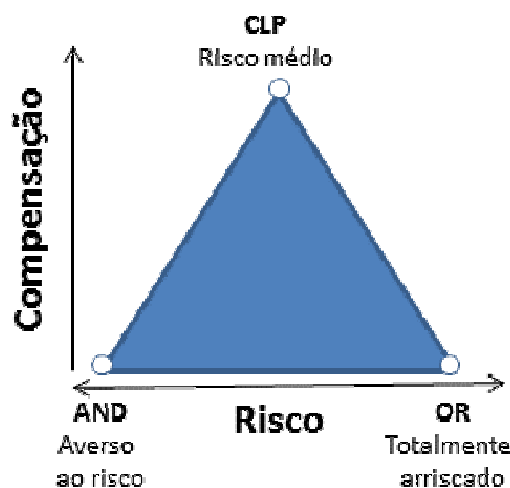
No método MPO existe um segundo grupo de pesos, os pesos de ordenação. Previamente à determinação dos pesos de ordenação definiu-se a influência de cada fator, associando todo peso (valor 1) para o primeiro fator e nenhum peso (valor 0) aos demais fatores, adquirindo-se um mapa final. Em um segundo momento, atribui-se todo peso ao segundo fator e nenhum valor aos outros, obtendo-se outro mapa. Repetiu-se este procedimento, sucessivamente, modificando a posição do valor 1 até percorrer todos os fatores. Cada mapa assemelhou-se a um fator e com isso, foi possível perceber qual nível de influência esse fator possuía, sendo feito um ranqueamento dos pesos (em ordem crescente) de modo que o fator com menor peso fosse o primeiro da lista ordenada e o fator com maior

peso fosse o último da lista. A ordem de influência dos fatores (do menos para o mais influente) foi: Distância às fontes de distúrbio, vizinhança aos remanescentes florestais, proximidade entre fragmentos florestais com maior área nuclear, proximidade ao PE do Jurupará e proximidade à APA de Itupararanga.

Como a influência de cada fator divergia dos valores dos pesos dos fatores (ordem de importância), foi realizado um ajuste atribuindo pesos de ordenação aos pesos de fatores, de modo a diminuir ou a aumentar a influência dos pesos dos fatores, ou seja, compensando seus pesos de fatores por meio dos pesos de ordenação.

Os pesos de ordenação podem controlar a posição do operador de agregação e o seu nível de compensação (JIANG; EASTMAN, 2000). O operador de agregação pode estar localizado em um espaço estratégico para tomada de decisão, em um contínuo entre duas abordagens extremas: uma pessimista e aversa ao risco na qual requer-se que todos os critérios sejam satisfeitos (correspondente ao AND ou MIN) e outra otimista e totalmente ariscada na qual requer-se que pelo menos um critério seja satisfeito (correspondente ao OR ou MAX) (YAGER, 1988; JIANG; EASTMAN, 2000) (FIG.7)

FIGURA 7 - Espaço estratégico para a tomada de decisão.



Fonte: adaptado de Jiang e Eastman (2000).

O nível de compensação é controlado pelo grau de dispersão dos pesos de ordenação (JIANG; EASTMAN, 2000). Quanto mais dispersos estiverem os pesos de ordenação, maior a quantidade de informação dos critérios está sendo utilizada no processo (RINNER; MALCZEWSKI, 2002). Se a soma dos pesos de ordenação for uniformemente espalhada entre os fatores, há uma forte compensação (VALENTE, 2005; DROBNE; LISEC, 2009), desse

modo, quanto maior for a igualdade entre os pesos, maior o grau de compensação (MENG; MALCZEWSKI; BOROUSHAKI, 2011). Porém, se todo o peso for atribuído a um único fator, não ocorre a compensação (DROBNE; LISEC, 2009).

Outro elemento fundamental, a ser considerado no processo de tomada de decisão, é o risco regulado pela quantidade de desvios nos pesos de ordenação (JIANG; EASTMAN, 2000). A predisposição ao risco é definida pela coerência do tomador de decisão em efetuar ou evitar ações que sejam arriscadas (RINNER; MALCZEWSKI, 2002).

Dessa forma, dependendo da forma como os pesos de ordenação são distribuídos, diferentes resultados, em relação à compensação e ao risco, são obtidos.

Para se obter os valores de a compensação e risco, deve-se seguir as seguintes equações (JIANG; EASTMAN, 2000):

$$\text{Compensação} = \sqrt{\frac{n * \sum \left(w_i - \frac{1}{n} \right)^2}{n - 1}} \quad (2)$$

$$\text{Risco} = \frac{1}{(n - 1)} \sum_i (n - 1) w_i \quad (3)$$

Sendo: i = ordem do fator; w_i = peso ordenado; n= número de fatores total.

Os intervalos de risco seguem a Tabela 4, considerando duas vezes o intervalo de confiança a partir do risco médio, conforme definido por Valente e Vettorazzi (2008).

TABELA 4 - Risco assumido para a tomada de decisão.

Intervalo do Risco	Risco Assumido
0,00 - 0,40	Alto
0,40 - 0,50	Médio-alto
0,50 - 0,60	Médio-baixo
0,60 - 1,00	Baixo

A agregação dos fatores com MPO e distintos pesos de ordenação permitiu gerar sete mapas de prioridades, dos quais foram selecionados dois. Optou-se pelos mapas que apresentaram risco médio-alto (R = 0,4650) e compensação de 56% e risco baixo (R = 0,7187) e compensação de 56%, conforme Tabela 5.

TABELA 5 - Pesos de fator e pesos de ordenação dos critérios.

Fator (Ordem de Influência Crescente)	Pesos de Fator (Ordem de Importância*)	Pesos de ordenação		
		Risco médio	Risco médio-alto	Risco Baixo
Dist. Disturb.	0,2028	0,2000	0,0080	0,3000
Vizinhança	0,1133	0,2000	0,0080	0,5000
Prox. Área	0,3697	0,2000	0,5000	0,0500
Prox. ao PE	0,1571	0,2000	0,3000	0,0750
Prox. à APA	0,1571	0,2000	0,0400	0,0750
Risco		0,5000	0,4650	0,7100
Compensação		1,0000	0,5606	0,5616

Sendo: Dist. Disturb.: Distância às fontes de distúrbio; Vizinhança: Vizinhança aos remanescentes florestais; Prox.Área: Proximidade entre fragmentos florestais com maior área nuclear; Prox. ao PE: Proximidade ao Parque do Jurupará; e Prox. à APA: Proximidade à APA de Itupararanga.

* Quanto maior o peso, maior a importância.

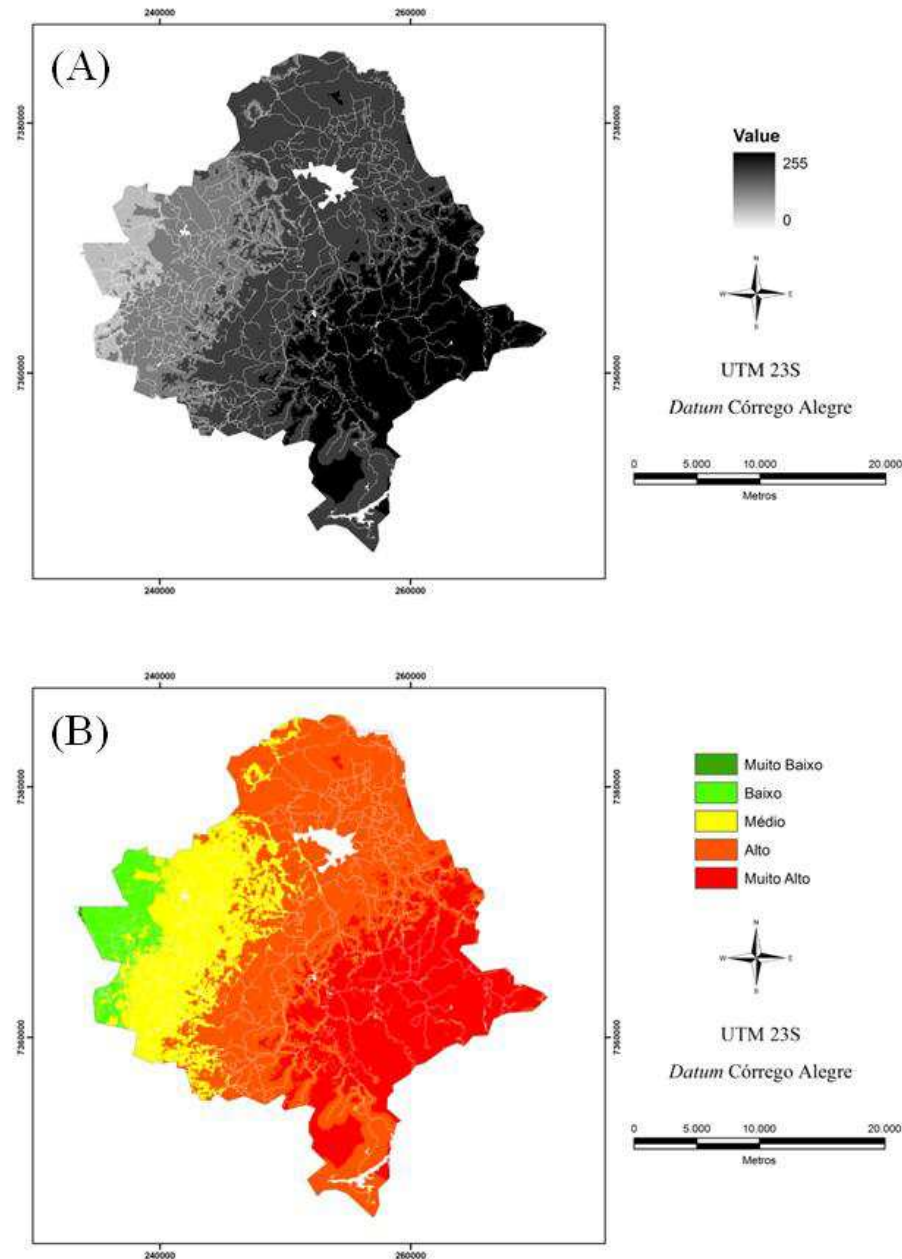
Os mapas finais foram reclassificados em cinco classes de prioridades à proteção: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. O intervalo das classes foi determinado a partir da avaliação do histograma dos mapas (0 – 255 bits). Para comparação dos resultados, calculou-se as áreas de cada classe de prioridade, em cada mapa (CLP, MPO risco médio- alto e MPO risco baixo).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA

No mapa final produzido (FIG. 8), a partir da agregação dos fatores por meio da CLP, observa-se que a região sudeste do município apresenta um nível de prioridade à proteção predominantemente alta e, que se formam “faixas longitudinais” até a região oeste do município associadas às classes de prioridade muito alta, média, baixa e muito baixa. Essa última classe de prioridade ocupa, de acordo com a FIG. 8, uma restrita mancha na extremidade oeste do município, representando apenas 0,10% de sua área total (Tabela 6). As classes de prioridade de baixa a muito alta ocupam, respectivamente, 5,31%, 19,78%, 47,76% e 27,02% (Tabela 6).

FIGURA 8 - Áreas prioritárias à proteção, obtidas por meio da Combinação Linear Ponderada (CLP), no município de Piedade, SP. A: em escala contínua de prioridades e B: em classes de prioridades.



A distribuição espacial dessas classes reflete a importância que se deu, por meio dos pesos de fator (Tabela 3), justamente aos fatores considerados de maior influência nesse processo decisório, que são os mapas de proximidade à APA, ao PE Jurupará e aos fragmentos com maior área nuclear. As classes de prioridade muito alta e alta ocupam juntas 75% do município, como reflexo do mapa ser gerado praticamente em função dos fatores de maior influência no processo. Os fatores de menor influência, que são os mapas de distâncias a fontes de distúrbios e a vizinhança, foram praticamente desconsiderados nesse produto,

mesmo o primeiro tendo importância de 20% (pesos de fator – Tabelas 3 e 5) para o objetivo do trabalho. Como mencionado por Geneletti (2003) a presença das estradas não pode ser desconsiderada em uma paisagem, visto que ela é responsável por modificar as condições do habitat, podendo afetar a abundância e o padrão de distribuição da biota. Jesus Silva et al. (2006) e Sousa et al. (2009) ressaltam que essa estrutura deve ser considerada ao se implantar uma Unidade de Conservação.

TABELA 6 - Área (ha e percentual) associada aos níveis de prioridade à proteção, obtida por CLP, no município de Piedade, SP.

Nível de prioridade	Área	
	(ha)	(%)
Muito baixa	71,71	0,10
Baixa	3722,59	5,31
Média	13859,49	19,78
Alta	33450,67	47,76
Muito alta	18929,10	27,02

Neste contexto, o mapa produzido com a Combinação Linear Ponderada não se mostrou adequado à priorização de áreas prioritárias à proteção, no município de Piedade.

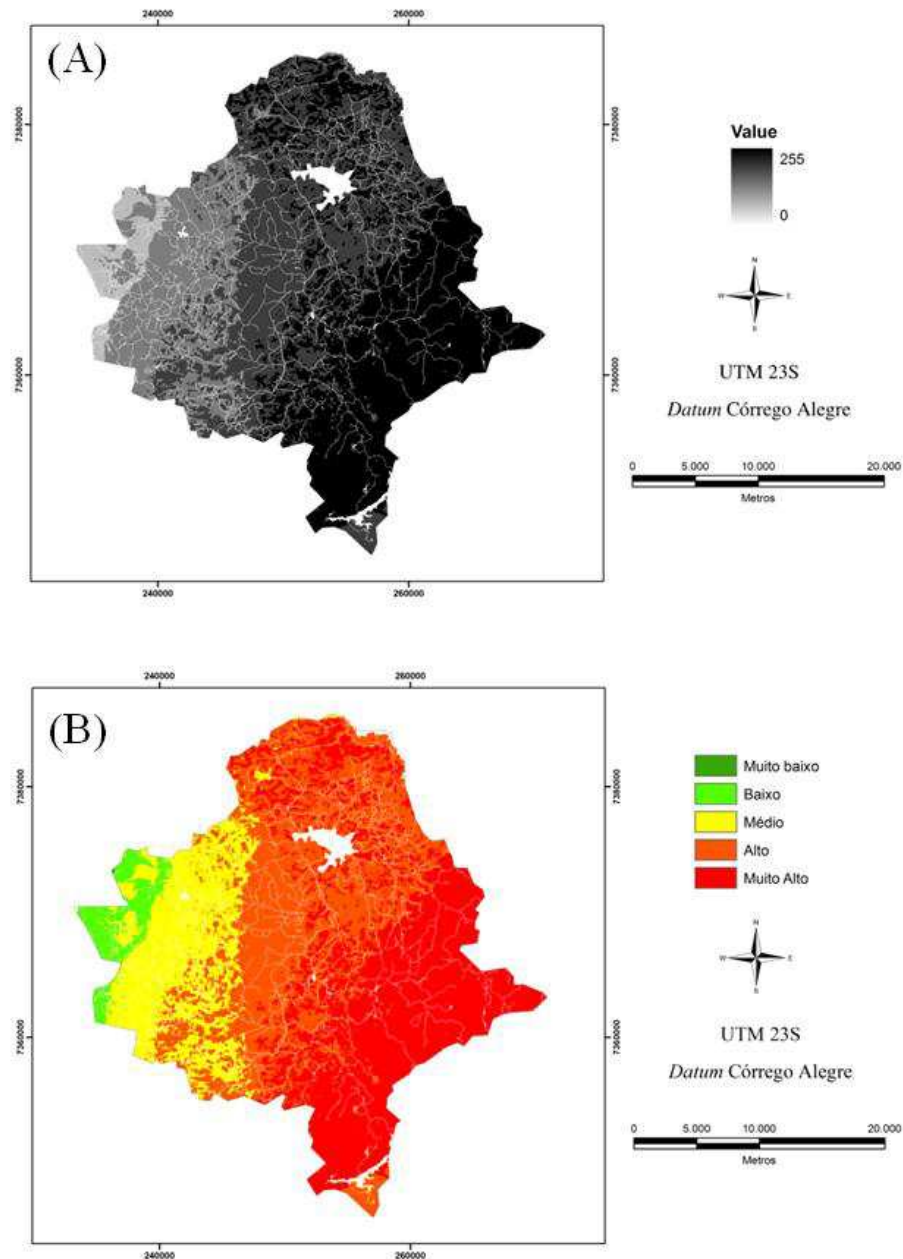
Valente e Vettorazzi (2008) citam que os mapas obtidos pelo método da CLP equivalem aqueles obtidos com risco médio e compensação total entre os fatores pelo método da Média Ponderada Ordenada. Valente e Vettorazzi (2013) também constataram que os produtos da CLP têm forte influência de seus fatores de maior ranqueamento, sendo comum uma ou duas classes de prioridades ocuparem grandes regiões da área de estudo.

4.2 MÉDIA PONDERADA ORDENADA

4.2.1. Risco médio-alto

No mapa produzido, a partir da agregação dos fatores, por meio da MPO com risco médio-alto ($R = 0,4650$) e compensação de 56% (FIG. 9), observa-se que existem, em relação ao mapa de prioridades gerado pela CLP (FIG.8), semelhanças quanto a forma de distribuição das classes de prioridade. Houve, no entanto, um aumento das áreas de prioridade muito alta, em especial nas regiões sul e norte do município (FIG.8 e 9). Essas áreas estavam associadas à prioridade alta, no mapa gerado pela CLP (Tabelas 6 e 7).

FIGURA 9 - Áreas prioritárias à proteção, obtidas por meio da Média Ponderada Ordenada (MPO), com risco médio-alto de tomada de decisão ($R = 0,4650$) e compensação entre os fatores de 56%, no município de Piedade, SP. A: em escala contínua de prioridades e B: em classes de prioridades.



No mapa com risco médio-alto (FIG.9) os níveis de prioridade alta e muito alta passaram a ocupar semelhantes percentuais na área do município. A primeira classe ocupou 38,16% e a segunda 39,36% (Tabela 7), ou seja, juntas ocupam, aproximadamente, 78% da área do município e continuam a ser os níveis de prioridade que predominam na paisagem (FIG.8 e 9). As classes de prioridade muito baixa a média ocupam, de acordo com o mapa de

risco médio-alto, 0,07%, 3,88% e 18,50% do município de Piedade. A prioridade baixa foi, dentre as três, aquela com maior alteração de valor, passou a ocupar 3,88% do município, sendo que no mapa da CLP correspondia a 5,31% da área de estudo (Tabela 6).

TABELA 7 - Área (ha e percentual) associada aos níveis de prioridade à proteção, obtida por MPO risco médio-alto, no município de Piedade, SP.

Nível de prioridade	Área	
	(ha)	(%)
Muito baixa	53,98	0,07
Baixa	2724,28	3,88
Média	12956,36	18,50
Alta	26730,83	38,16
Muito alta	27568,09	39,36

A distribuição espacial das classes de prioridade, no mapa com risco médio-alto, reflete a forma como os fatores foram compensados, ou seja, está relacionada aos pesos de ordenação desses fatores. Associou-se, de acordo com a Tabela 5, os menores valores de pesos de ordenação aos fatores distância às fontes de distúrbio e vizinhança aos remanescentes florestais (ambos com peso de ordenação de 0,0080), os quais são os fatores de menor influência no processo decisório. Nesse caso houve, então, uma baixa compensação entre fatores e, eles continuaram a ter influencia reduzida no processo decisório, assim como em CLP. Nesse caso, pode-se dizer que os pesos de ordenação com valores inferiores aos valores de seus pesos de fator (Tabela 5) reduziram a influencia desses fatores em níveis inferiores aqueles vistos no mapa da CLP. Por esse motivo também houve redução no percentual de área das classes de prioridade muito baixa e baixa, em relação à CLP (Tabelas 6 e 7).

De maneira contrária, associou-se os maiores valores de pesos de ordenação aos fatores proximidade entre fragmentos florestais com maior área nuclear (0,5000) e proximidade ao Parque do Jurupará (0,3000), os quais já apresentavam elevada ordem de influência (Tabela 5). O critério proximidade à APA de Itupararanga, o fator de maior influência, recebeu o segundo menor peso de ordenação (0,0400 - Tabela 5) nesse estudo. Nesse último caso houve uma alta compensação entre os pesos e a redução da influência desse fator. Este fato não alterou significativamente a configuração final do mapa, visto os pesos de ordenação associados aos outros dois mapas de proximidade.

O mapa com risco médio-alto permitiu a priorização de maneira a preservar e a conservar os fragmentos florestais (ou manchas) que já apresentam uma estrutura interna estabelecida que, conforme citado por Forman e Godron (1986) são os componentes básicos da estrutura de uma paisagem. Segundo Geneletti (2005) os fragmentos grandes e interligados tendem a refugiar um maior número de espécies e populações menos vulneráveis à extinção que fragmentos menores e isolados. No entanto, como ocorreu anteriormente, o mapa com risco médio-alto não se considerou a questão da vizinhança e fontes de distúrbios e, assim, não pode ser considerado como adequado à priorização de áreas prioritárias à proteção, no município de Piedade.

4.2.2. Risco baixo

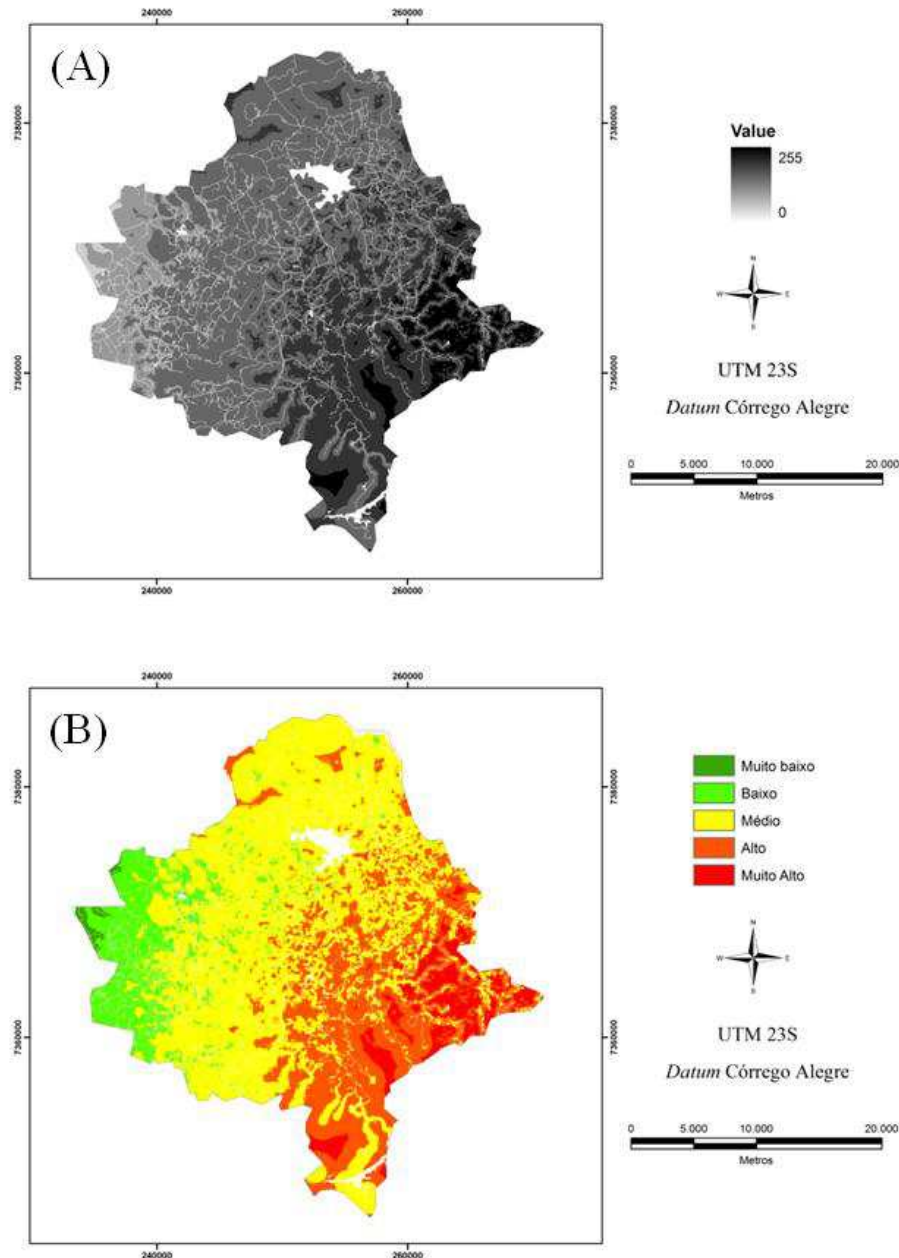
O mapa de áreas protegidas obtido pelo MPO com risco baixo ($R = 0,7187$) e compensação de 56% entre os fatores (FIG. 10) apresentou distribuição espacial das classes de prioridade com diferenças em relação aos dois mapas gerados anteriormente (CLP e MPO com risco médio-alto – FIG.8 e 9). Nesse mapa, com risco baixo, houve a expansão das áreas associadas às prioridades baixa e, em especial, média e, por consequência, redução de daqueles com prioridade muito alta e alta. Aproximadamente 56% do município passou a ser classificado com prioridade média, sendo que nos mapas gerados com CLP e MPO – risco médio estes valores eram de 19,78% e 18,50%, respectivamente (Tabelas 6 a 8). As classes de prioridade muito alta e alta ocupam juntas 32% da área do município e, portanto, não são mais as categorias predominantes na paisagem. A área de distribuição da prioridade muito alta equivale a 5,68% e da alta a 26,01% da área total, estando concentradas mais a sudeste do município. Já as áreas com prioridade muito baixa continuam reduzidas, representado apenas 0,75% da área de estudo, e concentradas no extremo oeste do município (Tabela 8). A configuração dessa classe é, contudo, diferente das apresentadas nos dois outros mapas de prioridades (FIG.8 a 10).

A distribuição espacial das classes de prioridade no mapa com risco baixo reflete os pesos de ordenação associados aos fatores e, portanto, a maneira como foram compensados (pesos de ordenação e pesos de fator).

Os menores pesos de ordenação (Tabela 5) foram associados aos fatores de maior influência no processo decisório e, ainda, respeitando a hierarquização entre eles e a importância que têm para o objetivo do trabalho. Por esse motivo, o fator proximidade aos fragmentos de maior área nuclear, considerado o mais importante (maior peso de fator =

0,3697 - Tabelas 3 e 5) e também o de maior influência no processo, foi aquele que recebeu o menor valor de peso de ordenação (0,0500 - Tabela 5).

FIGURA 10 - Áreas prioritárias à proteção, obtidas por meio da Média Ponderada Ordenada (MPO), com risco baixo de tomada de decisão ($R = 0,7187$) e compensação entre os fatores de 56%, no município de Piedade, SP. A: em escala contínua de prioridades e B: em classes de prioridades.



O segundo menor valor de peso de ordenação (0,0750) foi atribuído aos fatores classificados como terceiros em ordem de importância (0,1571 - Tabela 5) mas como primeiro

e segundo em ordem de influência. Em contrapartida, os fatores com menor influência no processo foram associados aos maiores valores de peso de ordenação. Mais uma vez respeite-se a hierarquia entre eles, visto que o fator vizinhança, que é o de menor influência no processo, foi aquele associado ao maior peso de ordenação (0,5000 - Tabela 5). Pode-se assim dizer que houve, para a produção desse mapa de risco baixo, uma alta compensação entre os pesos de fator e ordenação.

TABELA 8 - Área (ha e percentual) associada aos níveis de prioridade à proteção, obtida por MPO risco baixo, no município de Piedade, SP.

Nível de prioridade	Área	
	(ha)	(%)
Muito baixa	525,87	0,75
Baixa	7915,72	11,30
Média	39392,55	56,24
Alta	18219,33	26,01
Muito alta	3980,08	5,68

A priorização de áreas à proteção proposta no mapa com risco baixo, para o município de Piedade, está de acordo com o objetivo do trabalho e, portanto, respeita a importância estabelecida para os fatores que compõem esse processo decisório.

Por estes motivos, as classes de muito alta e alta prioridade estão na região sudeste do município, ou seja, próximo dos locais onde se tem remanescentes de vegetação e unidades de conservação, como pode ser observado nos mapas de fatores (FIG. 4). Nessas regiões, o tipo de vizinho predominante é, por consequência, a categoria floresta nativa. Ribeiro et al. (2012) citam que áreas próximas à Unidades de Conservação, áreas localizadas entre remanescentes florestais com tamanhos significativos e áreas entre remanescentes florestais com espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção são capazes de promover a conectividade da paisagem, garantindo a viabilidade da flora e fauna, em longo prazo. Não se pode deixar de mencionar que nessas regiões de prioridade muito alta e alta (FIG.10), tem-se a menor concentração de fontes de distúrbios, nesse caso estradas e centros urbanos. Para as porções do município que se tem a presença dessas feições o nível de prioridade passou a ser médio e, quando se tem a maior concentração delas, em especial de estradas e, ainda, associadas ao distanciamento de áreas florestadas (remanescentes ou áreas de conservação) o nível de prioridade passou de médio para baixo ou muito baixo, como pode ser observado na FIG.10.

As estradas, como mencionado por Freitas et al. (2010) impulsionam mudanças no uso da terra e influenciam no desmatamento.

Neste contexto, pode-se dizer que o mapa com risco baixo foi aquele que apresentou a melhor solução, dentre as três avaliadas, para a priorização de áreas à proteção, no município de Piedade.

A solução está em acordo com a realidade do município. A área entre o o PE do Jurupará e a APA, associada a níveis de prioridade muito alto a médio, faz parte da Zona de amortecimento do PE do Jurupará e, portanto, já é uma área a ser protegida por lei. Esse nível de prioridade à proteção reafirma, desta forma, a necessidade de transformá-la efetivamente em área protegida. Observando-se o mapa final (FIG.10) em conjunto com os mapas de fatores (FIG.4) constatou-se que, essa região tem potencial para incrementar a permeabilidade da matriz, visto a proximidade entre remanescentes significativos e áreas protegidas. Isso seria possível por meio da implantação de um ou mais corredores ecológicos ou trampolins ecológicos (por exemplo por meio de quintais agroflorestais), o que promoveria a conectividade estrutural dos remanescentes ali presentes (METZGER, 2006), com expectativa de tornar-se funcionalmente conectada.

5 CONCLUSÕES

Para as condições específicas em que foi realizado o presente trabalho foi possível concluir que:

- A Técnica Participatória, considerando a opinião dos especialistas, juntamente com o Processo Hierárquico Analítico (AHP) são satisfatórios para a definição de critérios (fatores e restrições) e pesos, sendo esta considerada uma diferencial da AMC, pois dificilmente os dados sobre sistemas naturais são completos e totalmente compreendidos. Outra vantagem da Técnica Participatória é possibilitar a solução de conflitos.

- Tanto a CLP quanto a MPO possibilitam a identificação de áreas prioritárias a tornarem-se protegidas. A MPO ofereceu, contudo, soluções mais versáteis por considerar os riscos e as compensações entre os fatores, fornecendo uma maior quantidade de possíveis respostas à questão de interesse. A CLP tende a fornecer soluções mais gerais e menos detalhadas que se não forem bem avaliadas, podem acarretar em incertezas no planejamento de uma paisagem.

- Para o emprego correto dessas metodologias é necessário uma boa compreensão sobre as técnicas utilizadas e sobre o contexto da paisagem em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BABAN, S. M. J; WAN-YUSOF, K. Modelling optimum sites for locating reservoirs in tropical environments. **Water Resources Management**, Dordrecht, v. 17, n. 1, p. 1-17, 2003.

BECKER, M. et al. Identificação de zonas de prioritárias para a conservação considerando os recursos hídricos na Região da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS DO PANTANAL, 2., 2009, Corumbá. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009. p. 372-382.

BENDER, D. J.; CONTRERAS, T. A.; FAHRIG, L. Habitat loss and population decline: a meta-analysis of the patch size effect. **Ecology**, Tempe, v. 79, n. 2, p. 517-533, 1998.

BIERREGAARD JR, R. O. et al. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **BioScience - American Institute of biological sciences**, Washington, p. 859-866, 1992.

BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação. **Lei n. 9985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação e dá outras providências. Brasília, DF, 2000.

BRASIL.CÓDIGO FLORESTAL. **Lei nº 12.727, de 18 de outubro de 2012**. Altera Lei 12.651 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e modifica outros dispositivos legais. Brasília, DF, 2012.

BUENO, C.; DE ALMEIDA, P. J. A. L. Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora). **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 12, n. 3, p.219-226,2010.

BUSTAMANTE BECERRA, J. A.; BITENCOURT, M. D. Avaliação multicritério do estado de conservação de fragmentos de cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., 2008, Brasília. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008. p. 1-8.

CALIJURI, M. L.et al. Proposta metodológica para geração da carta de fragilidade ambiental, utilizando lógica fuzzy e Combinação Linear Ponderada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 3311-3318. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.13.15.54>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

CASTRO, L. M. A. **Proposição de metodologia para a avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água**. 2007. 297 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídrico) Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais. 2007.

CEPAGRI, 2013. **Clima dos Municípios Paulistas - Piedade**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_428.html>. Acesso em: 01 de out. 2013.

CEREDA JUNIOR, A. Análise de fragilidade ambiental com métodos multicritério: críticas e proposta metodológica. 2011. 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

CHEN, Y.; KHAN, S.; PAYDAR, Z. To retire or expand? A fuzzy GIS-based spatial multi-criteria evaluation framework for irrigated agriculture. **Irrigation and drainage**, Chichester, v. 59, n. 2, p. 174-188, 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução CONAMA 428, de 17 de dezembro de 2010. Dispõe no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos EIA-RIMA e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.

CORSEUIL, C. W.; CAMPOS, S. Análise de adequação do uso das terras por meio de técnicas de geoprocessamento e análise de multicritérios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 2471-2478. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.12.46>>. Acesso em: 10 de out. 2012.

CROUZEILLES, R.; LORINI, M. L.; GRELLE, C. E. V. Deslocamento na matriz para espécies da Mata Atlântica ea dificuldade da construção de perfis ecológicos. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 872-900, 2010.

CRUMPACKER, D. W. Prospects for sustainability of biodiversity based on conservation biology and US Forest Service approaches to ecosystem management. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v.40, p.47-71, 1998.

DE ARAÚJO, C. C.; MACEDO, A. B. Multicriteria geologic data analysis for mineral favorability mapping: application to a metal sulphide mineralized area, Ribeira Valley Metallogenic Province, Brazil. **Natural Resources Research**, New York, v. 11, n. 1, p. 29-43, 2002.

DE JESUS SILVA, R. et al. Malha rodoviária e conflitos de conservação no cerrado: um estudo para a preservação de anfíbios. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 373-378, 2006.

DROBNE, S.; LISEC, A. Multi-attribute decision analysis in GIS: weighted linear combination and ordered weighted averaging. **Informatica**, Ljubljana, v. 33, 459-474, 2009.

EASTMAN, J. R. Decision support: decision strategy analysis. In: **IDRISI 32 release 2: guide to GIS and image processing**. Worcester: Clark University, Clark Labs, 2001. v. 2. p. 1-22.

EASTMAN, J. R. **Idrisi Kilimanjaro**: guide to GIS and image processing. Worcester: Clark University, 2003.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, Palo Alto , p. 487-515, 2003.

FARINA, A. **Principles and methods in Landscape Ecology**. Londres: Chapman & Hall, 1998.

FEARNSIDE, P. M. Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: risks, value and conservation. **Environmental conservation**, Lausanne, v. 26, n. 4, p. 305-321, 1999.

FEIZIZADEH, B.; BLASCHKE, T. GIS-multicriteria decision analysis for landslide susceptibility mapping: comparing three methods for the Urmia lake basin, Iran. **Natural Hazards**, Dordrecht,v.65, n.3, p. 2105–2128, 2013.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: Wiley and Sons, 1986.

FREITAS, S. R.; HAWBAKER, T. J.; METZGER, J. P. Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian Atlantic Forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, n. 3, p. 410-417, 2010.

FUNDAÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Resumo executivo do Plano de manejo do Parque Estadual do Jurupará**. 2010. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/>>. Acesso em: 14 nov. 2012.

FUNDAÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Resumo executivo do Plano de manejo da área de proteção ambiental (APA) Itupararanga**. 2009. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/>>. Acesso em: 14 nov.2012.

GASPAROTO, E. A. G. et al. Geração de planos de informação como subsidio a avaliação multicriterial, em ambiente SIG, em Piedade, In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UFSCAR, 9., 2011, São Carlos. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2011.

GENELETTI, D. Biodiversity impact assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity. **Environmental Impact Assessment Review**, New York, v. 23, n. 3, p. 343-365, 2003.

GENELETTI, D. Using spatial indicators and value functions to assess ecosystem fragmentation caused by linear infrastructures. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, Amsterdam, v. 5, p. 1-15, 2004a.

GENELETTI, D. A GIS-based decision support systems to identify nature conservation priorities in an alpine valley. **Land Use Policy**, Oxford, v. 21, n. 2, p. 149-160, 2004b.

GENELETTI, D. Formalising expert opinion through multi-attribute value functions: An application in landscape ecology. **Journal of Environmental Management**, Londres, v. 76, n. 3, p. 255-262, 2005.

GENELETTI, D.; VAN DUREN, I. Protected area zoning for conservation and use: a combination of spatial multicriteria and multiobjective evaluation. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 85, n. 2, p. 97-110, 2008.

GILES, R.H.; TRANI, M. K. Key elements of landscape pattern measures. **Environmental Management**, Nova York, v. 23, n. 4, p. 477-481, 1999.

GIORDANO, L. C.; RIEDEL, P. S. Técnicas de SIG e Sensoriamento Remoto no planejamento ambiental de parques lineares. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 2, p. 139-153. Agosto, 2006.

GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L.; DEWOODY, J. A. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 91, n. 1, p. 1-7, 2009.

HAUFF, S. N. **Relações entre comunidades rurais locais e administrações de parques no Brasil**: subsídios ao estabelecimento de zonas de amortecimento. 2004. 208 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

IBGE, 2013. **Piedade**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=353780&search=s%E3o-paulopiedade>>. Acesso em: 10 de jun. 2013.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **Guidelines for Protected Area Management Categories**. Gland, 1994.

JIANG, H.; EASTMAN, J. R. Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS. **International Journal of Geographical Information Science**, Londres, v. 14, n. 2, p. 173-184, 2000.

JOLY, C. A. et al. Histórico do Programa Biota / FAPESP. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica; FAPESP; Programa Biota FAPESP, 2008. p. 46-55.

KANDILIOTI, G.; MAKROPOULOS, C. Preliminary flood risk assessment: the case of Athens. **Natural hazards**, Dordrecht, v. 61, n. 2, p. 441-468, 2012.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 5, n. 2, p. 173-185, 1989.

KIMURA, H.; SUEN, A. S. Ferramentas de análise gerencial baseadas em modelos de decisão multicriteriais. **RAE electron.**, São Paulo, v. 2, n. 1, June 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-56482003000100008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 06 março de 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-56482003000100007>.

KINDLMANN, P.; BUREL, F. Connectivity measures: a review. **Landscape Ecology**, Amsterdam, v. 23, n. 8, p. 879-890, 2008.

KINOUCI, M. R. **Da proximidade à vizinhança: desenho e gestão das zonas de amortecimento em unidades de conservação**. 2010. 219 f. Tese (Doutorado em Ambiente e Sociedade) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução de Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LEVINS, R. Extinction. In: GESTERNHABER, M.(org.), **Some Mathematical Problems in Biology**. Providence, Rhode Island: American Mathematical Society, 1970.

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

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. New Jersey: Princeton University Press, 1967.

MAESTRO, V. **Padrão alimentar e estado nutricional: caracterização de escolares de município paulista**. 2002.116 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

MALCZEWSKI, J. GIS-based approach to multiple criteria group decision-making. **International Journal of Geographical Information Science**, Londres, v. 10, n. 8, p. 955-971, 1996.

MALCZEWSKI, J. **GIS and multicriteria decision analysis**. New York: John Wiley, 1999. 362 p.

MALCZEWSKI, J. On the use of Weighted Linear Combination method in GIS: common and best practice approaches. **Transactions in GIS**, Cambridge, v. 4, n. 1, p. 5-22, 2000.

MALCZEWSKI, J. et al. GIS-multicriteria evaluation with ordered weighted averaging (OWA): case study of developing watershed management strategies. **Environment and Planning A**. Londres, v. 35, v. 10, p. 1769-1784, 2003.

MALCZEWSKI, J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. **Progress in Planning**, New York, v. 62, n. 1, p. 3-65, 2004.

MALCZEWSKI, J.; RINNER, C. Exploring multicriteria decision strategies in GIS with linguistic quantifiers: a case study of residential quality evaluation. **Journal of Geographical Systems**, Berlin, v. 7, n. 2, p. 249-268, 2005.

MALCZEWSKI, J. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. **International Journal of Geographical Information Science**, Londres, v. 20, n. 7, p. 703-726, 2006.

MARQUES, L. et al. Metodologia para definição de áreas favoráveis para implantação de corredor ecológico, utilizando ferramenta do Sistema de Informação Geográfica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 4436-4443. Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A4EKJE>>. Acesso em: 03 dez. 2012.

MATSUMOTO, M.; KUMLER, M.; BAUMGARTEN, L. Legal Geo: Um aplicativo para a identificação das áreas potenciais para recuperação e implementação de Reservas Legais no Cerrado. In: PAESE, A.; UEZU, A.; LORINI, M.L.; CUNHA, A. (Org.). **Conservação da biodiversidade com SIG**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. v. 1. 240p.

MAUÉS, M.M.; DE OLIVEIRA, P. E. A. M. Consequências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 238-250, 2010.

MAZEROLLE, M. J.; VILLARD, M. Patch characteristics and landscape context as predictors of species presence and abundance: a review. **Ecoscience**, Sainte-Foy, v. 6, n. 1, p. 117-124, 1999.

MCGREGOR, R. L.; BENDER, D. J.; FAHRIG, L. Do small mammals avoid roads because of the traffic?. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 45, n. 1, p. 117-123, 2008.

MEDEIROS, R. et al. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional**: sumário Executivo. Brasília: UNEP-WCMC, 2011.

MEIRELLES, M.S. P. **Análise integrada do ambiente através do Geoprocessamento - uma proposta metodológica para elaboração de zoneamentos**. 1997. 192 f. Tese (Doutorado em Ciências) Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1997.

MENDOZA, G. A.; MARTINS, H. Multi-criteria decision analysis in natural resource management: a critical review of methods and new modelling paradigms. **Forest ecology and management**, Amsterdam, v. 230, n. 1, p. 1-22, 2006.

MENG, Y.; MALCZEWSKI, J.; BOROUSHAKI, S. A GIS-Based Multicriteria Decision Analysis Approach for Mapping Accessibility Patterns of Housing Development Sites: A Case Study in Canmore, Alberta. **J. Geographic Information System**, Delaware, v. 3, n. 1, p. 50-61, 2011.

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, Campinas, v.1, n. 1/2, p. 1-9, 2001.

METZGER, J.P. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 11-23, 2006.

METZGER, J. P. et al. Procedimentos Metodológicos. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica; FAPESP; Programa Biota FAPESP, 2008a. p. 58-69.

METZGER, J. P. et al. Uso de Índices da Paisagem para a Definição de Ações. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica; FAPESP; Programa Biota FAPESP, 2008b. p. 122-129.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Download de dados geográficos**. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: fev. de 2012.

MOLIN, P. G.; STAPE, J. L. Diferença na alocação de uma reserva legal de critérios ambientais versus uma de critérios técnico-econômicos com o uso de ferramentas de SIG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 1749-1756. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.20.03>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

NOBRE, M. F.; GARCIA, G. J. Avaliação de três diferentes métodos de análise para a determinação da vulnerabilidade ambiental da Bacia hidrográfica do Rio Corumbataí (SP). **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 2, p. 169-179, 2010.

NOSSACK, F. Á. et al. Definição de áreas prioritárias para a recuperação florestal visando conectividade entre fragmentos: Análise Multicriterial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., , 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 4062-4069. Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A45L5P>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

OPENSHAW, S; OPENSHAW, C. **Artificial Intelligent in Geography**.Chichester: John Wiley, 1997.

PALMAS, C. et al. Renewables in residential development: an integrated GIS-based multicriteria approach for decentralized micro-renewable energy production in new settlement development: a case study of the eastern metropolitan area of Cagliari, Sardinia, Italy. **Energy, Sustainability and Society**, Heidelberg, v. 2, n. 1, p. 1-15, 2012.

PALOMINO, D.; CARRASCAL, L. M. Threshold distances to nearby cities and roads influence the bird community of a mosaic landscape. **Biological Conservation**, Cambridge, v. 140, n. 1, p. 100-109, 2007.

PARENDES, L. A.; JONES, J. A. Role of light availability and dispersal in exotic plant invasion along roads and streams in the HJ Andrews Experimental Forest, Oregon. **Conservation Biology**, Boston, v. 14, n. 1, p. 64-75, 2000.

PIEDADE (Município). **Prefeitura de Piedade**. 2012. Disponível em: <<http://piedade.sp.gov.br/capa.asp?IDPagina=596>>. Acesso em: 05 jan. 2012.

PIMENTEL, D. S. **Os “parques de papel” e o papel social dos parques**. 2008. 254 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

PIQUER-RODRÍGUEZ, M. et al. Future land use effects on the connectivity of protected area networks in southeastern Spain. **Journal for Nature Conservation**,[S. l.], v. 20, n. 6, p. 326-336, 2012.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Edição dos Editores, 2001.

REZENDE, J. H.; PIRES, J. S. R.; VENIZIANI JR, J. C. T . Áreas Prioritárias para Reserva Legal na Bacia Hidrográfica do Rio Jaú. **HOLOS Environment**, Rio Claro, v. 11, p. 16-30, 2011. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/holos/article/view/3443/4206>> Acesso em: 05 jan. 2012.

RIBEIRO, M. et al. A restauração da Mata Atlântica apoiada em sistemas de Informações Geográficas. In: PAESE, A.; UEZU, A.; LORINI, M.L.; CUNHA, A. (Org.). **Conservação da biodiversidade com SIG**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. v. 1. 240p.

RIBEIRO, M. F.; FREITAS, M. A. V.; COSTA, V. C. O desafio da gestão ambiental nas zonas de amortecimento de unidades de conservação. In: SEMINÁRIO LATINO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6., ; SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2., 2010, Coimbra. **Anais...** Universidade de Coimbra. Maio de 2010.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

RINNER, C.; MALCZEWSKI, J. Web-enabled spatial decision analysis using Ordered Weighted Averaging (OWA). **Journal of Geographical Systems**, Berlin, v. 4, n. 4, p. 385-403, 2002.

RODRIGUES, E. **Edge effect on the regeneration of forest fragments in Londrina, PR**, 1998. 172 f. Tese (PhD em Biologia) – Harvard University, Cambridge, 1998.

RODRIGUES, R. R.; BONONI, V. L. R. Introdução . In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica; FAPESP; Programa Biota FAPESP, 2008b. p. 11-13.

ROY, B.; VANDERPOOTEN, D. The European School of MCDA: emergence, basic features and current works. **Journal of Multi-criteria Decision Analysis**, [S. l], v. 5, n. 1, p. 22-38, 1996.

RUHOFF, A. L.; PENNA E SOUZA, B. S.; GIOTTO, E.; PEREIRA, R. S. Lógica Fuzzy e zoneamento ambiental da Bacia do Arroio Grande. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2355-2362. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.18.21.33>>. Acesso em: 01 fev. 2012.

SAATY, T. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematics Psychology**, New York, v.15, p.234-281, 1977.

SARTORI, A. A. C. et al. Definição de áreas prioritárias à adequação do uso da terra por meio da abordagem multicriterial em ambiente SIG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 8725-8732. Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A6HN28>>. Acesso em: 30 jan. 2013.

SARTORI, A. A. C.; SILVA, R. F. B.; ZIMBACK, C. R. L. Combinação Linear Ponderada na Definição de áreas prioritárias à conectividade entre fragmentos florestais em ambiente SIG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n.6, p.1079-1090. 2012.

SCHERL, L. M. et al. **As áreas protegidas podem contribuir para a redução da pobreza: oportunidades e limitações**. Reino Unido: IUCN, 2006.

SCHIAVETTI, A.; MAGRO, T. C.; SILVA, M. Implementação das unidades de conservação do corredor central da mata atlântica no estado da Bahia: desafios e limites. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, p. 611-623, 2012.

SCHONEWALD-COX, C.; BUECHNER, M. Park protection and public roads. In: FIELDER, P. L.; JAIN, S. K. (Ed.). **Conservation Biology: the theory and practice of nature conservation, preservation and management**. London: Chapman and Hall, 1992. p.375-395.

SHAFFER, C. L. **Nature reserves: island theory and conservation practice**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1990.

SHINZATO, E. T. et al. Avaliação da estrutura da paisagem do município de Piedade -SP. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA UFSCAR, 19., 2011, São Carlos. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2011.

SILVEIRA, H. L. F.; VETTORAZZI, C. A.; VALENTE, R. O. A. Avaliação multicriterial no mapeamento de risco de incêndios florestais, em ambiente SIG, na bacia do Rio Corumbataí, SP. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622008000200009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 nov. 2012.

SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2013. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período 2011-2012**. Disponível em:

<<http://www.sosma.org.br/link/atlas201112/Anexo%201%20Atlas%20dos%20Municipios%20da%20Mata%20Atlantica%20-%20periodo%202011-2012.pdf>>. Acesso em: 01 de out. 2013.

SOUSA, C. O. M. et al. O papel das estradas na conservação da vegetação nativa no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 3087-3094. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.13.19.24>>. Acesso em: 11 out. 2013.

SOUZA, S. C. P. M de, **Análise de alguns aspectos de dinâmica florestal em uma área degradada no interior do Parque Estadual do Jurupará**. 2002. 88 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

SWITALSKI, T. A. et al. Benefits and impacts of road removal. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 2, n. 1, p. 21-28, 2004.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 181-188, 2005.

TERBORGH, J.; VAN SCHAIK, C. Por que o mundo necessita de parques? In: TERBORGH, J. et al. (Org.). **Tornando os parques eficientes: estratégias para a conservação da natureza nos trópicos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2002. p. 25-36.

TURNER, M.G.; GARDNER, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. New York: Springer Verlag, 1990.

TURNER, M. G. Landscape ecology: what is the state of the science? **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, p. 319-344, 2005.

VALENTE, R. O. A. Definição de áreas prioritárias para conservação e preservação florestal por meio da abordagem multicriterial em ambiente SIG. 2005.121 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. A abordagem multicriterial na definição de áreas prioritárias para conservação e preservação florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1681-1684. Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.15.50.42>>. Acesso em: 5 dez. 2012.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Avaliação multicriterial na definição de áreas prioritárias à restauração florestal, visando o manejo sustentável da água. In: BRUM, A. L. et al (Ed.). **Sustentabilidade do uso da água nos trópicos e subtropicais: estudos de casos brasileiros**. Ijuí: Editora Unijuí, 2013. p. 285-318.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Definition of priority areas for forest conservation through the Ordered Weighted Averaging Method. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 256, p. 1408-1417, 2008.

VETTORAZZI, C. A. **Avaliação multicritérios, em ambiente SIG, na definição de áreas prioritárias à restauração florestal visando à conserva de recursos hídricos**. 2006. 151 f. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.12, n.32, p.25-42, 1998.

VITALLI, P. D. L.; ZAKIA, M. J.; DURIGAN, G. Considerações sobre a legislação correlata à zona-tampão de Unidades de Conservação no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.12, n.1, p.67-82, 2009.

VOOGD, H. **Multicriteria evaluation for urban and regional planning**. London: Pion, 1983.

WEBER, E. J. ; HASENACK, H. **Avaliação de áreas para a instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados**. Canoas: Universidade Luterana do Brasil, 2001.

WHITFORD, P. C. Bird behavior in response to the warmth of blacktop roads. **Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences Arts and Letters**, Madison, v. 73, p. 135-143, 1985.

WIENS, J. A. Habitat fragmentation: island v landscape perspectives on bird conservation. **Ibis**, Londres, v. 137, n. s1, p. S97-S104, 1995.

WILCOVE, D. S. et al. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: SOULÉ, M. E. **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland: Sinauer Associates, 1986. p. 237-256.

XAVIER, A. F.; BOLZANI, B. M.; JORDÃO, S. Unidades de Conservação da Natureza no Estado de São Paulo. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica; FAPESP; Programa Biota FAPESP, 2008. p. 23-42.

YAGER, R. R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making. **Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on**, New York, v. 18, n. 1, p. 183-190, 1988.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, New York, v. , p. 338-353, 1965.

ZAMBON, Kátia Livia et al. Análise de decisão multicritério na localização de usinas termoelétricas utilizando SIG. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, ago. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010174382005000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: em 10 jan. 2013.

ZUFFO, A. C. **Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento ambiental de recursos hídricos**. 1998. 286 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

ANEXO A

TABELA 9 - Matriz de comparação pareada entre os mapas de fatores (especialista 1).

Fatores	Prox. Área	Dist. Disturb.	Prox. à APA	Prox. ao PE	Vizinhança	Pesos de fatores
Prox. Área	1					0,0304
Dist. Disturb.	8	1				0,3407
Prox. à APA	5	1/3	1			0,2255
Prox. ao PE	4	1/4	1/2	1		0,2212
Vizinhança	7	2	1/3	1/5	1	0,1822
Taxa de consistência = 0,35						Total = 1,00

TABELA 10 - Matriz de comparação pareada entre os mapas de fatores (especialista 2).

Fatores	Prox. Área	Dist. Disturb.	Prox. à APA	Prox. ao PE	Vizinhança	Pesos de fatores
Prox. Área	1					0,4081
Dist. Disturb.	1/4	1				0,1873
Prox. à APA	1/2	1/2	1			0,1512
Prox. ao PE	1/2	1/2	1	1		0,1512
Vizinhança	1/4	1	1/2	1/2	1	0,1020
Taxa de consistência = 0,07						Total = 1,00

TABELA 11 - Matriz de comparação pareada entre os mapas de fatores (especialista 3).

Fatores	Prox. Área	Dist. Disturb.	Prox. à APA	Prox. ao PE	Vizinhança	Pesos de fatores
Prox. Área	1					0,3697
Dist. Disturb.	1/3	1				0,2028
Prox. à APA	1/2	1/2	1			0,1571
Prox. ao PE	1/2	1/2	1	1		0,1571
Vizinhança	1/3	1	1/2	1/2	1	0,1133
Taxa de consistência = 0,06						Total = 1,00

TABELA 12 - Matriz de comparação pareada entre os mapas de fatores (especialista 4).

Fatores	Prox. Área	Dist. Disturb.	Prox. à APA	Prox. ao PE	Vizinhança	Pesos de fatores
Prox. Área	1					0,2692
Dist. Disturb.	1	1				0,2355
Prox. à APA	1/2	1	1			0,1747
Prox. ao PE	1/3	1/3	1/2	1		0,1110
Vizinhança	1	1	1,5	1	1	0,2096
Taxa de consistência = 0,04						Total = 1,00

TABELA 13 - Matriz de comparação pareada entre os mapas de fatores (especialista 5).

Fatores	Prox. Área	Dist. Disturb.	Prox. à APA	Prox. ao PE	Vizinhança	Pesos de fatores
Prox. Área	1					0,3333
Dist. Disturb.	1/2	1				0,1667
Prox. à APA	1/2	1	1			0,1667
Prox. ao PE	1/2	1	1	1		0,1667
Vizinhança	1	1	1	1	1	0,1667
Taxa de consistência = 0,00						Total = 1,00