

IVANA MARIA DE PAULA SOUZA GUIMARÃES

**METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE ÁREAS ADEQUADAS À
IMPLANTAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA ARQUITETÔNICA EM
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.
ESTUDO DE CASO: PARQUE NACIONAL SAINT-HILAIRE/LANGE
(LITORAL DO PARANÁ)**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção de grau de Mestre em Geografia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia,
Setor de Ciências da Terra da Universidade
Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Sony Cortese
Caneparo

Curitiba

2007

DEDICATÓRIA

Ao meu querido esposo Paulo, companheiro e amigo incansável que com seu amor e sua alegria tornou mais fácil esta caminhada, não me deixando esmorecer diante das dificuldades.

Ao meu amor maior, meus filhos Gabriel e Rafael, que na sua inocência, conseguiram entender a necessidade de uma mãe às vezes tão distante.

Dedico com todo meu coração.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter permitido que alcançasse meu objetivo, dando –me força para superar os obstáculos existentes.

Aos meus pais Deodato e Ivete que nunca mediram esforços para proporcionar-me o melhor ensino e educação, agradeço e dedico meu amor.

Ao meu irmão e amigo Luiz Cláudio de Paula Souza, por sua dedicada e incansável atenção, incentivo e apoio técnico em todas as etapas de desenvolvimento deste trabalho, agradeço imensamente.

À Prof^a. Dr^a. Sony Cortese Caneparo – orientadora – pelo auxílio e incentivo na realização deste trabalho, mostrando-se compreensiva em minhas dificuldades e dando-me liberdade para proceder a pesquisa sem pressões. Meu muito obrigado.

À Prof^a. Dr^a. Maria Cristina Lima pelo apoio das sugestões bibliográficas.

Ao Prof. Dr. Valmiqui da Costa Lima , do Departamento de Solos da UFPR, pelo apoio, amizade e incentivo.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós Graduação em Geografia que de alguma forma contribuíram para este trabalho.

Ao IBAMA na pessoa de Luiz F. D. Faraco, chefe do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, por ter fornecido os dados do levantamento do meio físico, que foram imprescindíveis à realização deste trabalho

A minhas amigas Simone Weber Pereima e Cláudia Marques Dalcanale pela amizade, incentivo e apoio desde o início desta jornada. Agradeço de coração.

À todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

“Porque, onde está o teu tesouro, lá está também teu coração.”

(MT 6, 21)

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1	UMA ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE A SOCIEDADE E O MEIO NATURAL	19
2.2	EVOLUÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL	23
2.3	ROTEIRO METODOLÓGICO DE PLANEJAMENTO PARA PARQUES NACIONAIS, RESERVAS BIOLÓGICAS E ESTAÇÕES ECOLÓGICAS	29
2.3.1	Plano de Manejo	30
2.3.2	Análise da Unidade de Conservação – Encarte 3	34
2.3.3	Planejamento – Encarte 4	35
2.3.3.1	Zoneamento	35
2.4	APLICABILIDADE DAS GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE AMBIENTAL	47
2.4.1	Análise de Decisão por Múltiplos Critérios	50
3.	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	51
3.1	LOCALIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL SAINT-HILAIRE/LANGE	51
3.2	ASPECTOS GERAIS	53
3.3	CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS ASPECTOS FÍSICOS	55
3.4	ABORDAGEM SETORIAL	58
4.	MÉTODO, PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E MATERIAIS	62
4.1	REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO	62
4.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E MATERIAIS	70
4.2.1	Atividades de laboratório	70

	5	
4.2.2	Atividades de Campo	71
4.3	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DO MEIO FÍSICO	73
4.3.1	Vegetação	72
4.3.2	Declividade	76
4.3.3	Solos	80
4.3.4	Distância de Rios	85
4.3.5	Distância de Estradas	88
4.4	CLASSIFICAÇÃO POR MÚLTIPLOS CRITÉRIOS	90
4.4.1	Padronização Fuzzy	91
4.4.2	Determinação dos Pesos de Importância Relativa	94
4.4.3	Combinação Linear Ponderada	97
5.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	104
5.1	CARACTERIZAÇÃO DAS CLASSES DE POTENCIAIS	104
5.1.1	Classes de Vegetação x Classes de Potencial	104
5.1.2	Classes de Declive x Classes de Potencial	105
5.1.3	Classes de Solo x Classes de Potencial	106
5.1.4	Distância de Rios x Classes de Potencial	108
5.1.5	Distância de Estradas c Classes de Potencial	109
5.2	CARACTERIZAÇÃO SOMENTE DAS ÁREAS COM CLASSE DE POTENCIAL 1 - ÓTIMA	110
5.3	AVALIAÇÃO DE CAMPO	118
5.4	AVALIAÇÃO PELO MÉTODO CLÁSSICO – ANÁLISE BOOLEANA	130
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Cartograma da Localização do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange com os Limites da Legislação de Criação e Nova Proposta	18
FIGURA 2	Estruturação do Plano de Manejo	32
FIGURA 3	Enquadramento das Zonas por Grau de Intervenção	40
FIGURA 4	Zoneamento Comparativo	45
FIGURA 5	Localização do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange no Litoral do Paraná	52
FIGURA 6	Vista Geral do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange – Vertente Oriental	52
FIGURA 7	Proposta de Novos Limites para o Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange	53
FIGURA 8	Proposta de Setorização do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange	58
FIGURA 9	Mapa de Vegetação	75
FIGURA 10	Mapa de Classes de Declividade	79
FIGURA 11	Mapa de Solos	84
FIGURA 12	Rede de Drenagem	87
FIGURA 13	Distribuição de Estradas – Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange	89
FIGURA 14	Sigmoidal Crescente – Vegetação	92
FIGURA 15	Sigmoidal Decrescente – Declividade	92
FIGURA 16	Sigmoidal Decrescente – Classes de Solos	93
FIGURA 17	Sigmoidal Crescente – Distância de Rios	93
FIGURA 18	Sigmoidal Crescente – Distância de Estradas	94
FIGURA 19	Determinação dos Pesos de Importância Relativa	96
FIGURA 20	Módulo de Análise por Múltiplos Critérios	98

FIGURA 21	Mapa de Áreas Potenciais – MCE	100
FIGURA 22	Histograma da Análise – MCE	101
FIGURA 23	Mapa de Áreas Potenciais	103
FIGURA 24	Mapa de Áreas Potenciais – Classe 1. Ótima com a localização dos Pontos de Avaliação de Campo	111
FIGURA 25	Foto de localização do Ponto 1 da Avaliação de Campo	120
FIGURA 26	Foto de localização do Ponto 2 da Avaliação de Campo (capoeira / capoeirão)	121
FIGURA 27	Foto de localização do Ponto 2 da Avaliação de Campo (cultivo de pupunha)	121
FIGURA 28	Foto 1 de localização do Ponto 3 da Avaliação de Campo	123
FIGURA 29	Foto 2 de localização do Ponto 3	123
FIGURA 30	Foto 3 de localização do Ponto 3	123
FIGURA 31	Foto 4 de localização do Ponto 3	124
FIGURA 32	Foto 5 de localização do Ponto 3	124
FIGURA 33	Foto 1 da localização do Ponto 4	125
FIGURA 34	Foto 1 da localização do Ponto 5	125
FIGURA 35	Foto 2 da localização do Ponto 5	126
FIGURA 36	Foto do acesso ao Ponto 6	126
FIGURA 37	Foto da beleza cênica do rio localizado próximo ao Ponto 5	126
FIGURA 38	Foto da dificuldade de acesso ao Ponto 7	127
FIGURA 39	Foto de aproximação visual do Ponto 7	127
FIGURA 40	Foto de aproximação visual do Ponto 8	128
FIGURA 41	Foto de localização do Ponto 9 da Avaliação de Campo	129
FIGURA 42	Foto de processos erosivos do Ponto 7	130
FIGURA 43	Foto de localização do Ponto 10	130

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	COBERTURA VEGETAL DO PARQUE NACIONAL SAINT-HILAIR/LANGE	73
TABELA 2	CLASSES DE DECLIVE – PARQUE NACIONAL SAINT-HILAIRE/LANGE	77
TABELA 3	UNIDADES DE MAPEAMENTO DE SOLOS – PARQUE NACIONAL SAINT-HILAIRE/LANGE	81
TABELA 4	CLASSES DE VEGETAÇÃO X CLASSES DE POTENCIAL	105
TABELA 5	CLASSES DE DECLIVIDADE X CLASSES DE POTENCIAL	106
TABELA 6	CLASSES DE SOLOS X CLASSES DE POTENCIAL	107
TABELA 7	DISTÂNCIA DE RIOS X CLASSES DE POTENCIAL	108
TABELA 8	DISTÂNCIA DE ESTRADAS X CLASSES DE POTENCIAL	108
TABELA 9	TABULAÇÃO CRUZADA: VEGETAÇÃO X CLASSE DE POTENCIAL 1 – ÓTIMA	112
TABELA 10	TABULAÇÃO CRUZADA: DECLIVIDADE X CLASSE DE POTENCIAL 1 – ÓTIMA	113
TABELA 11	TABULAÇÃO CRUZADA: SOLOS X CLASSE DE POTENCIAL 1 – ÓTIMA	114
TABELA 12	DISTÂNCIA DE RIOS X CLASSE DE POTENCIAL 1 - ÓTIMA	115
TABELA 13	DISTÂNCIA DE ESTRADAS X CLASSE DE POTENCIAL 1 - ÓTIMA	116

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	CATEGORIA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	27
QUADRO 2	FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA PARA A ANÁLISE AMBIENTAL	72
QUADRO 3	CLASSES DE DECLIVIDADE E CARACTERÍSTICAS	76
QUADRO 4	PESOS CALCULADOS	96
QUADRO 5	EXEMPLO DE CÁLCULO REALIZADO PELO PROGRAMA NA COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA E NA ANÁLISE BOOLEANA	99
QUADRO 6	COORDENADAS UTM DOS PONTOS PARA AVALIAÇÃO DE CAMPO	116
QUADRO 7	ÁREA DOS PONTOS VISITADOS (M ²)	119

LISTA DE ABREVIATURAS

APA	Área de Proteção Ambiental
BGD	Banco de Dados Geográfico
GPS	Sistema Global de Posicionamento
MCE	Avaliação por Múltiplos Critérios (<i>Multi Criteria Evaluation</i>)
MNT	Modelo Numérico do Terreno
PARNA	Parque Nacional
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UC	Unidade de Conservação
WCL	Combinação Linear Ponderada (<i>Weight Linear Combination</i>)

LISTA DE SIGLAS

IBAMA	Instituto Nacional de Meio Ambiente e Recursos Naturais
SEMA	Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma proposta metodológica para subsidiar a escolha de áreas potenciais à implantação da infraestrutura arquitetônica (centro de visitantes, lanchonete, estacionamento, alojamento, sede administrativa, oficinas entre outros) dentro de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, no caso, o Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, localizado no litoral do estado do Paraná, visando a redução da subjetividade implícita na elaboração de projetos de zoneamento ambiental. A metodologia está fundamentada na proposta de Xavier-da-Silva e Carvalho Filho (1995) a qual permite tratar os problemas ambientais levando em conta a localização, a extensão e as relações espaciais dos fenômenos analisados. Foram utilizadas técnicas participativas de apoio à decisão em SIG (Sistema de Informação Geográfica), presentes no *software* Idrisi Andes, através da análise conjunta de variáveis (vegetação, declividade, solos, distância de rios e distância de estradas) aplicando-se a técnica de avaliação por múltiplos critérios, denominada Combinação Linear Ponderada existente na rotina MCE (Multi Criteria Evaluation) do software. As variáveis foram padronizadas pela lógica Fuzzy e a elas atribuíram-se pesos de importância relativa, obtém-se, então, um mapa temático de áreas potenciais. Na qual identificam-se áreas com diferentes graus de aptidão para a implantação da infra-estrutura. Seleccionadas as áreas de maior potencial, foram efetuadas análises pontuais, em campo, a fim de identificar e discutir os elementos que determinaram os resultados. Os quais deverão contribuir, por ocasião da elaboração do Plano de Manejo da Unidade, na tomada de decisão quanto ao zoneamento, por considerarem sempre o menor impacto ambiental compatível com a importância que os Parques Nacionais representam na preservação do meio ambiente.

Palavras chave: zoneamento ambiental; SIG; geoprocessamento.

ABSTRACT

This project's goal is the development of a methodological proposal to subsidize the choice of potential areas to the implementation of an architectural structure (visitor's center, cafeteria, parking lot, housing, administrative headquarters, shops) inside a Preservation Unit of Full Protection, in this case, the Saint-Hilaire/Lange National Park, located by the coast of the State of Parana, aiming the reduction of the implicit subjectiveness in the planning of environmental zoning projects. The methodology is based on the environmental proposal of Xavier-da-Silva and Carvalho Filho (1995) which allows dealing with the environmental problems considering the location, the extension and the space relations of the analyzed phenomena. They used participatory decision making techniques in GIS (Geographic Information System), present in the software Idrisi Andes, through the combined analysis of factors (vegetation, declivity, land, river, distances, and road distances) applying the technique of evaluation by multiple criterias, named Weight Linear Combination, existent in the MCE's (Multi Criteria Evaluation) of the software. The variables were standardized by the Fuzzy's routine, to which weights of relative importance were related, obtaining, therefore, an image of potential areas. In which, areas with different degrees of aptitude to the implementation of the structure are identified. Selected the areas of greater potential, puntual analysis were made, in field, in order identify and discuss the elements which determined the results. These, in the future, should contribute, according to the Unit Handling Plan, to the making of the zoning decision, by always considering the least environmental impact compatible with the importance that National Parks represent to the preservation of the environment.

Key words: environmental zoning; GIS; geoprocessing.

1. INTRODUÇÃO

“Um empreendimento deve ser analisado quanto aos riscos de sua instalação para a natureza e os riscos que a natureza oferece à presença do empreendimento naquele lugar” (ROSS, 2000, p.307).

Neste cenário, onde a ação antrópica sobre o meio físico, remodela e organiza paisagens naturais, muitas vezes, desencadeiam-se inúmeros processos indesejáveis pela inexistência de um planejamento ambiental adequado, implicando em problemas às vezes irreversíveis para o meio natural. O acúmulo destes problemas em uma determinada área é conhecido como questão, conflito ou impacto ambiental, que segundo Christofolletti (1997, p.132) diz respeito aos “efeitos e as transformações provocadas pelas ações humanas nos aspectos do meio ambiente físico e que se refletem, por interação, nas condições ambientais que envolvem a vida humana”.

A previsão de impactos em relação a qualquer tipo de projeto, que se destina a uma determinada área seja ela grande ou pequena, consiste em uma operação técnica–científica essencialmente multidisciplinar capaz de revelar o nível da capacidade de uma sociedade para antever quadros futuros da organização espacial , além de ser um excelente exercício para avaliar a potencialidade da legislação disponível, assim como sua aplicabilidade em casos concretos (AB’SABER, 1994, p.27).

Os esforços no sentido de antever possíveis alterações inerentes as ações antrópicas sobre o meio, se fazem através da utilização de ferramentas tecnológicas disponíveis que devem estar alicerçadas em pressupostos conceituais desde o planejamento geral até a concepção do projeto em si.

De acordo com Franco (2001, p. 35) o planejamento ambiental emprega como instrumento todas as informações disponíveis sobre a área de estudo, vindas das mais diversas áreas do conhecimento. E deve levar em conta não apenas as potencialidades da área , mas principalmente suas restrições.

Os trabalhos de planejamento e gerenciamento de recursos naturais requerem a análise de muitos dados. Para cada caso, um cenário deve ser desenvolvido

identificando os dados que permitam conduzir a análise e avaliação dos recursos de modo a prover informações para a tomada de decisão.

A tecnologia do Sistema de Informação Geográfica (SIG) propicia a geração de dados que servem de apoio à tomada de decisões nos mais diferentes projetos que tratam da questão ambiental. A obtenção rápida de mapas georreferenciados e a possibilidade de uma avaliação integrada de um grande número de variáveis, torna vantajoso o uso deste sistema, que ainda oferece a oportunidade de revisar, incluir e atualizar dados em qualquer etapa do trabalho, transformando-se em uma valiosa ferramenta através da disponibilização dos dados gerados que podem vir a auxiliar pesquisas posteriores.

O presente estudo apóia-se em uma metodologia proposta por Xavier-da-Silva e Carvalho Filho (1995), que leva em consideração técnicas de geoprocessamento, e considera a problemática da representação espacial de fenômenos do meio físico, através da análise de uma grande quantidade de dados.

Essas técnicas utilizam-se da Média Ponderada para avaliação de potenciais e de risco, onde os critérios não são definidos por limiares nítidas, mas por notas que variam dentro de um determinado intervalo. Os parâmetros ponderados, são combinados de forma a produzir, ao final da análise, um plano de informação com os potenciais classificados. Levando-se em consideração que a área potencial não pode ser crítica, quanto a riscos ambientais, são aplicadas restrições ao parâmetro ponderado, mapeando assim as áreas de maior risco, bem como as áreas prioritárias em relação ao objeto da análise (VEIGA; XAVIER-DA-SILVA, 2003).

No estabelecimento de uma Unidade de Conservação, cujo alvo principal é a conservação do meio natural, são inúmeras as condicionantes do meio físico que devem ser avaliadas, para que o objetivo estabelecido de manejo possa ser alcançado. Tratando-se de Parques Nacionais, são admitidas a visitação e a recreação em determinadas áreas, a avaliação das restrições e potencialidades do meio tornam-se de fundamental importância, a fim de se evitar ao máximo o impacto da ação antrópica.

Uma das características impostas, à elaboração de Planos de Manejo para Unidades de Conservação (UC) que basicamente podem ser entendidos como

instrumentos de organização de processos futuros, pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais - IBAMA, através do Roteiro Metodológico de Planejamento, documento norteador que rege a elaboração dos mesmos, é a flexibilidade, ou seja, a possibilidade de agregar novos conhecimentos e eventuais correções em um Plano de Manejo, sempre que se dispuser de novos dados, sem a necessidade de uma revisão geral do documento, procedimento denominado calibração.

Nesta linha é que se propõe o estudo sobre a área do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, localizado no litoral do estado do Paraná, nos municípios de Matinhos, Guaratuba, Morretes e Paranaguá, dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaratuba, abrangendo uma área de 25.000 ha, por ocasião de sua criação em 2001.

Trata-se de uma Unidade de Conservação de relevante importância por estar inserida na área-núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, em um dos trechos mais bem conservados desse bioma no país (MITTEMEIER¹ et al, 1999 citado por SIEDLECKI, PORTES e CIELO FILHO, 2003b, p.2), e que ainda não dispõe de seu Plano de Manejo, necessitando da análise e coleta do maior número de informações possíveis para o aprofundamento do reconhecimento da área.

Destas colocações resultam inúmeras questões sobre a realidade ambiental da área em questão, envolvendo por exemplo, a identificação de áreas prioritárias ou potenciais. Que neste trabalho são entendidas como áreas adequadas à implantação da infra-estrutura arquitetônica, necessária ao apoio da visitação e da administração da unidade.

Neste sentido, a pesquisa tem por objetivo geral, desenvolver uma proposta metodológica através da avaliação do meio físico, na qual possam ser elencadas potencialidades e restrições que subsidiem a definição de áreas adequadas à implantação da infra-estrutura arquitetônica.

¹ MITTEMEIER, R. A. et al. Hotspots and Global Biodiversity Conservation. In MITTEMEIER, R. A. et al (Eds) Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX, Mexico City. p. 21-67.

Face ao exposto, consideram-se como objetivos específicos:

- a) Identificar, quantificar e classificar as variáveis do meio físico: vegetação, declividade, solos, rede de drenagem e malha viária);
- b) Definir parâmetros para as variáveis, que subsidiem a definição de área adequada para a implantação da infra-estrutura;
- c) Cruzar as informações obtidas e os parâmetros definidos;
- d) Obter um mapa temático de áreas potenciais adequadas a implantação da infra-estrutura;
- e) Avaliar o resultado obtido em campo, a fim de validar ou não a metodologia proposta;
- f) Comparar o resultado obtido com o método *Booleano*.

No presente estudo, estes objetivos são abordados em seis capítulos, a saber:

- A Introdução, ressalta a problemática do forte impacto da ação antrópica sobre o meio natural, e evidencia a importância de antever tais alterações, onde o uso de tecnologias de ponta como o geoprocessamento, através da análise de múltiplos critérios, vem auxiliar na tomada de decisão.

- A Revisão da Literatura, fundamenta teoricamente a pesquisa por meio de considerações e abordagens ligadas ao tema, onde as opiniões de diferentes autores colaboram na análise das relações entre a sociedade e o meio natural, conceituam as Unidades de Conservação e abordam sua evolução no Brasil, definem procedimentos para uma correta elaboração de Planos de Manejo (Roteiro Metodológico de Planejamento – IBAMA) e apresentam as vantagens do uso das geotecnologias na análise ambiental.

- A caracterização da área em estudo, descreve brevemente as características do meio físico do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange e faz uma abordagem setorial da área, a qual apresenta regiões com características próprias do ponto de vista sócio-econômico e ambiental.

- O capítulo, Materiais, Métodos e Procedimentos Metodológicos, ressalta a metodologia utilizada para a obtenção dos resultados (Análise por Múltiplos Critérios

– Combinação Linear Ponderada), sua adaptação, os critérios adotados e as atividades de laboratório e de campo.

- A Análise e Discussão dos Resultados, além de abordar a composição das classes de potenciais para a implantação da infra-estrutura no que se refere a cada variável analisada, caracteriza as áreas de maior potencial , onde são identificados pontos georreferenciados para avaliação de campo e finalmente aborda também a avaliação da área pela Análise *Booleana*.

- As Considerações Finais avaliam a eficiência da metodologia empregada e identificam alguns elementos balizadores que devem ser considerados em análises futuras.

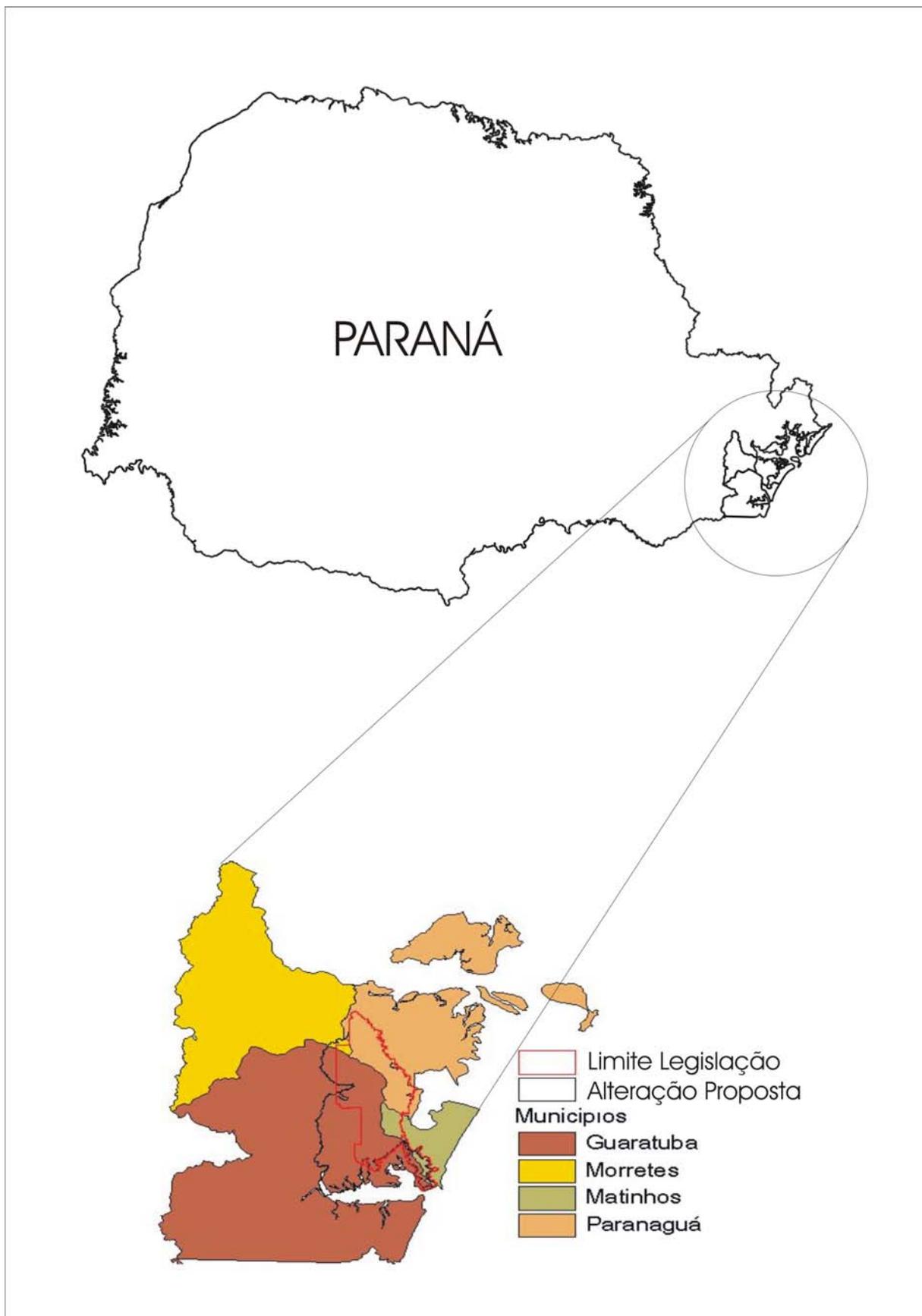


FIGURA 1 - Cartograma da Localização do Parque Nacional Saint - Hilaire / Lange com os Limites da Legislação de Criação e Proposta de Alteração dos Limites, IBAMA, 2003.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Inicialmente será feita uma análise das relações entre a sociedade e o meio natural. Nos itens seguintes conceituam-se as Unidades de Conservação (UC) através de uma abordagem histórica de sua evolução no Brasil, bem como se definem procedimentos para uma correta elaboração do Plano de Manejo, através da apresentação do Roteiro Metodológico de Planejamento (IBAMA), enfocando principalmente a questão do zoneamento. Finalmente serão apresentadas às aplicabilidades do uso das geotecnologias na análise ambiental.

2.1 UMA ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE A SOCIEDADE E O MEIO NATURAL

Urban (1997) afirma que “a história do homem sobre a Terra é a história de sua relação com a natureza, assim como a história do progresso humano é a história da degradação da natureza”.

O impacto da exploração dos recursos naturais, dos sistemas produtivos, da ocupação do solo de forma indiscriminada, fazem parte do conhecimento humano a centenas de anos, porém somente a partir dos anos 70 a sociedade, na esfera mundial, começou a vislumbrar a problemática ambiental devido à manifestação de inúmeros sinais, os quais de acordo com Franco (2001, p.158) anunciavam “a insustentabilidade do desenvolvimento planetário pelos caminhos percorridos pelos países desenvolvidos”.

Seguiram-se vários movimentos em prol da valorização dos recursos naturais, em alguns segmentos da sociedade, levando ao desenvolvimento de novos conceitos e a uma revisão de atitudes e pensar econômico (FARENZA, 2002, p.2). Dentro do segmento governamental e político, destaca-se a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, ou conferência de Estocolmo, realizada em 1972 na Suécia, na qual foram discutidas questões sobre poluição industrial, exploração de recursos naturais, deterioração das condições ambientais e problemas sanitários, déficit

de nutrição e aumento da mortalidade, como reflexo da degradação ambiental observada tanto nos países desenvolvidos como nos menos abastados. A conferência foi marcada por discussões acaloradas sobre meio ambiente *versus* desenvolvimento (CUNHA; GUERRA, 1996, p.340; FRANCO, 2001, p.158).

Após este evento, segundo Monteiro (1981, p.19) que pode ser tomado como um “referencial para apontar-se na História (...) o momento da eclosão da questão ambiental”, muitos outros ocorreram, e vieram afirmar que a degradação ambiental tem causas e conseqüências sociais (CUNHA; GUERRA, 1996, p.334).

Em 1983, foi criada, pelo Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), cujo objetivo era avaliar o crescente impacto da atividade antrópica sobre os recursos naturais do planeta, e formular propostas consistentes para reverter o problema. Em 1987 a Comissão apresenta um relatório intitulado, *Our common future* (Nosso futuro comum), registrando sucessos e falhas do desenvolvimento mundial. Dos resultados positivos destacavam-se: expectativa de vida crescente; decréscimo da mortalidade infantil; elevação do grau de alfabetização; incremento na produção de alimentos em relação ao aumento populacional. Já nos resultados negativos destacavam-se: o aumento da erosão do solo e a expansão das áreas desérticas; o desaparecimento de florestas; o aumento da poluição atmosférica e como conseqüência tornando-se uma ameaça a camada de ozônio; aumento da toxidade de resíduos produzidos pela indústria e agricultura refletindo nas cadeias alimentares e em áreas de mananciais (FRANCO, 2001. p.159-158).

De acordo com Franco (2001. p.159) a conclusão da Comissão foi pautada na observação da situação mundial no começo e final do século XX. E observaram que houve um aumento significativo de alterações ambientais provocadas essencialmente pela ação antrópica, alterando a atmosfera, o solo, as águas, as plantas e animais e as relações entre eles, ao findar do século.

Objetivando o Desenvolvimento Sustentado, e fundamentado nas bases filosóficas do relatório da CMMAD, destaca-se em 1992, no Brasil, outro importante evento, ocorrido no Rio de Janeiro: a Conferência Mundial de Cúpula sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, popularmente conhecido como ECO-92. Neste encontro ficou explícito que a humanidade deveria mudar de rumo, através de uma parceria global, a fim de combater a pobreza e proteger o meio ambiente. Como resultado, 170 países firmam a Declaração do Rio, documento que estabelece pela primeira vez as bases para alcançar o Desenvolvimento Sustentado em escala global (FRANCO, 2001. p.159-158).

A Agenda 21 documenta o que de mais importante resultou esta conferência, e basicamente consiste em um programa de ação em forma de recomendações práticas, a respeito dos direitos, de todas as nações, ao desenvolvimento e a um meio ambiente saudável, objetivando preparar o mundo para os desafios do século XXI, ficando a critério de cada nação adotá-la ou não (SACHS, 1993. p. 58 – 59). Porém os governos nacionais que optarem em segui-la, necessitam da cooperação e envolvimento dos governos locais, visando uma conexão entre as decisões em âmbito local e questões globais.

Como a presente pesquisa trata, especificamente, da identificação de áreas que melhor suportem a ação antrópica, na implantação de infra-estruturas em áreas naturais, cabe aqui ressaltar algumas recomendações da Agenda 21 para a importância das atividades sustentáveis no ramo da indústria da construção salientando que, ao mesmo tempo em que o setor de construção pode ajudar a alcançar muitos objetivos na área social, pode também, esgotar recursos naturais, degradar ecozonas frágeis, causar poluição química e prejudicar a saúde humana com o uso de materiais de construção perigosos. Os países desenvolvidos ou em desenvolvimento, devem incentivar projetos com o uso mais eficiente de energia, tecnologias de construção e manutenção com uso intensivo de mão de obra, para gerar empregos e aprimorar a capacidade técnica e administrativa de pequenos empreiteiros, promovendo o crescimento dos recursos

humanos e o repasse de *know-how* em todas as áreas, em busca da conscientização coletiva da importância do desenvolvimento sustentável.

De modo geral, na virada do milênio, é possível perceber que as proposições da Agenda 21 ainda se mostram tímidas e irreais, no que se refere principalmente a questão social. No entanto este documento continua sendo um alerta a humanidade que em determinado momento percebeu que novos paradigmas ambientais, sociais e econômicos deveriam ser traçados, no intuito de vislumbrar um futuro comum e menos desigual.

O termo sustentabilidade exprime, a compreensão das íntimas relações entre o desenvolvimento e a conservação do meio ambiente. No entanto sua aplicação não é fácil, conforme comenta Muller (2002), já que as forças regeneradoras ou conservadoras dos recursos naturais, são inibidas pela ação de forças freqüentemente mais potentes, de várias origens, com interesses ditos econômicos, em detrimento dos ecológicos.

Os recursos naturais têm uma capacidade de suporte e uma velocidade com que podem ser explorados sem esgotá-los ou destruí-los. Na sustentabilidade busca-se não aumentar as demandas indefinidamente, mas criar modelos que mantenham o desenvolvimento dentro dos limites da capacidade de suporte do meio. Desta forma o uso sustentado dos recursos naturais não contraria os interesses econômicos ou do desenvolvimento, mas constitui-se na forma de satisfazer as necessidades das populações atuais, sem comprometer os recursos necessários para as futuras gerações (MÜLLER, 2002).

O homem como parte da natureza participa de sua dinâmica, porém é de fundamental importância que critérios sejam estabelecidos para evitar ou diminuir os impactos negativos decorrentes de suas atividades. Ao desmatar, plantar, construir, transforma o ambiente, e os processos conhecidos como naturais, a erosão, os deslizamentos, as modificações da cobertura vegetal e do regime hidrológico, tendem a ocorrer com muito mais intensidade e suas conseqüências sobre a sociedade podem

provocar desastres, muitas vezes envolvendo prejuízos materiais e perdas humanas. Desta forma é possível admitir que a degradação ambiental, além das causas físicas, tem também causas e conseqüências sociais (CUNHA; GUERRA, 1996. p. 344).

A realização de uma educação, enquanto processo permanente, com base em preocupações ambientais e transformação de mentalidades, possibilitará a preservação dos valores naturais e culturais (SILVA, 2005).

O olhar sensibilizado sobre uma área natural, não depende de classe social, é perceber-se parte do todo, é entender que os recursos naturais não são inesgotáveis e que de seu equilíbrio depende a vida. Se faz necessária uma ação global de informação maciça e de conscientização imediata, a fim de reverter os prognósticos de uma iminente insustentabilidade da vida em nosso planeta.

2.2 EVOLUÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL

No Brasil, apesar da exploração de seus recursos naturais ter se iniciado de forma desordenada, já em 1821, José Bonifácio de Andrade e Silva, demonstrava sua preocupação em preservar áreas naturais e utilizar, de forma moderada, seus recursos, sugerindo a criação de um setor administrativo responsável pelas matas e bosques, pois já se podia perceber que uma grande área de Mata Atlântica, na região Nordeste, havia sido destruída (DIEGUES², 1993 citado por COSTA, 2003,p. 28).

Em 1878 o engenheiro André Rebouças inspirado no modelo do Parque Nacional de Yellowstone³, nos Estados Unidos, sugere a criação dos Parques

² DIEGUES, A. C. S. **Populações Tradicionais em Unidades de Conservação: o mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: Núcleo de Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas de Úmidas do Brasil, 1993. (Série: Documento e Relatório de Pesquisa,1) 89 p.

³ Yellowstone National Parke. Primeiro Parque Nacional do mundo, criado em 1872 nos Estados Unidos, com o propósito de oferecer à população lazer, onde o visitante ia em busca de meditação, contemplação cênica e reencontro com a natureza, além de proteger a área contra qualquer interferência ou exploração de madeira, depósitos minerais e peculiaridades naturais da região. (IBAMA/ FUNATURA. Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. Aspectos Conceituais e Legais. Brasília: IBAMA, 1989).

Nacionais de Sete Quedas, em Guaíra e da Ilha do Bananal , no rio Araguaia, antevendo o progresso que o turismo poderia trazer às regiões em que fossem instituídos. Esta seria a primeira tentativa de criar uma Unidade de Conservação no Brasil, mas suas propostas não foram aceitas.

Em 1886, Alberto Loefgren, cientista sueco, encantado com a natureza tropical do Brasil, recusou-se a voltar a sua terra natal , após chegar numa expedição de coleta. E dedicou-se a pesquisar praticamente todos os ecossistemas do Estado de São Paulo. Como resultado de suas pesquisas fez várias descobertas no campo da botânica e da meteorologia, apresentando dados que levavam a acreditar que o desmatamento provoca as mudanças climáticas e que o reflorestamento seria a solução inquestionável. De acordo com Dean⁴ (1996), citado por Franco (2001, p.141), Loefgren iniciou uma campanha por um código nacional de florestas, parques nacionais e um serviço nacional de florestas. E defendia a idéia de que toda cidade, no caso um povoamento permanente, necessitava de uma floresta em suas imediações uma vez que pastagens eram próprias de povos nômades. Mas infelizmente o governo não deu ouvidos ao cientista, nada fazendo para proteger suas florestas primárias.

O Código Florestal Brasileiro foi criado somente em 1934, juntamente com o Código das Águas, no governo de Getúlio Vargas. Antes de sua aprovação somente existiam, em todo território nacional, as reservas florestais do Alto da Serra, localizada acima da Vila de Cubatão no Estado de São Paulo e de Itatiaia, na Serra da Mantiqueira no Estado do Rio de Janeiro (FRANCO, 2001, p.141).

Foi com base no Código Florestal que foi criada a primeira Unidade de Conservação (UC) federal, o Parque Nacional de Itatiaia, que passou a existir pelo decreto federal nº. 11.943, de 14 de junho de 1937, sendo ampliado posteriormente pelo decreto nº. 87.586, de 20 de setembro de 1982 .

⁴ DEAN, W. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Cia. Das Letras, 1996.

O Decreto Legislativo nº. 3⁵ de 13 de fevereiro de 1948, que aprovou a Convenção para a Proteção da Flora e Fauna e das Belezas Cênicas Naturais dos Países da América e instituiu diferentes categorias de áreas protegidas: Parques Nacionais, Reservas Nacionais, Monumentos Naturais e Reservas de Regiões Virgens, foi mais um passo dado em direção da proteção dos recursos naturais brasileiros.

No Brasil, o estabelecimento de um Sistema Nacional de Unidades de Conservação, foi conquistado em etapas. No ano de 1979, o presidente João Baptista Figueiredo, lançou a primeira etapa, cujo objetivo principal era definir categorias de manejo que atendessem as necessidades brasileiras e objetivos nacionais para as UCs, através de um documento publicado pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). Entre as categorias instituídas estavam os Parques Nacionais e as Reservas Biológicas. A segunda etapa, em 1982, estabelecia novas categorias de manejo entre elas o Santuário de Vida Silvestre, o Monumento Natural e a Estrada Parque.

Em 1989, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) organizou um documento que teve como base os já existentes. Somente em 1992 este documento foi encaminhado ao Congresso Nacional e após tramitar por nove anos o Projeto de Lei nº. 2.892/92 foi aprovado com algumas alterações, transformando-se, em 18 de julho de 2000, na Lei nº 9.985.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei nº. 9.985, divide-se em várias unidades de Proteção Integral e Uso Sustentável dos recursos naturais. Reconhece oficialmente as Reservas Particulares (RPPN) e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades.

⁵ Decreto Legislativo nº. 3. www.ibama.gov.br – Busca IBAMA – Em: 03/01/2007.

O SNUC em seu artigo 2º., define oficialmente Unidades de Conservação como:

“espaços territoriais com seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo poder público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.(Cap.I, Art.2, inciso I da Lei nº 9.985 de 18/07/2000).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), tem os seguintes objetivos:

- I- contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
- II- proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional;
- III- contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- IV- promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
- V- promover a utilização dos princípios e das práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
- VI- proteger paisagens naturais ou pouco alteradas de notável beleza cênica;
- VII- proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;
- VIII- proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos;
- IX- recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;
- X- proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- XI- valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;
- XII- favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;
- XIII- proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.

O QUADRO 1, a seguir mostra as Categorias das Unidades de Conservação, as quais são divididas em Unidades de Proteção Integral e de Uso Sustentável.

QUADRO 1 – CATEGORIAS DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.

Unidades de Proteção Integral
• Estação Ecológica (EE)
• Reserva Biológica (REBIO)
• Parque Nacional (PARNA)
• Monumento Natural (MN)
• Refúgio de Vida Silvestre
Unidades de Uso Sustentável
• Área de Proteção Ambiental (APA)
• Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)
• Floresta Nacional (FLONA)
• Reserva Extrativista (RESEX)
• Reserva de Fauna
• Reserva de Desenvolvimento Sustentável
• Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)

FONTE: Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (2000).

Cada categoria possui particularidades com objetivos de manejo diferenciados possibilitando, assim, um melhor atendimento às necessidades das áreas naturais. Pelo fato desta pesquisa ter sido realizada em uma Unidade de Conservação de Proteção Integral – Parque Nacional, justifica-se o acréscimo de algumas especificidades.

Os Parques Nacionais (PARNAS), de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC):

“são uma categoria de UCs de proteção integral que tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico”.

Entende-se por proteção integral, segundo o SNUC, a manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitindo apenas o uso indireto dos seus atributos naturais.

Os Parques Nacionais são áreas de domínio público, e são administrados

pelo IBAMA sob a supervisão do Ministério do Meio Ambiente. O Brasil conta atualmente com 68 Parques Nacionais, juntamente com outras Unidades de Conservação distribuídas pelo país (IBAMA, 2006).

Os PARNAS cumprem o seu papel no sentido da conservação dos recursos genéticos e da biodiversidade, da manutenção da qualidade da água em seus mananciais, da proteção contra movimentos de massa e processos erosivos, da recuperação de áreas degradadas, mas em contrapartida por permitirem atividades de educação, recreação e turismo ecológico, sofrem uma pressão constante em seus ecossistemas, que muitas vezes extrapolam a Capacidade de Carga ⁶das áreas abertas à visitação (SILVA, 2005).

De acordo com Silva (2005), nos últimos anos, a paisagem da maioria dos Parques Nacionais tornou-se objeto de apropriação estética, projetada e divulgada através das formas de olhar, transformando-se em produto comercializado pelo marketing da atividade turística. Segundo Serrano (1997 p.112) apesar da exploração turística em Parques Nacionais ter como base os critérios previstos em seus planos de manejo, ela não deixa de provocar impactos negativos, que de uma maneira geral, podem ser identificados:

- “- na necessidade de “sacrifício” de áreas para descanso, aberturas de trilhas e acessos, construção de infra-estrutura, etc;
- no pisoteamento, na compactação, na erosão e na abertura de atalhos em trilhas;
- na depredação da infra-estrutura, das árvores e das rochas por pichações ou coleta de souvenirs;
- na deposição inadequada de lixo, que interfere na alimentação da fauna e polui o solo e cursos d’água;
- no distúrbio do ambiente sonoro, visual e olfativo da fauna, por barulho excessivo de cores e odores estranhos ao meio;
- em incêndios.”

⁶ Capacidade de Carga. Segundo a Organização Mundial de Turismo - OMT (2001, p.248) a Capacidade de Carga de uma área turística é “o máximo uso que se pode fazer dela sem que causem efeitos negativos sobre seus próprios recursos biológicos, sem reduzir a satisfação dos visitantes ou sem que se produza efeito adverso sobre a sociedade receptora, a economia ou a cultura local.”

Para que se possa manter de forma eficiente as UCs, é preciso manejá-las e gerenciá-las de acordo com um planejamento específico, abrangente e dinâmico denominado Plano de Manejo, um instrumento de organização dos processos futuros, através do qual se tornará possível atingir os objetivos definidos por ocasião de sua criação, quer sejam de proteção integral ou de uso sustentável. (VASCONCELLOS, 1997, p. 13-21).

2.3 ROTEIRO METODOLÓGICO DE PLANEJAMENTO PARA PARQUES NACIONAIS, RESERVAS BIOLÓGICAS E ESTAÇÕES ECOLÓGICAS.

Em agosto de 2002 , foi promulgado o Decreto nº 4.340 que regulamenta a Lei nº 9.985, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Esta Lei determina que as Unidades de Conservação devem dispor de um Plano de Manejo, com o objetivo de orientar todas as atividades a serem desenvolvidas dentro da unidade. Porém, a regulamentação determina: “a necessidade de um documento norteador para reger a elaboração dos planos de manejo para Parques Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas”.

O Roteiro Metodológico de Planejamento para Parques Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas, é um documento técnico que foi elaborado pelo IBAMA inicialmente em 1996, e que passou por uma revisão, em 2002, após ter sido aplicado em algumas unidades como experiência piloto, com o objetivo de absorver novos conhecimentos e aprimorar o processo de planejamento. É fundamentado nos objetivos gerais de uma Unidade de Conservação e destinado a fornecer as bases para a elaboração dos planos de manejo, não somente de UCs federais, mas também unidades estaduais e municipais similares.

O documento apresenta um processo para a implantação do Plano de Manejo, o qual foi concebido para ser realizado em etapas, através das quais garante-se a evolução dos conhecimentos sobre os recursos da unidade e a ampliação das ações de manejo suportadas por este conhecimento, dentro de um planejamento contínuo,

gradativo, participativo e flexível.

Destacando as prioridades para os primeiros cinco anos, com o ajuste das propostas previsto em curto prazo (anual) ou em médio prazo (cinco anos) e a elaboração de uma proposta geral, completa, em longo prazo.

O planejamento consiste em um trabalho prévio, seguindo métodos determinados, e deve ocorrer de forma processual, de modo a garantir o cumprimento dos objetivos da Unidade de Conservação.

Como processo contínuo, envolve a busca constante de conhecimentos a fim de manter sempre atualizadas as propostas de manejo, de forma a não ocorrerem distanciamentos entre as ações desenvolvidas e as realidades locais e regionais.

O planejamento como um processo gradativo, onde o grau de conhecimento dos recursos naturais e culturais determina o grau de intervenção na UC que, juntos determinarão a profundidade de alcance do Plano de Manejo.

A flexibilidade do planejamento, possibilita agregar novos conhecimentos e eventuais correções em um Plano de Manejo, sempre que se dispuser de novos dados, sem a necessidade de uma revisão geral do documento, desde que não se perca o enfoque da proteção e dos objetivos específicos da UC.

O estabelecimento de um processo participativo, busca o envolvimento da sociedade no planejamento e em ações específicas na UC e no seu entorno, tornando-a comprometida com as estratégias estabelecidas, através das quais reconhece a importância da unidade e de sua contribuição social, sendo sua proteção considerada um ato de cidadania.

2.3.1 Plano de Manejo

De acordo com a definição do Capítulo I, Art. 2º. – XVII da Lei Nº. 9.985 de 18 de julho de 2000, Plano de Manejo é um documento técnico fundamentado nos objetivos gerais de uma Unidade de Conservação no qual “se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos

naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da Unidade”.

Objetivos de um Plano de Manejo:

- Levar a Unidade de Conservação – UC a cumprir com os objetivos estabelecidos na sua criação.
- Definir objetivos específicos de manejo, orientando a gestão da UC.
- Dotar a UC de diretrizes para seu desenvolvimento.
- Definir ações específicas para o manejo da UC.
- Promover o manejo da Unidade, orientado pelo conhecimento disponível e/ou gerado.
- Estabelecer a diferenciação e intensidade de uso mediante zoneamento visando a proteção de seus recursos naturais e culturais.
- Destacar a representatividade da UC no SNUC frente aos atributos de valorização dos seus recursos como: biomas, convenções e certificações internacionais.
- Estabelecer, quando couber, normas e ações específicas visando compatibilizar a presença das populações residentes com os objetivos da Unidade, até que seja possível sua indenização ou compensação e sua realocação.
- Estabelecer normas específicas regulamentando a ocupação e o uso dos recursos da Zona de Amortecimento – ZA e dos corredores Ecológicos – CE, visando a proteção da UC.
- Promover a integração socioeconômica das comunidades do entorno com a UC.
- Orientar a aplicação dos recursos financeiros destinados a UC.

No Roteiro Metodológico de Planejamento a estrutura do Plano de Manejo é constituída por seis Encartes (etapas), nos quais a Unidade de Conservação é enfocada a partir da sua Contextualização (Encarte-1) no cenário internacional, quando couber,

seguindo-se os cenários federal e estadual. Parte-se então para uma Análise da Região ou entorno da UC (Encarte-2) e mais detalhadamente procede-se à Análise da Unidade de Conservação propriamente dita (Encarte -3). Uma vez dispendo-se de todos estes diagnósticos tem-se o conhecimento necessário para a definição e a tomada de decisão para o Planejamento da UC e seu entorno (Encarte-4). Os dois últimos encartes, Projetos Específicos e Monitoria / Avaliação (Encartes 5 e 6) estão vinculados à implementação do Plano de Manejo.

Na FIGURA 2, apresentada a seguir é possível visualizar a estruturação do Plano de Manejo.

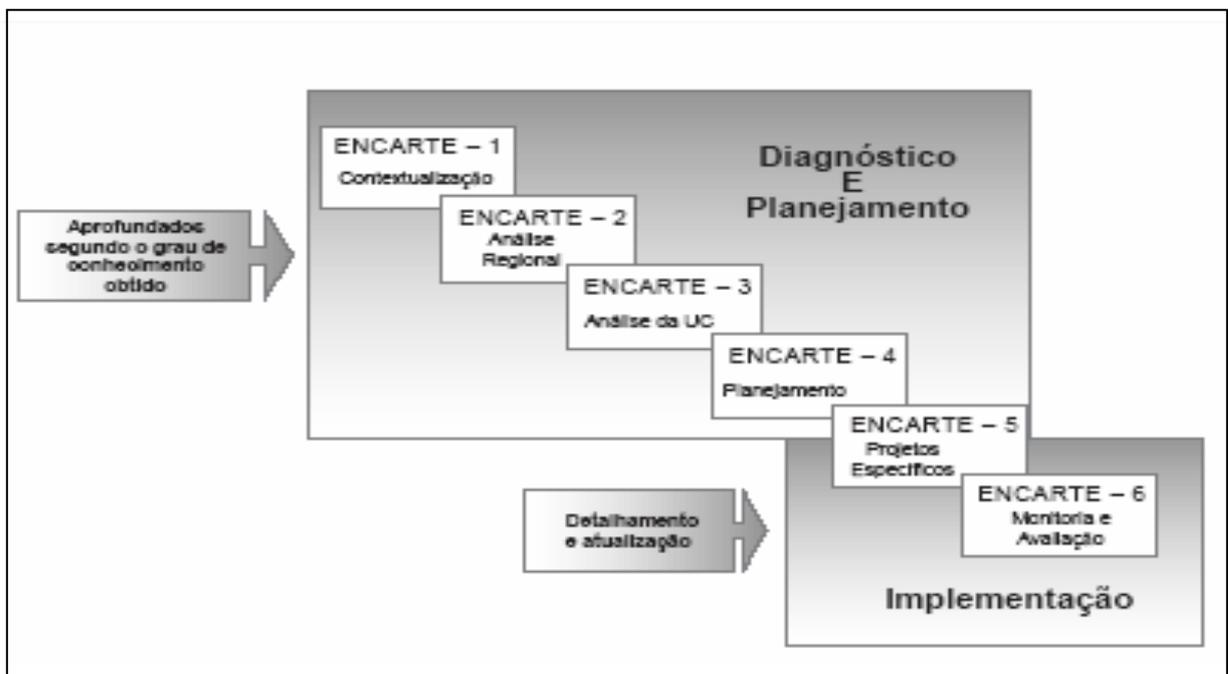


FIGURA 2 – Estruturação do Plano de Manejo

FONTE: Roteiro Metodológico de Planejamento para Parques Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas. IBAMA, 2002.

O Plano de Manejo será elaborado em um período de oito a dezoito meses, onde serão seguidas de dez a onze etapas de execução de acordo com as necessidades de aprofundamento do conhecimento da UC, motivação e meios:

- 1ª- Primeira Reunião Técnica – Organização do Planejamento;
- 2ª- Coleta e análise das informações básicas disponíveis;

- 3ª- Reconhecimento de campo;
- 4ª- Oficina de Planejamento;
- 5ª- Levantamento de campo (condicional);
- 6ª- Geração do “Encarte 1: Contextualização da UC”, “Encarte 2: Análise Regional” e “Encarte 3: Análise da Unidade de Conservação”;
- 7ª- Segunda Reunião Técnica – Planejamento;
- 8ª- Terceira Reunião Técnica – Estruturação do Planejamento;
- 9ª- Elaboração do “Encarte 4: Planejamento” e “Versão Resumida”;
- 10ª- Quarta Reunião Técnica – Avaliação do Plano de Manejo;
- 11ª- Entrega e Aprovação do Plano de Manejo;

O processo de planejamento envolve a implementação do plano onde, por meio da monitoria e avaliação, procede-se os ajustes, retro-alimentando o planejamento da área. Insere-se, portanto mais uma etapa, a décima segunda que tratará da implementação do Plano de Manejo, sendo esta de atribuição direta do IBAMA.

- 12ª- Implementação do Plano de Manejo da UC.

As revisões dos Planos de Manejo serão baseadas em pesquisas mais detalhadas, que serão identificadas nos planejamentos anteriores, de acordo com as especificidades de cada UC, subsidiando o posterior manejo dos recursos naturais e culturais.

Pelo fato desta pesquisa abordar, especificamente, a definição de áreas adequadas à implantação da infra-estrutura dentro de uma Unidade de Conservação, e pressupor uma antecipação ao zoneamento, serão enfocados, o Encarte nº.3, que trata da Análise da Unidade de Conservação - item 3.7 - Atividades desenvolvidas na UC e o Encarte nº.4, que trata do Planejamento da UC - item 4.5 - Zoneamento, a fim de dar sustentação teórica à metodologia proposta.

2.3.2 Análise da Unidade de Conservação – Encarte 3

Este Encarte trata do diagnóstico da Unidade de Conservação e apresenta informações gerais sobre esta, analisando seus fatores abióticos, bióticos bem como fatores relativos às atividades humanas anteriores ou ainda existentes na unidade. Indica quais infra-estruturas estão disponíveis e quais são as atividades desenvolvidas na unidade, tanto as apropriadas como as conflitantes. Analisa fatores internos e externos da UC, finalizando com uma síntese onde ressalta a sua relevância.

Conforme observado anteriormente o item 3.7 deste Encarte que trata das Atividades desenvolvidas na Unidade de Conservação, tem como objetivo descrever as atividades que sejam permitidas para a respectiva categoria de manejo: fiscalização, pesquisa, conscientização ambiental, relações públicas / divulgação e visitação. A visitação recreativa está prevista somente para os Parques Nacionais em áreas que apresentem potencial para uso público.

Dentro desta etapa do Roteiro Metodológico são levantadas as áreas onde a atividade de visitação está sendo desenvolvida ou que tenham potencial para tal, detalhando o meio físico onde estão inseridas e seu entorno imediato. Deverão ser analisados aqui, os impactos evidentes causados por essas atividades nas diferentes áreas de visitação pública.

São identificados os equipamentos facilitadores necessários à sua implementação e operação (sanitários, lanchonetes, estacionamentos, etc.), buscando, sempre que possível, soluções de utilização do mesmo equipamento para mais de uma atividade e por área de interesse.

Nas revisões do Plano de Manejo, esta etapa deve, também, apresentar informações sobre os impactos causados pela visitação aos recursos naturais, de forma a embasar a avaliação do estabelecimento da capacidade de carga para todas as atividades de visitação e educação ambiental e estabelecer uma estratégia de manejo.

2.3.3 Planejamento – Encarte 4

Este Encarte aborda um Histórico dos planejamentos anteriores (quando se tratar de revisão de Plano de Manejo) baseados nos relatórios de monitoria e avaliação, seguido pela Análise Estratégica da unidade, que se constitui de uma análise da situação geral da UC, com relação aos fatores, internos (pontos fortes e fracos) e externos (oportunidades e ameaças), que impulsionam ou dificultam a consecução dos objetivos para os quais foi criada.

Também define os Objetivos Específicos do Manejo da UC, baseados no SNUC (Lei nº. 9.985/2000), no Decreto de Criação da unidade e no conhecimento da área (considerando as espécies raras, endêmicas, sítios históricos e/ou arqueológicos, relevantes belezas cênicas entre outros). A seguir, neste Encarte, são estabelecidas graduações de uso para a área, através do Zoneamento, com o qual são apresentadas as identificações das zonas da unidade e os critérios que nortearam esta escolha.

Em seguida as Normas Gerais de Manejo estabelecem a orientação para os procedimentos e para o planejamento por áreas específicas.

Finalmente o Cronograma Físico-Financeiro detalha os custos prováveis para as ações propostas e identifica fontes de financiamento, por ocasião da implementação do Plano de Manejo.

Conforme observado anteriormente o item 4.5, deste Encarte, que trata especificamente do Zoneamento, será tratado a seguir de forma mais detalhada por embasar teoricamente a metodologia desta pesquisa.

2.3.3.1 Zoneamento

O zoneamento constitui um instrumento de ordenamento territorial, usado como recurso para se atingir melhores resultados no manejo da unidade, pois estabelece usos diferenciados para cada zona, segundo seus objetivos. Obter-se-á, desta forma, maior proteção, pois cada zona será manejada seguindo-se normas para

elas estabelecidas.

O zoneamento é identificado pela Lei 9.985/2000 como: “definição de setores ou zonas em uma Unidade de Conservação com objetivos de manejo e normas específicas, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da Unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz”.

A seguir apresenta-se a relação de todas as zonas que podem ser consideradas na área interna e no entorno de uma Unidade de Conservação (Parques nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas) com suas definições e objetivos.

- Zonas de nenhuma ou de baixa intervenção;

I - Zona Intangível

É aquela onde a primitividade da natureza permanece a mais preservada possível, não se tolerando quaisquer alterações humanas, representando o mais alto grau de preservação. Funciona como matriz de repovoamento de outras zonas onde já são permitidas atividades humanas regulamentadas. Esta zona é dedicada à proteção integral de ecossistemas, dos recursos genéticos e ao monitoramento ambiental. O objetivo básico do manejo é a preservação, garantindo a evolução natural.

Atividades admitidas para todas as categorias de proteção integral: pesquisa restritiva (quando impossível de ser realizada em outras zonas da unidade); proteção (em casos de evidência de caça, pesca ou fogo).

II - Zona Primitiva

É aquela onde tenha ocorrido pequena ou mínima intervenção humana, contendo espécies da flora e da fauna ou fenômenos naturais de grande valor científico. Deve possuir características de transição entre a Zona Intangível e a Zona de Uso Extensivo. O objetivo geral de manejo é a preservação do ambiente natural.

Atividades admitidas para Parques Nacionais: pesquisa, proteção, educação ambiental, visitação restritiva e de baixo impacto, não sendo admitida a implantação de qualquer infra-estrutura

- Zonas de média intervenção;

III - Zona de Uso Extensivo

É aquela constituída em sua maior parte por áreas naturais, podendo apresentar algumas alterações humanas. Caracteriza-se como uma transição entre a Zona Primitiva e a Zona de Uso Intensivo. O objetivo do manejo é a manutenção de um ambiente natural com mínimo impacto humano, apesar de oferecer acesso ao público com facilidade, para fins educativos e recreativos.

Atividades admitidas para Parques Nacionais: pesquisa, proteção, visitação menos restritiva (acampamento, mirantes com infra-estrutura simples), trilhas, sinalização e pontos de descanso, locais para banhos (sem quaisquer tipos de vendas de alimentos e outros).

IV - Zona Histórico Cultural

É aquela onde são encontradas amostras do patrimônio histórico/cultural ou arqueopaleontológico, que serão preservadas, estudadas, restauradas e interpretadas para o público, servindo à pesquisa, educação e uso científico. O objetivo geral do manejo é o de proteger sítios históricos ou arqueológicos, em harmonia com o meio ambiente.

Atividades admitidas principalmente em Parques Nacionais: pesquisa, proteção, educação ambiental.

- Zonas de alta intervenção;

V - Zona de Uso Intensivo

É aquela constituída por áreas naturais ou alteradas pelo homem. O ambiente é mantido o mais próximo possível do natural. O objetivo geral do manejo é o de facilitar a recreação intensiva e educação ambiental em harmonia com o meio.

Atividades admitidas unicamente para Parques Nacionais: pesquisa, proteção, lazer, recreação. Locais de apoio a visitação, como Centro de Visitantes, lanchonete, camping com infra-estrutura completa, estacionamentos, mirantes, pontos de banho, piquenique e outros.

VI - Zona de Uso Especial

É aquela que contem as áreas necessárias à administração, manutenção e serviços da Unidade de Conservação, abrangendo habitações, oficinas e outros. Estas áreas serão escolhidas e controladas de forma a não conflitarem com seu caráter natural e devem localizar-se, sempre que possível, na periferia da Unidade de Conservação. O objetivo geral de manejo é minimizar o impacto da implantação das estruturas ou os efeitos das obras no ambiente natural ou cultural da unidade.

Atividades admitidas para todas as categorias de unidades: infra-estrutura necessária à administração, pesquisa e proteção.

VII - Zona de Recuperação

É aquela que contém áreas consideravelmente antropizadas. Zona provisória, uma vez restaurada, será incorporada novamente a uma das Zonas Permanentes. As espécies exóticas introduzidas deverão ser removidas e a restauração deverá ser natural ou naturalmente induzida. O objetivo geral de manejo é deter a degradação dos recursos ou restaurar a área. Esta zona permite o uso público somente para educação.

Atividades admitidas para todas as categorias de unidades: recuperação natural dos ecossistemas degradados, pesquisa, proteção e educação ambiental.

VIII - Zona de Uso Conflitante

Constituem-se em espaços localizados dentro de uma Unidade de Conservação, cujos usos e finalidades, estabelecidos antes da criação da Unidade, conflitam com os objetivos de conservação da área protegida. São áreas ocupadas por empreendimentos de utilidade pública, como gasodutos, oleodutos, linhas de transmissão, antenas, captação de água, barragens, estradas, cabos óticos e outros. Seu objetivo de manejo é contemporizar as situações existentes, estabelecendo procedimentos que minimizem os impactos sobre a Unidade de Conservação.

Atividades admitidas: fiscalização, proteção, manutenção de infra-estrutura específica e serviços inerentes aos empreendimentos de utilidade pública.

IX - Zona de Ocupação Temporária

São áreas dentro das Unidades de Conservação onde ocorrem concentrações de populações humanas residentes e as respectivas áreas de uso. Zona Provisória, uma vez realocada a população, será incorporada a uma das Zonas Permanentes.

Atividades admitidas: fiscalização, proteção, educação ambiental e atividades previstas em termo de compromisso.

X - Zona de Superposição Indígena

É aquela que contém áreas ocupadas por uma ou mais etnias indígenas, superpondo partes da Unidade de Conservação. São áreas subordinadas a um regime especial de regulamentação, sujeitas a negociação caso a caso entre a etnia, a FUNAI e o IBAMA. Zona Provisória, uma vez regularizadas as eventuais superposições, será incorporada a uma das Zonas Permanentes.

Atividades previstas em termo de compromisso, que estarão essencialmente voltadas para a proteção da unidade.

XI - Zona de Interferência Experimental

Específica para as estações ecológicas, é constituída por áreas naturais ou alteradas pelo homem, sujeitas a alterações definidas no Artigo 9º parágrafo 4º e seus incisos da Lei do SNUC, mediante o desenvolvimento de pesquisas, correspondendo ao máximo de três por cento da área total da estação ecológica, limitada até hum mil e quinhentos hectares conforme previsto em lei. O seu objetivo é o desenvolvimento de pesquisas comparativas em áreas preservadas.

XII - Zona de Amortecimento

É aquela que compreende o entorno de uma Unidade de Conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a Unidade. (Lei nº 9.985 Art. 2º inciso XVIII).

A FIGURA 3, a seguir, representa o enquadramento das zonas por grau de intervenção.

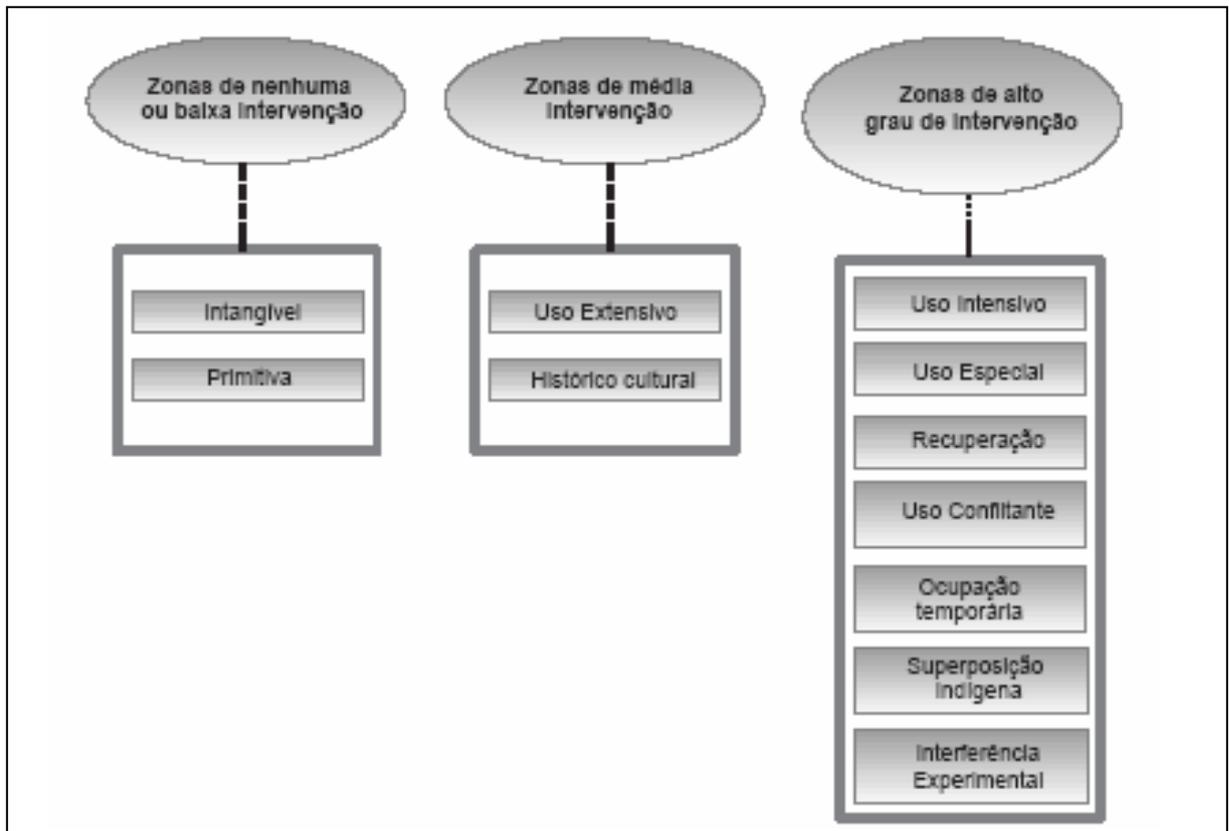


FIGURA 3 – Enquadramento das Zonas por Grau de Intervenção

FONTE: Roteiro Metodológico de Planejamento para Parques Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas. IBAMA, 2002.

Na seqüência apresentam-se alguns critérios que se destinam à organização do Zoneamento em Unidades de Conservação de Proteção Integral, visando especificamente o objetivo desta pesquisa.

- Critérios físicos mensuráveis ou espacializáveis;

A) Quanto ao grau de conservação da vegetação.

As áreas mais conservadas deverão conter zonas de maior grau de proteção, as áreas mais degradadas devem ser direcionadas para zonas de recuperação ou para zonas de maior intensidade de uso (zona de uso intensivo, especial e interferência experimental).

B) Quanto à variabilidade ambiental.

Condiciona-se principalmente pela compartimentação do relevo, em relação a altitudes e declividades. A compreensão da organização das formas de relevo e da drenagem, fatores estritamente ligados em suas relações de causa e efeito, levam a compreensão dos fatores que atuam na distribuição dos solos e das diferentes fitofisionomias. Áreas com relevo muito recortado, devem merecer maior proteção. As diferenças de altitude também ocasionam visíveis modificações na vegetação, o que, por sua vez, ocasionará também mudanças de fauna.

- Critérios indicativos das singularidades da UC;

A) Quanto aos valores para conservação.

-Representatividade: zonas de maior grau de proteção (intangível e primitiva) devem proteger amostras dos recursos naturais, mais representativos, que condicionaram a criação da unidade. Porém é importante que estas amostras, na medida do possível, não estejam somente nas áreas mais restritivas, mas que possam também ser apreciadas pelos visitantes em zonas destinadas ao uso público (zonas de uso intensivo, histórico-cultural ou primitiva).

- Riqueza e/ou Diversidade de espécies;

- Áreas de transição;

- Suscetibilidade ambiental: áreas frágeis que não suportam pisoteio, que apresentem características que as indiquem como ambientalmente suscetíveis e que devem estar contidas em zonas mais restritivas (intangível ou primitiva), como aquelas com solos sujeitos à erosão e encostas íngremes; áreas como manguezais, banhados e lagoas; nascentes, principalmente aquelas formadoras de drenagem significativas; habitats de espécies ameaçadas; bancos de algas e corais, biótopos únicos, como ninhais e áreas inclusas em rotas de migração de espécies de fauna (aves, peixes, borboletas, etc), bem como áreas de reprodução e alimentação de avifauna.

- Presença de sítios arqueológicos e/ou paleontológicos;

B) Quanto à vocação de uso.

- Potencial de visitação: este critério diz respeito ao uso possível nas Unidades de Conservação, seja para recreação e lazer em Parques Nacionais, ou educação ambiental em todas as categorias de manejo. Na escolha de áreas para uso público é necessário levar-se em consideração as restrições relativas ao meio ambiente. A primeira preocupação deve ser com os possíveis danos que as diferentes atividades, esportivas ou não, podem causar. Desta forma os critérios que determinam os cuidados ambientais devem prevalecer sobre o potencial da área para o uso público. As áreas que apresentarem potencial para uso público, em Parques Nacionais, deverão ser consideradas no estabelecimento do zoneamento e sua classificação dentre as zonas de uso permitidas (intensiva, extensiva e primitiva) ficará condicionada à intensidade e ao nível de intervenção que a visitação requer.

- Potencial para conscientização ambiental;

- Presença de infra-estrutura: por ocasião do zoneamento da Unidade de Conservação devem ser considerados os usos possíveis a serem dados às infra-estruturas aí existentes. Casas estrategicamente localizadas podem ser destinadas a postos de fiscalização, moradia do chefe ou de funcionários da unidade. Tratando-se de Parques Nacionais, edifícios maiores localizados no interior da unidade podem ser destinados ao centro de visitantes. De acordo com o destino a ser dado aos prédios, sua zona circundante será de uso especial, quando utilizados para serviços, ou de uso intensivo, se destinados à utilização pública. Se forem destinados a pesquisas, poderão integrar a zona de uso extensivo ou de uso especial. Estruturas localizadas em áreas mais degradadas podem condicionar o estabelecimento da zona de uso especial.. É necessário pensar na utilização que será dada às estradas ou aos caminhos já abertos, pois os mesmos podem dar uma indicação das zonas que os irão conter. Todavia seu uso deve ser racionalizado, pois às vezes, mesmo algumas estradas poderão ser desativadas.

- Uso conflitante: algumas UC incluem empreendimentos de utilidade pública cujos objetivos conflitam com os objetivos da UC, tais como: linhas de transmissão, estações repetidoras de TV, oleodutos, gasodutos, barragens, vias fluviais, vias férreas e estradas de rodagem, ficarão em zona de uso conflitante.

- Presença de população;

- Critérios de ajuste para localização e os limites das zonas;

A) Nível de pressão antrópica.

Diz respeito ao nível de pressão que as áreas da Unidade de Conservação sofrem como por exemplo incêndios, extração de recursos naturais (pressão de caça, pesca, desmatamento, dentre outras)

B) Acessibilidade.

As zonas de uso mais intensivo devem ser sempre aquelas de acesso mais fácil.

C) Regularização fundiária.

As terras que compõe as UCs de uso indireto devem pertencer ao poder público, de forma a garantir as restrições e indicações de uso inerentes a cada zona. Assim as zonas de maior grau de proteção e também as zonas de maior grau de uso, seja pelo público ou pela administração, devem pertencer prioritariamente ao IBAMA.

As áreas de preservação permanente, determinadas pelo Código Florestal, legislação específica e legislação estadual, devem enquadrar-se em zonas de uso mais restrito, como primitiva ou outras, em conformidade com os critérios e potencialidades descritos anteriormente.

D) Gradação de uso.

No estabelecimento das zonas deve ser observada uma gradação de proteção que corresponde também a uma gradação de uso. Assim as zonas de maior grau de proteção devem ser preferentemente envolvidas por zonas de grau de proteção progressivamente menor. O objetivo deste procedimento é o de que zonas de maior

grau de proteção estejam resguardadas por zonas nas quais, além da proteção, exista a possibilidade de uso pelo público.

E) Percentual de proteção.

As zonas de maior grau de proteção devem cobrir áreas percentualmente maiores do que as zonas de maior uso pelo público ou pela administração da unidade.

F) Limites identificáveis na paisagem.

Na medida do possível as zonas devem ser desenhadas, tendo por limites marcos possíveis de serem identificados na paisagem, como microbacias, margens de rios, estradas, pontos destacados do relevo e outros.

Na FIGURA 4, apresentada a seguir, é possível perceber que os Parques Nacionais podem conter as zonas, intangível, primitiva, de uso extensivo, de uso intensivo, de uso especial, de uso conflitante, de recuperação, histórico-cultural e de uso temporário. A zona intangível encontra-se protegida pelas demais zonas. A zona de uso especial conterà as edificações para a administração. Incluirá uma faixa na periferia de toda a unidade, destinada a aceiros e passagens. Já a zona de uso intensivo deverá estar localizada em áreas mais periféricas mas que possam adentrar a unidade, de maneira a levar o visitante a desfrutar de seus atributos, esta zona deve conter o centro de visitantes, estacionamento, venda de lembranças, lanchonetes e outras facilidades. A zona histórico-cultural poderá ou não existir, em razão dos atributos específicos de ordem histórica e arqueopaleontológica que ocorram na unidade. A zona de recuperação, a zona de uso conflitante e a de uso temporário também terão localização aleatória em razão da existência de condições que levem à necessidade de sua implantação.

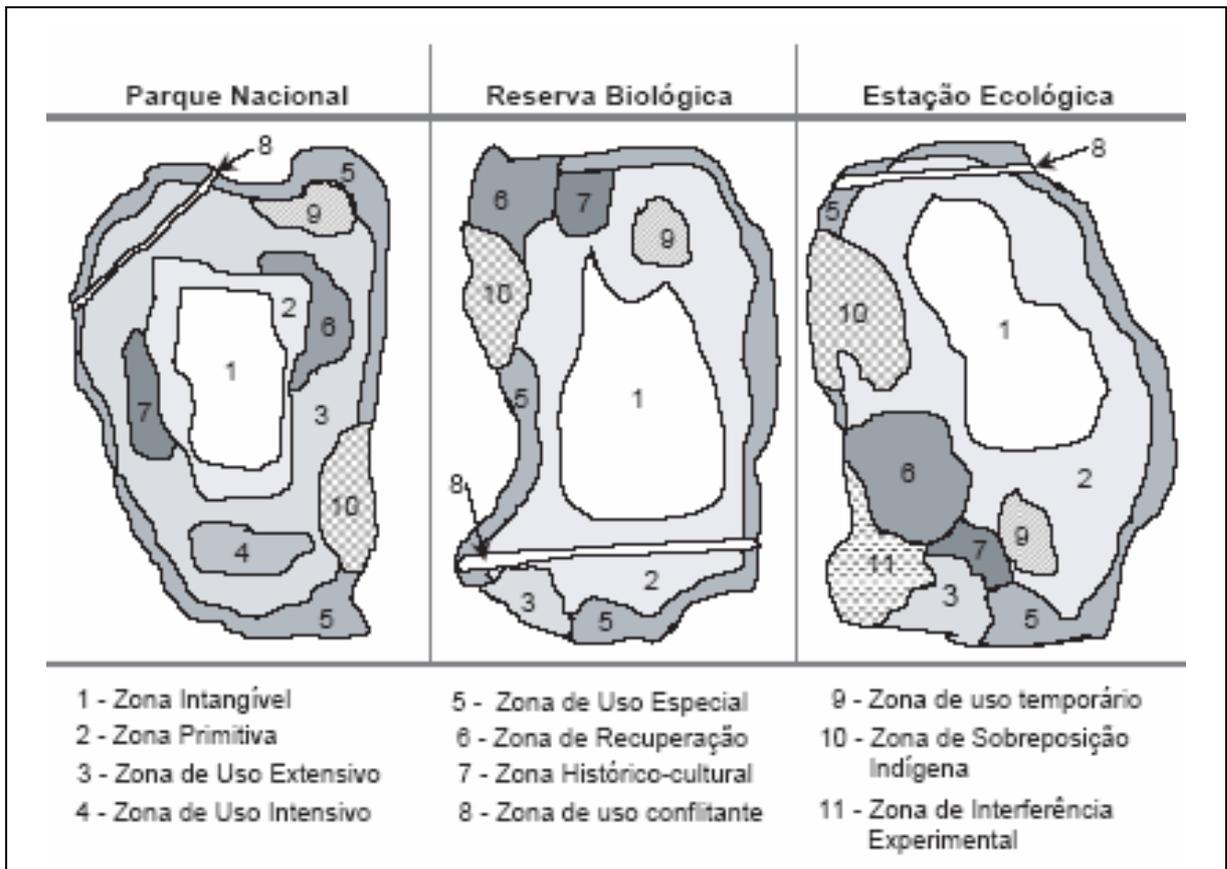


FIGURA 4 – Zoneamento Comparativo

FONTE: Roteiro Metodológico de Planejamento para Parques Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas. IBAMA, 2002.

Dentro do Roteiro Metodológico de Planejamento, o IBAMA fornece critérios para a elaboração da cartografia básica e mapas temáticos a partir das informações obtidas no Plano de Manejo, que devem ser especializadas sobre uma base comum.

- Base cartográfica de referência.

O objetivo da elaboração da base cartográfica de referência é o de balizar conhecimentos e informações geográficas dando suporte a cartografia temática (vegetação, geologia, geomorfologia, impactos ambientais e outros).

Recomendações:

- A base cartográfica deve conter informações geo-referenciadas, com pelo menos: rede hidrográfica, sistema viário, hipsometria (curvas de nível e pontos altimétricos), limites (estaduais e municipais) e fronteiras. Dados pontuais poderão ser obtidos por meio de GPS com processamento de correção diferencial;

- Recomenda-se que os materiais cartográficos selecionados para a execução da base cartográfica, estejam em uma única escala e compatíveis àquela usada para a geração dos mapas temáticos;

- A fim de garantir a sobreposição correta dos mapas que serão elaborados, deve-se atentar ao sistema de projeção cartográfica adotado e ao número de pontos de controle, em relação à superfície e escala, para a correção geográfica e geométrica.

- Mapas temáticos.

Os mapas temáticos têm por objetivo a representação espacial precisa de informações relativas a vegetação, fauna, geologia, geomorfologia, pedologia, uso da terra, impactos ambientais e outros.

Recomendações:

- Sempre que possível utilizar material cartográfico de base executados na mesma escala;

- A escolha de produtos de sensores remotos que serão usados na elaboração dos mapas temáticos e na atualização da base cartográfica de referência deve, pelo menos, apresentar datas recentes de registro, permitir ampla visualização da área e sem cobertura de nuvens e com resolução de pixel apropriada para a escala de interpretação, ou seja, possuir boa resolução temporal, espacial e espectral;

- Para o mapeamento de áreas que necessitam de maior detalhamento e precisão, escolher sensores com maiores resoluções.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem por objetivo auxiliar na estruturação do banco de dados, a fim de facilitar o acesso, a manipulação, a atualização e a sobreposição de informações georreferenciadas, funcionando como

ferramenta capaz de diagnosticar e prognosticar as situações relevantes da área em estudo, sendo imprescindível ao zoneamento, planejamento, manejo e gestão da Unidade de Conservação.

2.4 APLICABILIDADE DAS GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE AMBIENTAL

De acordo com Weber e Hasenack (1997) o termo Geoprocessamento tem sido usado com frequência como sinônimo de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) , que a princípio referia-se a sistemas que efetuavam um conjunto de procedimentos, manuais ou auxiliados por computador, com o objetivo de armazenar e manipular dados geograficamente georreferenciados (ARONOFF⁷, citado por WEBER; HASENACK, 1997). Entretanto, nos últimos anos, devido ao avanço da informática nas atividades de mapeamento e análise geográfica, esta definição restringiu-se a conceituar SIG como sendo sistemas que efetuam tratamento computacional de dados geográficos (BURROUGH⁸, citado por, WEBER; HASENACK, 1997).

Segundo os mesmos autores o geoprocessamento tem um conceito mais amplo, por abranger desde a coleta dos dados até o produto gráfico final. Embora com grande potencial, esta ferramenta de avaliação ainda tem seu emprego reduzido, com aplicações bastante acadêmicas, no entanto, o geoprocessamento vem sofrendo um incremento e passa a abranger desde a identificação de locais próprios à implantação de empreendimentos (áreas de lazer, indústrias, usinas de geração de energia, etc.), a avaliação de impactos ambientais, análise de viabilidade, para o planejamento agrícola, entre outras. No Brasil, um país de dimensão continental, com carência de informações adequadas para subsidiar a avaliação, planejamento e monitoramento de

⁷ ARONOFF, S. Geographic information systems: a management perspective. WDL, Ottawa, 1991. 294p.

⁸ BURROUGH, P. A. Principles of geographical information systems for land resources assessment. Oxford University, Oxford, 1992. 194p.

questões ambientais, problemas urbanos e rurais, o geoprocessamento apresenta um grande potencial, por basear-se em tecnologias de custo relativamente baixo, onde o conhecimento pode ser adquirido localmente (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001).

Genericamente pode-se dizer, de acordo com Câmara, Davis e Monteiro, 2001:

Se **onde** é importante para seu negócio, então Geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho. Sempre que **onde** aparece, dentre as questões e problemas que precisam ser resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade para considerar a adoção de um SIG.

O conhecimento do território é primordial para a definição de qualquer estratégia de gestão ambiental. Os SIG's são capazes de revolucionar a forma como diferentes profissionais concebem e entendem o espaço, possibilitando a integração de informações de diferentes origens, formatos e fontes e a geração do resultado na forma de mapas. Os resultados podem ser diagnósticos, projeções, avaliações de impactos ou qualquer outra aplicação pretendida. Não há restrições (WEBER; HASENACK, 1999).

Costuma-se dizer que um SIG refere-se a uma tecnologia interdisciplinar, que permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos. E que “o espaço é uma linguagem comum” comentam Câmara e Monteiro (2001. p.1). Mas aí se esconde um problema conceitual, já que a interdisciplinaridade atribuída aos SIG's só é obtida pela redução dos conceitos de cada área do conhecimento a algoritmos e estruturas de dados, que são utilizados para o tratamento e armazenamento dos dados geográficos. Somente após esta redução é que cada especialista pode compartilhar os dados de estudo. Portanto de acordo com Câmara e Monteiro (2001. p.1) a idéia que o espaço é uma linguagem comum no uso de SIG, refere-se ao “espaço computacionalmente representado e não aos conceitos teóricos e abstratos de espaço geográfico”.

De acordo com Rosa (2004, p.7) para uma melhor compreensão do que é um Sistema de Informação Geográfica precisamos conhecer a definição de alguns conceitos básicos normalmente empregados, segundo Teixeira et al (1992):

Como **sistema** considera-se um arranjo de **entidades** (elementos) relacionados ou conectadas, de tal forma que constituem uma unidade ou um todo organizado, com características próprias e subordinadas a processos de transformação conhecidos. As **entidades** são os elementos ou objetos tomados como unidades básicas para coleta de dados. Os dados relacionam-se com os atributos, que caracterizam e fornecem significado à unidade estudada. Por exemplo, pode-se tomar um lugar como **entidade**, e suas características de solo, relevo e uso da terra como alguns de seus **atributos**. O conjunto de entidades (lugares) corresponde a área estudada. Os dados disponíveis sobre os atributos representam a riqueza informativa.

De acordo com Xavier-da-Silva e Carvalho Filho (1995), a utilização do SIG nas análises ambientais resulta em dois procedimentos básicos: diagnóstico e prognóstico. Visando a obtenção de informações que possam orientar a tomada de decisão, para a resolução ou minimização de problemas já existentes ou de possível ocorrência, além de previsão de problemas futuros para os quais são sugeridas medidas de gestão ambiental.

Os SIG's tem sido adotados no gerenciamento de Parques Nacionais em países como o Canadá e USA, há mais de 2 décadas (DECANINI, 2001). A autora cita algumas vantagens da utilização deste sistema em Unidades de Conservação, como a capacidade de agregar dados dispersos, de diferentes formatos e fontes, em um mesmo sistema georreferenciado, associando dados geográficos e não espaciais, além da melhora e da agilidade no processo de atualização e criação de mapas e da análise ambiental.

Para Xavier-da-Silva e Carvalho Filho (1995), na análise ambiental o SIG deve ser entendido como base metodológica. Faz-se necessária à produção de trabalhos apoiados em SIG's com princípio, meio e fim, que “contenham inventários adequados sobre os quais seja possível executar análises espaciais, temporais e prognose orientadas para finalidades bem definidas”, agindo como “instrumentos geradores de informação ambiental tão necessária ao apoio à decisão”.

2.4.1 Análise de decisão por Múltiplos Critérios

A integração de SIGs e de métodos de decisão por múltiplos critérios vem proporcionando inúmeros benefícios para a resolução de problemas de planejamento e gerenciamento ambiental, onde inúmeras variáveis podem estar envolvidas. Todas, a serem consideradas, compõe um rol de variáveis que necessitam de uma representação geográfica o mais próximo possível da realidade, de forma a assegurar a consistência de dados em sistemas de apoio à decisão (ZAMBOM et al, 2005, p.183). Seu uso intenso justifica-se pelo fato de constituir uma poderosa ferramenta que integra um conjunto de rotinas de programação desenvolvidas para representar e manipular grandes quantidades de dados armazenados em bancos de dados, os quais contém informações representativas do mundo real, possibilitando análises espaciais (ZAMBOM et al, 2005, p.184).

Os modelos baseados em análise por múltiplos critérios são indicados para problemas onde existam vários critérios de avaliação. Para a localização de áreas adequadas à implantação de infra-estrutura arquitetônica em Unidades de Conservação, os critérios em análise podem ser conflitantes, ou seja, onde o ganho de um critério poderá causar a perda em outro. Estes critérios podem ser do tipo Fator, compostos por variáveis que acentuam ou diminuem a aptidão de uma determinada alternativa para o objetivo proposto ou podem ser do tipo Restrições, variáveis que limitam as alternativas em consideração na análise, excluindo-as da análise final (ZAMBOM et al, 2005, p.185) .A partir da estruturação do modelo, considerando o objetivo a ser alcançado e definidos os critérios para a solução do problema, utilizam-se as técnicas de avaliação por múltiplos critérios para sua resolução que podem ser assim resumidas: a) Padronização- permitindo que critérios não comparáveis entre si sejam padronizados para uma mesma escala de valores, viabilizando a agregação entre eles. b) Definição de Pesos – cada critério recebe um peso, representando a importância relativa que cada critério tem sobre o outro. c) Combinação dos Critérios – onde o grau com que um critério pode compensar o outro é determinado pelo seu peso.

O mapa final apresenta uma escala de aptidão, relativa ao objetivo proposto, também padronizada.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL SAINT-HILAIRE/LANGE

O Parque Nacional (PARNA) Saint-Hilaire/Lange, Unidade de Conservação de Proteção Integral, de acordo com Mittemeier⁹ et al. (1999) citado por Siedlecki, Portes e Cielo Filho (2003b, p.2) está inserido na área-núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, em um dos trechos mais bem conservados deste bioma no país. Localiza-se na porção leste do estado do Paraná na região de Floresta Costeira, mais ao sul da Serra do Mar, nos municípios de Matinhos, Guaratuba, Morretes e Paranaguá, dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaratuba.

O PARNA foi concebido sobre o domínio da Serra da Prata, parte da sub-região montanhosa litorânea da Serra do Mar, entre as coordenadas UTM 7.172.450 mN, 7.138.060 mN e 746.340 mE, 726.350 mE. E entre as coordenadas geográficas 25°30'00" S, 48°45'00" W, e 25°52'30" S, 48°30'00"W. Distanto apenas 80 Km da capital do estado do Paraná (Curitiba) e cerca de 20 Km da cidade portuária de Paranaguá (IBAMA, 2006).

Esta UC está totalmente inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual de Guaratuba, unidade de conservação, criada em 1992, e cujo Plano de Manejo foi concluído em 2003.

A malha viária confere a Unidade de Conservação um aspecto quase insular, com a BR 277 tangenciando sua face norte e tendo seu maior eixo (oriental) paralelo à rodovia PR-508, Alexandra – Matinhos (35 Km). A porção ocidental é ladeada pela estrada da Limeira a qual não possui revestimento asfáltico. Ao sul, é limitada pelas águas da Baía de Guaratuba (SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003b, p.5).

⁹ MITTEMEIER, R. A.; FONSECA, G. A. B. da; RYLANDS, A. B. & MITTEMEIER, C. G. Atlantic Forest. In: R. A. Mittemeier, N. Myers, P. Robles Gil & C.G. Mittemeier (Eds.), Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX, Mexico City, 1999. p. 136-145.

A FIGURA 5, mostra a localização do PARNA.

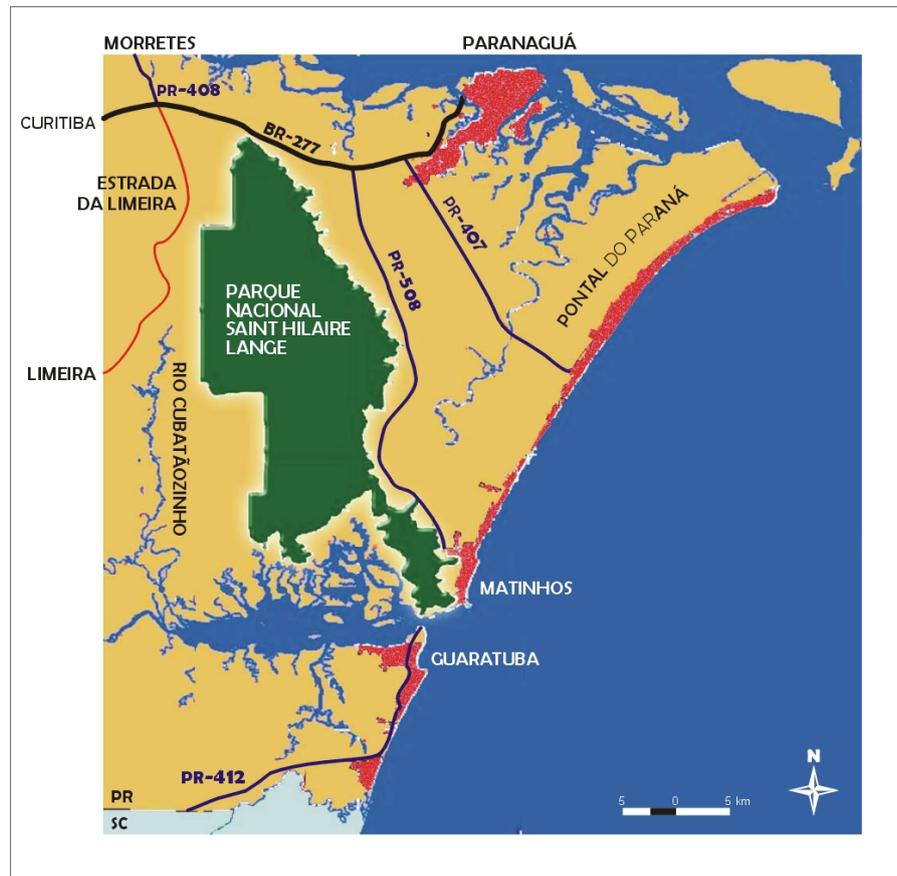


FIGURA 5 – Localização do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange no Litoral do Paraná
 FONTE: IBAMA, 2003.



FIGURA 6 – Vista Geral do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange – Vertente Oriental
 FONTE: GUIMARÃES, 2007.

A FIGURA 7 apresenta a proposta dos novos limites para o Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange.

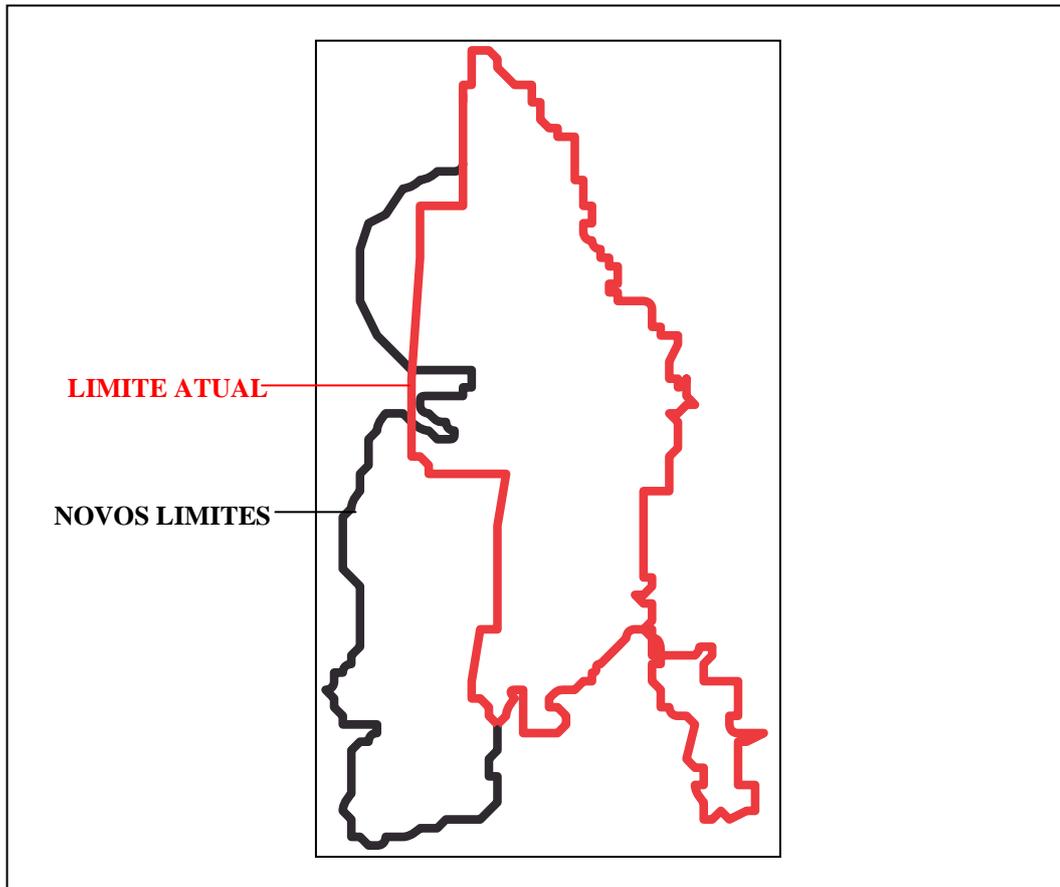


FIGURA 7 – Proposta de novos limites para o Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange
FONTE: IBAMA, 2003.

3.2 ASPECTOS GERAIS

A criação do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange foi objeto de Lei Federal nº 10.227 de 23 de maio de 2001, tendo como finalidade principal: “proteger e conservar ecossistemas da Mata Atlântica existentes na área e assegurar a estabilidade ambiental dos balneários sob sua influência, bem como a qualidade de vida das populações litorâneas”.

O PARNA foi inicialmente criado abrangendo uma área de 25.000 ha. Em meados do ano de 2003 a equipe responsável pela gestão da unidade encaminhou ao Poder Executivo uma proposta de adequação dos seus limites legais, ampliando sua

área para 35.888 ha. Segundo Bornschein, Reinert e Olmos (2003), “a nova configuração torna o parque uma das poucas Unidades de Conservação (UCs) de proteção integral no Bioma Floresta Atlântica a incluir todo o gradiente de habitats desde o nível do mar até o topo das serras ...”.

Os critérios adotados no estabelecimento dos novos limites do parque foram: a garantia do uso e ocupação do solo em harmonia com os objetivos de criação da unidade; a exclusão de edificações existentes e de áreas de uso para subsistência; o uso de indicadores naturais da paisagem (rios, linhas de cumeada, cotas) como limites; a adequada representatividade dos diferentes ecossistemas, da biodiversidade e de endemismos da região; a redução de custas indenizatórias para a União (SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003a).

Um convênio firmado entre o IBAMA e a MINEROPAR, em 2005, garantiu ao Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange uma sólida e recentíssima documentação do meio físico, tendo como base a proposta da equipe gestora da unidade para a adequação de seus limites, apresentada em 2003.

De acordo com informação obtida, em janeiro de 2007, do atual chefe da unidade, Luiz Francisco Ditzel Faraco, o processo para o estabelecimento dos limites definitivos do parque ainda não está concluído. Havendo uma previsão de conclusão para fevereiro do mesmo ano. E em um primeiro momento está sendo aprovado o limite que foi proposto na lei de criação em 2001, com algumas exclusões de áreas e sem qualquer ampliação. Ou seja, a unidade deverá ficar com uma área inferior a proposta inicial de 25.000 ha. Uma ampliação futura, ou a criação de outras Unidades de Conservação adjacentes (com base na proposta apresentada em 2003), será tratada posteriormente como um processo em separado (FARACO¹⁰, 2007).

¹⁰FARACO, L. F. D. Comunicado via e-mail. Mensagem recebida por <iguimaraes@uol.com.br> em 16 jan. 2007.

3.3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS ASPECTOS FÍSICOS

O Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange encontra-se inserido sobre a região da Serra da Prata, pertencente a Serra do Mar. Alguns aspectos do meio físico merecem ser ressaltados para que se possa compreender melhor a região sobre a qual está situada a área em estudo.

O estado do Paraná apresenta 98% de sua área inserida dentro do Domínio da Mata Atlântica, segundo o mapa que define os biomas brasileiros elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2005, é um dos três maiores detentores do que restou da Mata Atlântica no país (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2003). A Floresta Ombrófila Densa, que representa 6% do território paranaense, limitada em quase toda sua extensão pela barreira natural da Serra do mar, apresenta remanescentes de grande interesse para a conservação da natureza no Estado.

De acordo com Ab'Saber e Bigarella (1961) a Serra do Mar é definida como: “(...) divisor assimétrico e marginal que separa os extensos planaltos em patamares do interior em face da fachada atlântica acidentada e complexa do território paranaense”.

O objeto de estudo está inserido sobre a porção mais oriental do estado do Paraná, a qual segundo Ab'Saber (1977, p. 13 -14) é formada por blocos de rochas do Complexo Cristalino, com fisiografia embasada por processos de tectonismo de falha estendendo-se por grande parte da faixa leste brasileira, denominada como domínio dos “mares de morros”, compreendidos na Serra do Mar, seguida por uma área rebaixada conhecida por planície litorânea.

O relevo da Serra da Prata é caracterizado por grandes desníveis e altas declividades, geralmente superiores a 45%. A maior altitude está representada pelo Morro Grande que atinge 1502 m.s.n.m.

Quanto a rede de drenagem, Bigarella et al (1978, p.24) esclarece que o sistema hidrográfico da Bacia Atlântica está inserido entre a Serra do Mar e a planície litorânea, drenando o leste do estado do Paraná. Este sistema é considerado geologicamente recente em relação às demais bacias do estado. A Bacia Atlântica pode ser subdividida em seis sub-bacias, a saber: Ribeira, Baía das Laranjeiras, Baía de Antonina, Nhundiaquara, Baía de Paranaguá e Baía de Guaratuba. Sendo apenas a

da Ribeira a que não tem suas águas direcionadas as Baías de Guaratuba ou de Paranaguá (BIGARELLA *et.al.*, 1978 p.25). O mesmo autor observa que na drenagem leste paranaense a maior parte dos rios encontra suas nascentes inseridas nas encostas da serra perto dos topos, cujo escoamento é predominantemente retilíneo e se faz em áreas de grande declividade. Nas porções da planície litorânea o padrão de escoamento torna-se meandrante.

Ao considerar o clima da região na qual está inserida a área em estudo, as condicionantes de relevo, localização geográfica e proximidade oceânica, constituem-se determinantes para sua classificação, que segundo estabelecido por Köppen em sua classificação climática, possui um clima tropical superúmido, sem estação seca, onde as precipitações médias anuais podem chegar a 3000 mm, sendo consideradas as maiores precipitações do estado, variando as temperaturas médias, acima de 21° C para condições tropicais ao nível do mar, até o temperado pela altitude, com 11° C (MANTOVANI; FRITZONS, 1996).

A Serra do Mar se apresenta com clima úmido subtropical, em razão da corrente quente do Brasil, que se estende até o sul no grau 28 da latitude sul, estabelecendo a situação de clima tropical nestas regiões (MAACK, 1972 P.100).

Relatos históricos contam que a área em estudo guarda expressiva importância metalogenética, havendo registros de ocorrências de ouro, prata e chumbo (LOPES; LIMA, 1985). As vertentes da Serra da Prata são revestidas por solos em geral de baixa fertilidade e alto percentual de alumínio, historicamente utilizados para culturas de subsistência. São encontrados: Cambissolos, Podzólicos, Latossolos, Hidromórficos, Mangue e Afloramento de Rocha (EMBRAPA, 1984). Que se definem sobretudo pelo relevo, ação climática e atividade biológica.

Quanto a vegetação predominante na região, destaca-se a formação da Floresta Ombrófila Densa, que apresenta remanescentes de grande interesse para a conservação da natureza no estado, concentrando-se nas planícies litorâneas e nas serras, definida em quase toda sua extensão pela barreira natural da Serra do Mar (SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003a).

Esta floresta é responsável pela manutenção do microclima da região, regulando o regime hídrico dos cursos d'água e garantindo a qualidade dos mananciais que abastecem tanto os municípios do litoral como parte da Região Metropolitana de Curitiba.

Especificamente na área do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, as formações da Floresta Ombrófila Densa que estão presentes no mesmo são: Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Densa Montana e Floresta Ombrófila Densa Altomontana, de acordo com as Cartas de Vegetação Sul da Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA (2003).

O Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, devido a sua proximidade com outras Unidades de Conservação, e da existência de tratos extensos e contínuos de vegetação entre elas, constitui-se em um elo fundamental dentro do mosaico das UCs federais e estaduais que abrange toda a costa dos estados do Paraná e São Paulo. Tal configuração garante a proteção de uma área contínua de habitats, o que favorece o movimento da biota, requisito fundamental para a conservação da biodiversidade (SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003b, p.13).

A área do PARNA compõe um conjunto sensível à ação antrópica, devido a altas taxas de precipitação, vertentes com declividades acentuadas, presença de afloramentos de rocha e densa rede de drenagem. Requisitos que podem deflagrar processos de movimento de massa, originando cicatrizes, as quais infelizmente são bastante comuns na área (SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003b).

3.4 ABORDAGEM SETORIAL

O Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, devido a sua extensão territorial, apresenta regiões com características próprias do ponto de vista sócio-econômico e ambiental. E na proposta, de adequação dos limites legais, apresentada por Siedlecki, Portes e Cielo Filho (2003b, p.16 - 38) o PARNA é dividido em quatro regiões distintas. Esta setorização pode ser visualizada na FIGURA 8 apresentada a seguir.

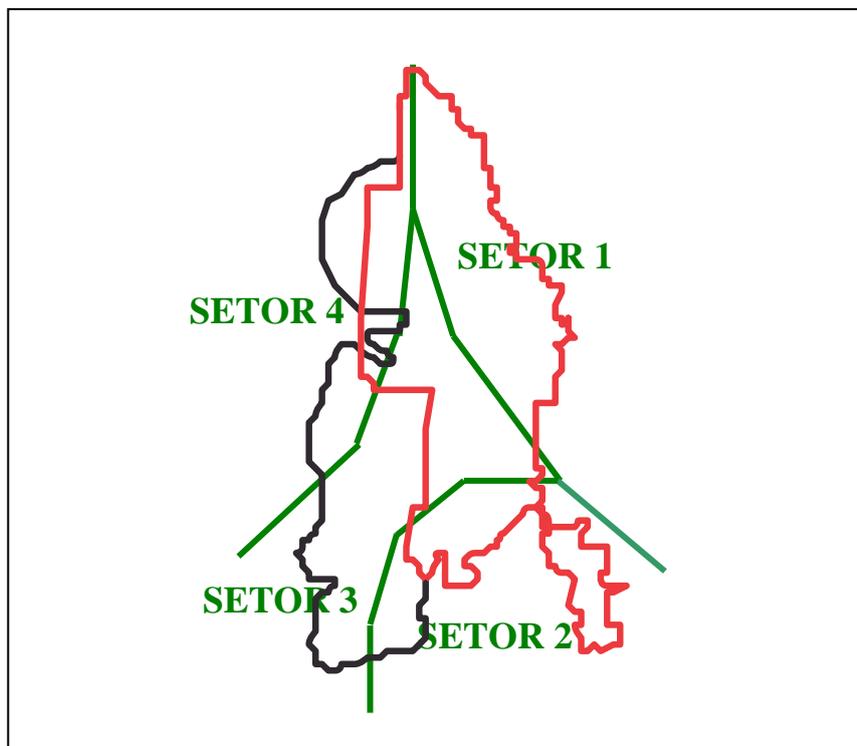


FIGURA 8 – Proposta de Setorização do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange
 FONTE: SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003b , 2003.

- Setor 1 – Vertente Oriental – Colônias

A vertente oriental, abrange parcialmente várias comunidades, das quais as mais significativas são: Colônia Cambará, Colônia Pereira, Colônia Quintilha, Colônia Maria Luiza e Colônia Taunay. Este trecho estende-se no sentido norte-sul acompanhando o traçado da Rodovia PR-508, que inicialmente se aproxima da vertente e posteriormente se afasta, o que delimita uma faixa de terra entre a rodovia e

o início do Parque a qual pertence a APA de Guaratuba, com regulamentação específica para a ocupação e uso do solo, definida em seu Plano de Manejo (SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003b).

Nessa porção do PARNA a pressão antrópica é grande, onde a principal atividade econômica é a agricultura, principalmente de banana e mandioca no sopé da serra e arroz e cana de açúcar na planície. Outras atividades pontuais são a piscicultura, a mineração e o turismo. Mas apesar de pontuais, são consideradas de grande impacto devido ao tipo de uso do solo (lavras e tanques para criação de peixes), ou devido ao porte como o Hotel Mata Atlântica e o Parque Aquático Águas Claras (SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003b).

Os rios que drenam esta vertente situam-se na sub-bacia Baía de Paranaguá (IPARDES, 1991) cuja água é responsável pelo abastecimento da maior parte dos municípios de Matinhos e Paranaguá. A vegetação nos morros e sopé da serra é constituída predominantemente por Floresta Ombrófila Densa Submontana (IBAMA – MINEROPAR, 2005).

- Setor 2 – Caminho Novo - Rio dos Meros

Esse apêndice do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, que se estende do Caminho Novo em Matinhos ao Rio dos Meros em Guaratuba, constituído por morros de acentuada declividade e cobertos por Floresta Ombrófila Densa Submontana, exerce importante papel como anteparo de proteção à Baía de Guaratuba. É pelos picos do conjunto de morros que compõe este segmento que passa a divisa intermunicipal de Matinhos – Guaratuba, resultando em óbvia dificuldade à administração municipal, apresentando pontos e faixas críticas, face à presença de importantes passivos ambientais gerados por lixões, lavras atuais e passivos resultantes do abandono de antigas áreas de exploração mineral e sobretudo diante da forte pressão antrópica da ocupação urbana nas encostas, onde se observam, na faixa ocupada, indícios de escorregamentos (SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003a-b).

Setor 3 – Baía de Guaratuba: Manguezais e Lagoa do Parado

Esta região com características bióticas únicas abrange a Lagoa do Parado e manguezais situados entre o Rio dos Meros e Rio União, na baía de Guaratuba, que não foram incluídos na proposta original dos limites do parque. A heterogeneidade ambiental da região, responsável pela ocorrência de um amplo espectro fitofisionômico variando de manguezais com espécies arbóreas típicas a brejos dominados por vegetação herbácea, além da reconhecida importância para a preservação da avifauna (SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003a-b).

A região apresenta ocupação antrópica pouco significativa e tendência de decréscimo populacional (GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, 2003).

Setor 4 – Vertente Ocidental – Limeira

A vertente ocidental do parque compreende as regiões denominadas localmente de Limeira, Ferradura, Morro Alto e Mundo Novo, no município de Guaratuba, e Floresta no município de Morretes. Essa vertente compreende todo o maciço da cadeia montanhosa da Serra da Prata, com seus cumes que chegam a atingir 1500 m s.n.m., servindo de proteção as nascentes da borda oeste desta serra, preservando as águas formadoras de importantes rios que irão formar a Lagoa do Parado. No novo perímetro sugerido por Siedlecki, Portes e Cielo Filho (2003b) a área do parque passa a englobar toda a bacia, preservando integralmente a rede de drenagem.

A região está coberta pela vegetação da Floresta Ombrófila Densa, em diversas fases sucessionais. No início das encostas, ocorre a Floresta Ombrófila Densa Submontana, sendo composta, na sua maioria, por vegetação primária alterada pela retirada seletiva de madeira, e por capoeiras, capoeirões e florestas secundárias. A capoeira está presente nas topografias mais planas, o capoeirão nas encostas pouco íngremes, e a floresta secundária nas encostas um pouco mais íngremes. A Floresta Ombrófila Densa Montana encontra-se relativamente bem preservada, representada por vegetação primária alterada, mas, também, por floresta primária e secundária. A

Floresta Ombrófila Densa Altomontana é quase que exclusivamente primária, e encontra-se preservada, em função da dificuldade de se alcançar grandes altitudes. Devido às mudanças nas condicionantes ambientais, esta vegetação apresenta-se bem diferente das de pisos altitudinais inferiores. Composta por uma vegetação arbórea densa e baixa, raramente ultrapassando os 8,0 m de altura, com troncos tortuosos e bastante ramificados, totalmente recobertos por musgos e epífitas (SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003a-b).

Na região denominada localmente de Floresta, a pressão antrópica é praticamente irrelevante, excetuando-se alguns poucos sítios e chácaras de lazer. Esta região e toda a extensão da borda ocidental do parque, apresenta um alto potencial ecoturístico devido à beleza cênica inquestionável. Também existe alta potencialidade de ocorrência de sítios arqueológicos em toda a extensão do perímetro ocidental, principalmente de sambaquis nas proximidades da estrada da Limeira, do rio Sambaqui e Cubatãozinho. Nas planícies e início de encostas, as grandes e médias propriedades são destinadas ao plantio intensivo de banana. As regiões de várzeas foram submetidas a intensas drenagens para a criação de búfalos (SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003ab).

4. MÉTODO, PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E MATERIAIS

Primeiramente apresentam-se o referencial teórico metodológico e a metodologia adotada para a definição de áreas potenciais à implantação da infraestrutura arquitetônica. Na seqüência serão esclarecidos os procedimentos metodológicos adotados para a elaboração deste estudo juntamente com os materiais que o alicerçaram.

4.1 REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO

A afirmação de Beaud (2002, p.12) “não há pesquisa sem método” parte do princípio da necessidade do método, seja para a reflexão teórica ou para o trabalho empírico, seja para fazer uso de fontes de pesquisa ou de sistemas computacionais.

A opção por uma determinada linha metodológica garante ao pesquisador a adesão a uma lógica, seja ela formal, dialética, matemática entre outras. O método, “traz para a discussão específica, orientações genéricas, experiências acumuladas, conceitos e categorias já lapidados que atuam como balizamentos gerais para a reflexão em curso” (MORAES; COSTA, 1984, p.32).

Ao considerar que na realização de estudos ambientais, observa-se a inter-relação entre os elementos sociais e naturais em forma de sistemas que se integram e interagem, define-se, portanto, a análise sistêmica como a melhor metodologia de abordagem.

Neste contexto, adotou-se como referencial teórico-metodológico o estudo do meio ambiente a partir da análise sistêmica proposta por Ludwig Von Bertalanffy em 1968, na sua obra *Teoria Geral dos Sistemas*, a qual facilita, de acordo com Christofletti (1999, p.35), tratar dos conjuntos complexos como os da organização espacial.

Naturalistas do século XIX como Richthofen e Humbolt, são considerados como precursores da visão sistêmica, uma vez que adotavam como procedimento

metodológico a observação e a descrição de campo (RODRIGUES, 2001).

Bertalanffy, biólogo austríaco, em seu livro publicado em 1934, em inglês, com o título *Modern Theories of Development*, afirma que: por ser “a característica fundamental de uma forma viva a sua organização, a análise das partes e dos processos isolados uns dos outros não pode dar-nos uma explicação completa do fenômeno da vida”. Em 1950, Bertalanffy publica os seus primeiros artigos importantes que constituem a base da Teoria Geral dos Sistemas. Um deles refere-se a noção de sistema aberto, pela qual entendia como sistemas que mantêm trocas com o seu meio exterior. E somente em 1968 publica sua obra intitulada *General System Theory*, que se constituiu em um clássico da literatura sistêmica.

De acordo com Rodrigues (2001, p. 69-77), da Teoria Geral dos Sistemas, surgiram dentro da geografia física, diversas propostas de modelos conceituais, morfológicos, de classificação dos sistemas, como a abordagem ecodinâmica de Tricart (1977), ou ecogeográfica de Tricart e Killian (1979), ou ainda, os esquemas de classificação propostos por Bertrand (1972) e Sotchava (1977).

Para Tricart (1977, p.19), o conceito de sistema é o melhor instrumento lógico para o estudo dos problemas ambientais pois permite:

Adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise - que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação – e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é, por natureza, de caráter dinâmico e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação.

Para Bertrand (1972):

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Estas abordagens, apesar de muitas vezes não serem bem compreendidas, vem subsidiando várias avaliações ambientais no Brasil, uma vez que possibilitam, de

acordo com Rodrigues (2001, p.69-77), identificar unidades territoriais com dinâmicas semelhantes, “passíveis de classificações diversas em processos de planejamento territorial (exemplos: fragilidade do meio físico, potencialidade para suportar obras de engenharia, etc) e de utilização em instrumentos de gestão ambiental”.

Assim sendo, considerou-se a área em estudo, o Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, como um sistema aberto controlado, pois, apesar de apresentar uma unidade territorial definida, este sistema é formado por inúmeros subsistemas que extrapolam seus limites legais . Recebendo influência de outros sistemas externos , além da interferência do homem. Define-se então, como “um sistema em troca de matéria com o seu ambiente, apresentando importação e exportação, construção e demolição dos materiais que o compõe” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 7).

Segundo Sotachava (1977, p.47) a abordagem sistêmica precisa ser utilizada nos processos de previsão (prognose) e planejamento.

Um estudo ambiental deve partir de um diagnóstico, elaborado e obtido através dos resultados de uma análise descritiva e de potencialidades, com o objetivo de definir a aptidão da porção do espaço em estudo. Ruschmann (1997) conceitua aptidão como sendo a potencialidade natural de um território, isto é, a capacidade deste de satisfazer os requisitos que exigem a localização e o desenvolvimento de uma atividade antrópica.

O diagnóstico varia segundo os objetivos pretendidos, e só é possível uma real interpretação do espaço, bem como determinar sua aptidão e a avaliar impactos, quando se conhece profundamente a estrutura e organização da área em questão.

A partir deste conhecimento territorial aliado ao conhecimento teórico, a prognose pode ser viabilizada com responsabilidade, sendo possível antever várias situações com interferências das mais diversas, como por exemplo: usinas hidrelétricas, linhas de transmissão, rodovias, obras de engenharia, núcleos urbanos, sistemas de saneamento, entre outros (RODRIGUES, 2001, p. 69-77).

De acordo com Moura (2003, p. 6) é possível se observar uma transição na

qual o pesquisador, antes, sofria pela ausência de dados em se tratando de análise ambiental, para uma nova fase, onde a quantidade expressiva de informações exige do pesquisador uma boa base conceitual e metodológica para organizá-los e tratá-los, a fim de que os produtos gerados possam realmente contribuir para a realidade espacial. A autora enfatiza que “existe o risco de supervalorizar os meios em detrimento dos fins e, nas paredes de um labirinto metodológico, perder-se todo o ganho obtido com a evolução tecnológica”.

O uso Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) citados no item 2.4, busca trabalhar com relações espaciais ou lógicas e tendem a evoluir do descritivo para o prognóstico. Deixando de descrever simplesmente elementos ou fatos e passam atracar cenários, simulações de fenômenos, baseado em tendências observadas ou julgamento de condições estabelecidas (MOURA, 2003, p.17)

Desta forma, adota-se a metodologia proposta por Xavier-da-Silva e Carvalho Filho (1995), para conduzir e apoiar de maneira pertinente o presente trabalho, efetuando-se algumas pequenas adaptações. Optou-se pela adoção da referida metodologia, já que a mesma, permite tratar os problemas ambientais levando em conta a localização, a extensão e as relações espaciais dos fenômenos analisados, visando a contribuir para a sua presente explicação e para o acompanhamento de sua evolução passada e futura.

Nesta metodologia as análises ambientais baseiam sua ordenação essencialmente em técnicas de geoprocessamento. Essa metodologia estrutura-se em dois procedimentos básicos: Diagnóstico e Prognóstico.

De acordo com Xavier-da-Silva e Carvalho Filho (1995. p.330) o processo de diagnose refere-se á:

“...constatações, embora riscos e potenciais sejam estimativas, podendo coincidir com locais onde ocorre realmente o fenômeno estimado e/ou levantado locais de possível ocorrência. Em todas estas identificações de ocorrência, verificadas ou possíveis, estão definidas propriedades topológicas de altíssimo interesse como apoio à decisão: localização, expansão territorial do fenômeno, a evolução desta expansão territorial. Relações de proximidade (contigüidade) e de conexão podem ter sido relevadas, permitindo inferências

causais. Todo este conjunto de informações (não apenas dados) constituirão a base para os procedimentos de prognose ambiental”.

Os procedimentos de diagnóstico, consistem na identificação de situações ambientais relevantes da área em estudo, dados que vão constituir o inventário, composto de mapas temáticos (solos, uso da terra, rede de drenagem, geomorfologia, etc.) e informações não espaciais a eles atreláveis. Através do geoprocessamento é possível a elaboração do modelo digital do ambiente que compreendem os dados cartografados (Banco de Dados Geográficos – BGD), associados ou não a dados alfanuméricos. No BGD os dados possuem a sua localização no espaço explicitada e são chamados de georreferenciados (XAVIER-DA-SILVA; CARVALHO FILHO, 1995).

As avaliações ambientais podem ser diretas ou complexas. As ditas, diretas, resultam da combinação imediata dos dados inventariados, são os primeiros dados obtidos que podem gerar dois tipos de mapeamento: risco ambiental, constituído pela forma de reação do ambiente; potencial ambiental, onde o SIG pode propiciar a identificação de áreas e seus potenciais para uso e aplicações diversas, de interesse para o planejamento territorial (XAVIER-DA-SILVA; CARVALHO FILHO, 1995).

As avaliações complexas usam uma ou várias avaliações prévias como base para sua construção. Como exemplo podemos citar:

- Incongruências de uso: Ex.: mapeamento de uso da terra x mapa de potencial (aptidão) agrícola . Onde seria possível observar as incongruências eventualmente existentes, como por exemplo, terras sendo usadas para finalidades menos rentáveis ou mais danosas para o ambiente do que seria recomendado pelo mapa de potencial agrícola.

- Potenciais conflitantes: Ex.: Potencial de Urbanização x Potencial Agrário / Potencial Agrário x Necessidades de Proteção Ambiental / Necessidades de Proteção X Potencial Turístico. Estes tipos de confrontos são muito ricos quanto a informações territorializadas, permitindo a definição de áreas a serem objetos de normas específicas de Manejo Ambiental, ou seja, a criação e implementação de estrutura de fiscalização

e controle ambiental.

- Áreas críticas: Ex.: Potencial de Urbanização x Risco de Enchentes / Potencial Agrário x Risco de Erosão dos Solos / Necessidades de Proteção Ambiental x Riscos de Poluição. O confronto entre mapas de uso e estimativas de riscos ambientais permite a previsão de áreas críticas, sobre as quais medidas de manejo podem ser preconizadas e implementadas.

- Impactos ambientais: Ex.: Potencial de Urbanização x Riscos de Enchentes. O cruzamento do mapa de potencial de urbanização com outras condições ambientais limitantes pode gerar um quadro geográfico onde é possível estimar o impacto da urbanização sobre as condições físicas, bióticas e sócio econômicas do ambiente.

A prognose ambiental, é definida por Xavier-da-Silva¹¹ (1999) citado por Rocha (2000, p. 205), como um conjunto de procedimentos de pesquisa que permite a proposição de medidas de gestão ambiental, sendo baseado em condições diagnósticas.

Sistemas de Informação Geográfica e técnicas de geoprocessamento contribuem para a prognose ambiental, permitindo simulações, criação de cenários prospectivos, gerando condições objetivas para a definição de normas de manejo ambiental a serem aplicadas em unidades territoriais. Propiciando o zoneamento das áreas estudadas, que servirá de subsídios para a formulação de normas de gestão e planos diretores (XAVIER-DA-SILVA; CARVALHO FILHO, 1995).

O zoneamento ambiental é um resultado de síntese, baseado na conjugação das informações disponíveis. Representa a definição de áreas para as quais se esperam comportamentos específicos para o jogo de fatores físicos, bióticos e sócio-econômicos nelas atuantes. Um zoneamento ambiental, faz sentido, quando os objetivos que o propuseram, foram claramente definidos desde a fase inicial do inventário ambiental, e é para eles que , o mesmo, deve ser orientado (XAVIER-DA-SILVA; CARVALHO FILHO, 1995).

¹¹ XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento e SIGs**. UFRJ, IGEO, Rio de Janeiro: Departamento de Geografia, LAGEOP, 1999. v.4, mídia CD.

Xavier-da-Silva (2002), chama a atenção para o fato de que, o zoneamento ambiental requer intensas, ordenadas e exaustivas associações entre conceitos, métodos e técnicas. E ainda comenta citando Castro et al (1995), que:

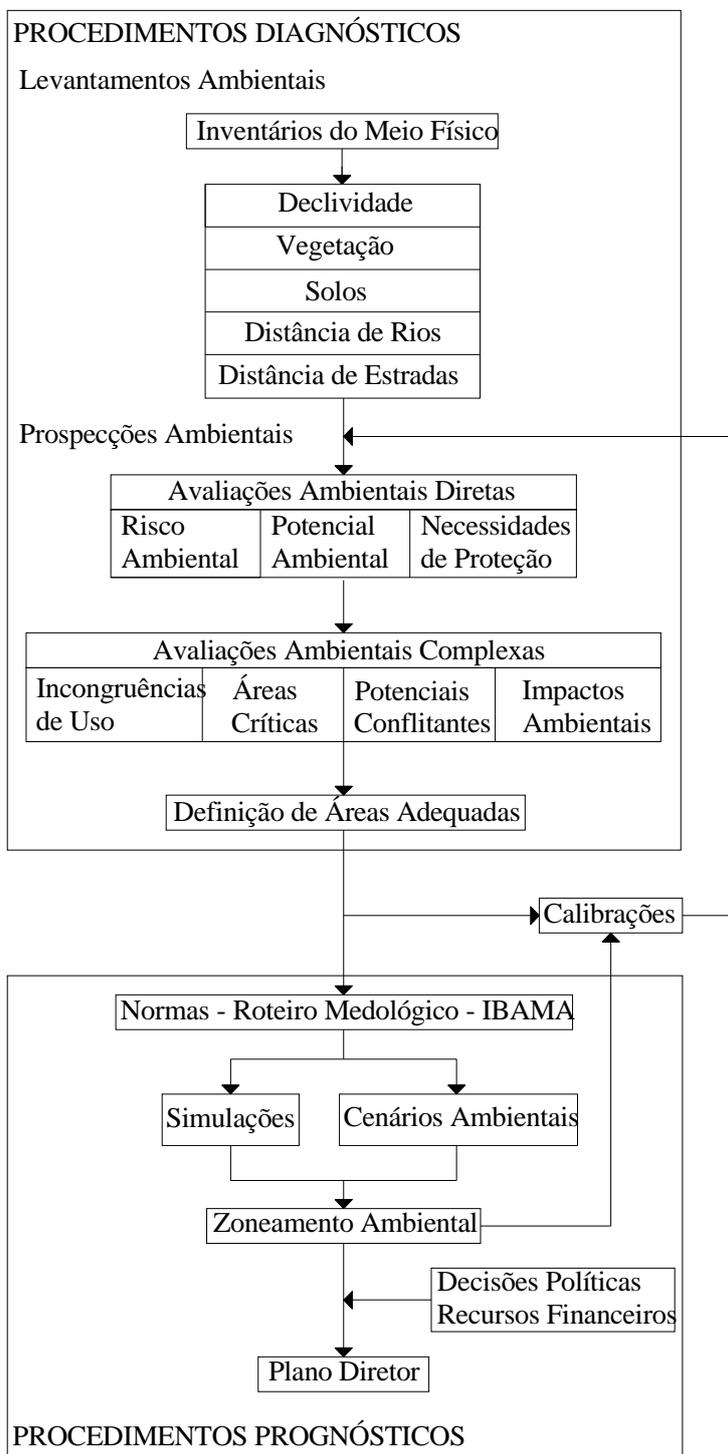
estas associações devem ser consideradas “sem o uso de propostas liminarmente excludentes, como são as que associam e limitam a organização espacial às influências do meio físico (determinismos), ou aquelas que excluem totalmente as influências físicas e bióticas na estruturação do espaço geográfico, considerando a ação modificadora do homem”.

Essa metodologia utiliza-se da Média Ponderada para a avaliação de potenciais e de riscos. Onde os critérios não são definidos por limiares nítidas, mas por notas que variam dentro de um intervalo (VEIGA; XAVIER-DA-SILVA, 2003). A avaliação pela média ponderada permite que uma decisão específica seja tomada, através da ordenação das variáveis em classes e da seleção das melhores áreas, a fim de atender os objetivos específicos da análise.

Atualmente aplicada através da utilização do software SAGA do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, foi adaptada para a utilização do software IDRISI ANDES , desenvolvido pela Clark University – Massachusets, o qual inclui vários módulos especialmente desenvolvidos para auxiliar no processo de tomada de decisão, que ajudam na construção de mapas de áreas potenciais através da classificação por múltiplos critérios, denominada Combinação Linear Ponderada, existente na rotina MCE (Multi Criteria Evaluation) do programa, e atende a decisão de localização quando objetivos múltiplos estão envolvidos (EASTMAN, 1998).

O QUADRO 2 a seguir, representa o fluxograma da metodologia, descrita anteriormente, para análise ambiental. procedimentos metodológicos e materiais

QUADRO 2 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA PARA ANÁLISE AMBIENTAL



FONTE: Adaptado de XAVIER-DA-SILVA, 1999.

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E MATERIAIS

A presente pesquisa foi desenvolvida em duas fases complementares em sua etapa operacional, a primeira baseada em informações obtidas em laboratório e a segunda na análise em campo da viabilidade dos resultados encontrados.

4.2.1 Atividades de Laboratório

Esta fase corresponde a descrição das informações obtidas em laboratório para a obtenção da base de dados digitais, utilizada para a realização deste estudo.

Diante da necessidade de conhecer e compreender a organização espacial da área em estudo, o Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, foi possível obter, através de um convênio entre o IBAMA e a MINEROPAR – Serviço Geológico nos Municípios (2005), o acesso ao levantamento do meio físico realizado exclusivamente sobre esta Unidade de Conservação. Este levantamento baseou-se na proposta da equipe gestora para a adequação dos limites legais do parque em 2003.

Os dados obtidos, de interesse para esta pesquisa, já em base digital, foram o limite (perímetro) da área, a rede de drenagem, a malha viária e as curvas de nível cotadas, baseadas nas Folhas Topográficas de Paranaguá e Guaratuba, na escala 1:50.000, do DSG, anos de 1998 e 1969, respectivamente, MI 2858-2 e 2858-4.

O mapa de vegetação, foi gerado com base nos arquivos digitais da Série Cartas da Vegetação do Paraná (Sul), na escala 1:50.000, da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA, Programa Proteção da Floresta Atlântica – PRÓ-ATLÂNTICA. Mapeamento baseado na interpretação de imagens de satélite Landsat datadas de 1999 e acurada checagem de campo.

Para a espacialização do mapa de solos, utilizou-se a base digital do Mapa Compilado de Solos da Área de Proteção Ambiental – APA de Guaratuba (SCHMIDLIN, 1998) na escala 1:50.000, fornecido pela SEMA – Departamento de Cartografia e Geoprocessamento. Já que o parque encontra-se totalmente inserido dentro da APA.

O *software* adotado para a realização da análise geográfica e processamento de imagens foi o Idrisi Andes – Sistema de Tratamento de Imagens e Sistema Geográfico de Informações, desenvolvido pela Clark University – Massachusetts.

O *software* Arcview 3.2 – Sistema Geográfico de Informações, desenvolvido pelo ESRI – Environmental Systems Research Institute. Foi utilizado na confecção dos mapas temáticos.

4.2.2 Atividades de Campo

Com o objetivo de reconhecimento da área, realizou-se uma visita prévia ao parque, na qual foi possível constatar a proximidade da malha viária principal BR 277 e PR 508, exercendo grande pressão sobre o meio, bem como a possibilidade real da proposta de análise da área por setores (Vertente Oriental – Colônias, Caminho Novo – Rio dos Meros, Baía de Guaratuba – Manguezais e Lagoa do Parado e Vertente Ocidental – Limeira), devido a sua extensão territorial, apresentando regiões com características próprias do ponto de vista sócio-econômico e ambiental.

A segunda visita ao PARNA, auxiliada por um Sistema Global de Posicionamento (GPS), teve como principal intuito, verificar os resultados obtidos em laboratório, com a visita a 10 pontos georreferenciados, previamente escolhidos, os quais apresentavam as características adequadas ao objetivo da pesquisa.

4.3 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DO MEIO FÍSICO

De acordo com Souza et al (2005, p.124) as interações das diferentes variáveis componentes do meio físico, são de fundamental importância, para o conhecimento das potencialidades da área e suas limitações à ação antrópica. E afirma que, as análises destas variáveis, bem como as interações entre as mesmas, auxiliam no planejamento da ocupação humana, com objetivo de causar o menor prejuízo possível ao meio ambiente.

A fim de subsidiar a escolha de áreas adequadas à implantação da infraestrutura arquitetônica dentro da área do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, 05 variáveis foram consideradas (vegetação, declividade, solos, distância de rios e distância de estradas) e cada uma com a identificação de parâmetros balizadores que serão utilizados para facilitar a definição de áreas potencialmente viáveis.

4.3.1 Vegetação

As informações relativas à cobertura vegetal constituem-se de elevada importância, ao considerar-se que quanto mais preservada a área, ou seja com cobertura florestal em estágio sucessional avançado e intermediário, ou quanto mais frágil e suscetível à degradação como por exemplo, áreas de várzeas e mangues, menor potencial apresenta para aos objetivos desta pesquisa.

O mapa de vegetação, foi gerado com base nos arquivos digitais da Série Cartas da Vegetação do Paraná - Sul (2003), na escala 1:50.000, da SEMA, importados para o *software* Idrisi Andes. Foram encontradas 16 classes, as quais foram ordenadas em ordem crescente de aptidão à implantação da infra-estrutura, em função do tipo de cobertura vegetal identificada.

A TABELA 1 a seguir identifica a cobertura vegetal do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange.

TABELA 1 – COBERTURA VEGETAL DO PARQUE NACIONAL SAINT-HILAIRE/LANGE

VEGETAÇÃO	ÁREA (hectares)	ÁREA (%)
F.O.D Terras Baixas (SH)	104.8	0.3
F.O.D Terras Baixas (SSH, NH)	845.5	2.4
F.O.D Aluvial	1494.4	4.2
F.O.D Submontana	22428.0	62.9
F.O.D Montana	3164.6	8.9
F.O.D Altomontana	99.2	0.3
Campos de Altitude	9.7	0.0
F.P.I m Campos Salinos	270.7	0.8
F.P.I m manguezais	1157.1	3.2
F.P.I.F Várzeas	588.5	1.7
F.P.I.F Caxetais	893.9	2.5
F.P.I.M Restinga (herb. Arb.)	18.7	0.1
F.P.I.M Restinga Arbórea	22.6	0.1
Fase Inicial de Capoeira	1304.9	3.7
Fase Intermediária de Capoeirão	3164.8	8.9
Agropecuária e Outros	74.4	0.2

FONTE: Série Cartas da Vegetação do Paraná - Sul (2003), SEMA. Adaptação da autora – Atividade de Laboratório.

Dos 16 tipos de cobertura vegetal identificados, observa-se que a vegetação F.O.D. Submontana apresenta-se como predominante, com 22.428,0 hectares, o que perfaz um total de 62,9% da área total. A segunda maior ocorrência encontram-se nas vegetações F.O.D. Montana e Fase Intermediária de Capoeirão com 3.164,6 hectares o que correspondem a 8,9% do total da área. As demais coberturas se apresentam com áreas menores que 5,0 hectares.

As classes identificadas como Fase Inicial de Capoeira, Fase Intermediária de Capoeirão e Agropecuária e Outros, por se encontrarem bastante antropizadas, foram consideradas as mais adequadas a servir de suporte para a implantação da infra-

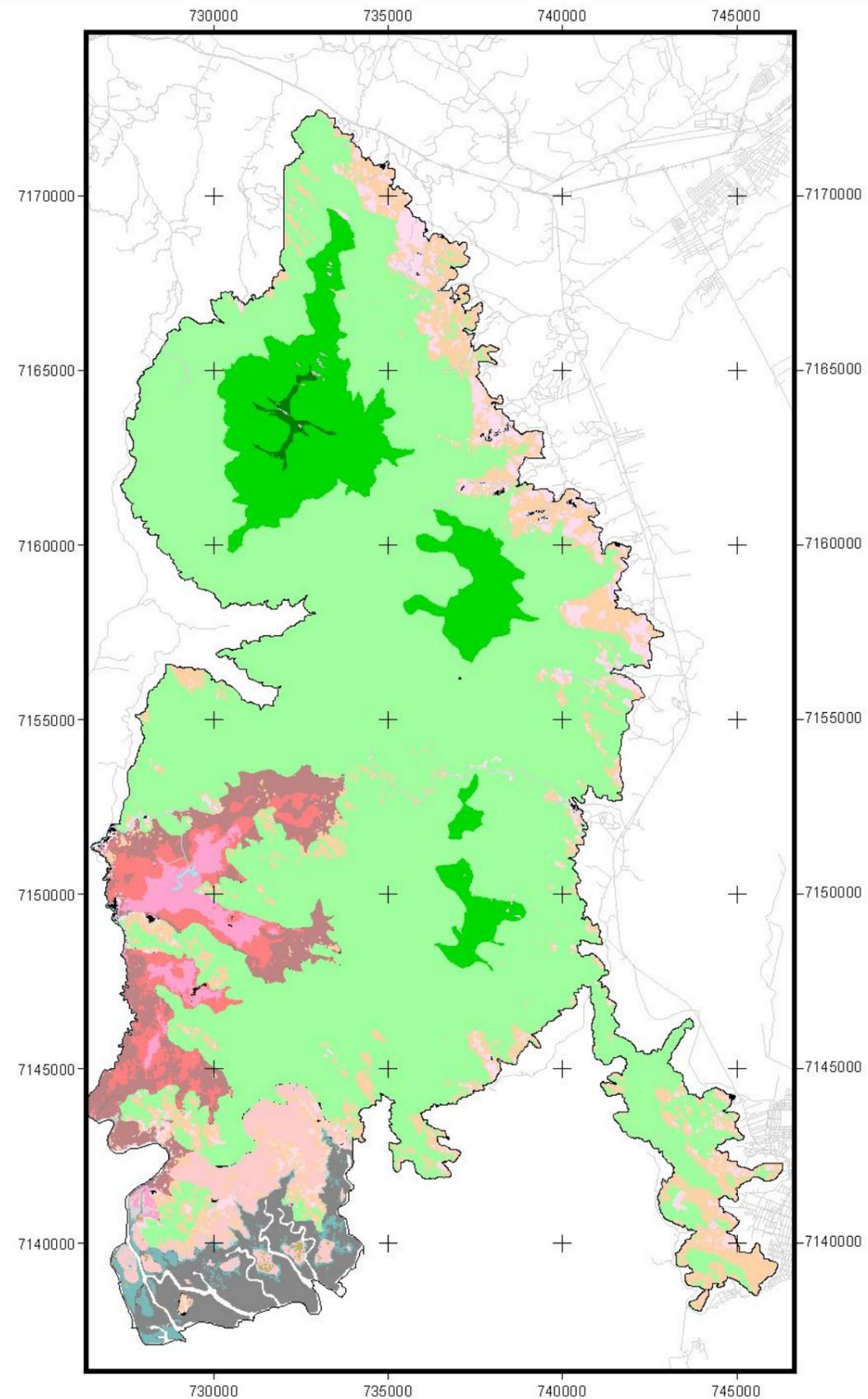
estrutura arquitetônica. Perfazendo um total de 4.544,1 hectares, correspondentes a 12,8% do total.

Todos os demais tipos de cobertura vegetal foram considerados potencialmente inferiores em relação ao objeto da pesquisa.

É possível identificar na FIGURA 9, apresentada a seguir, a distribuição dos diferentes tipos de cobertura do solo, dentro da área do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange. Na qual a coloração verde claro correspondente a F. O. D. Submontana, aparece presente na maior parte da UC. Já os três últimos tipos de cobertura, mencionados anteriormente como as melhores áreas para a implantação da infraestrutura, são identificadas nas proximidades das estradas e limites do PARNA, distribuídos principalmente ao longo da Vertente Oriental na região das colônias.

Cabe aqui ressaltar, uma característica geral observada nas propriedades agrícolas situadas nesta área, a de sub-utilização, ou seja o terreno desmatado é sempre maior do que as áreas de lavoura. As áreas não ocupadas, são cobertas por vegetação graminóide, seguindo um padrão associado a práticas de pousio ou criação extensiva de poucas cabeças de gado (SIEDLECKI; PORTES; CIELO FILHO, 2003b).

A pressão antrópica, observada nessa porção do PARNA (Vertente Oriental), só é menor do que a constatada no trecho que faz divisa com o município de Matinhos, incluindo sua zona urbana. O que vem validar a escolha das três últimas classes de cobertura vegetal, como uma forma de assegurar a preservação das demais classes, por ocasião da implantação da infra-estrutura necessária.



Mapa da Cobertura Vegetal

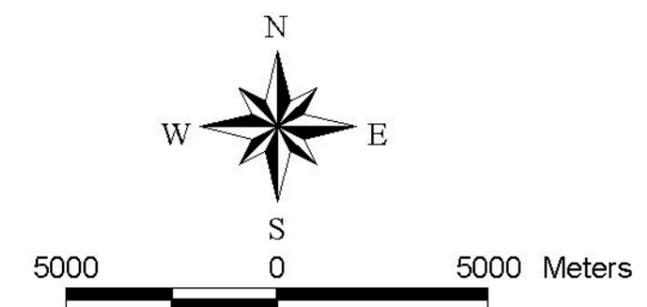


FIGURA 9 – Mapa de Vegetação

4.3.2 Declividade

A declividade em si pode constituir um fator de impedimento à implantação da infra-estrutura quando estiver associada a áreas de risco de inundação ou de deslizamento de encostas. Considera-se portanto que a característica ideal de relevo seja plano (porcentagem zero). Pois como afirmam Veiga e Xavier-da-Silva (2003) as declividades mais suaves são sempre as mais indicadas para qualquer tipo de ocupação. Porém em função dos objetivos da pesquisa, declividades superiores, estabelecendo-se um limite até 30%, podem ser consideradas, de acordo com a proposta de De Biasi (1992, p.47). Foram estabelecidas limitações e potencialidades de uso de cada classe de acordo com LEPSCH (1983, p.88-90) e DE BIASI (1992, p.47), conforme exposto no QUADRO 4.

QUADRO 3 - CLASSES DE DECLIVIDADE E CARACTERÍSTICAS

%	RELEVO (LEPSCH, 1983)	USO (DE BIASI, 1992)
<5	Áreas planas com declive suave	Limite para fins de uso-urbano-industrial
5-12	Áreas com superfícies inclinadas, relevo ondulado	Limite máx. para emprego de mecanização na agricultura
12-30	Áreas inclinadas ou colinosas	Limite máx. para urbanização sem restrições
30-47	Áreas fortemente inclinadas	Limite máx para corte raso de florestas
>47	Áreas íngremes, relevo escarpado e regiões montanhosas	Não permite a derrubada de florestas

FONTE: Adaptado de De Biasi, 1992, p. 47 e Lepsch, 1983, p. 88-90.

O mapa de declividade foi gerado no *software* Idrisi Andes, através da importação do arquivo digital das curvas de nível com equidistância de 10m, este procedimento possibilitou a geração do modelo numérico do terreno (MNT), ou modelo digital de elevação (MDE), que nada mais é do que uma imagem onde cada pixel, com dimensões de 5m x 5m, possui o valor Z de altitude correspondente as suas coordenadas X e Y. Estes modelos são gerados automaticamente a partir da

interpolação das curvas de nível, neste caso a interpolação utilizada foi a grade TIM (triangular).

O MNT é bastante utilizado na análise do meio físico, a partir dele é possível gerar o mapa de declividade, mapa de potencial de acúmulo de água, além de possibilitar a composição de imagens para a interpretação de unidades de paisagem e auxiliar na identificação de prováveis ocorrências de solos (DONHA, 2003).

Após a elaboração do mapa de declividade, processou-se a determinação das classes de declive, as quais seguiram os critérios adotados por De Biasi (1992, p.47), como mostra a TABELA 3:

TABELA 2 – CLASSES DE DECLIVE – PARQUE NACIONAL SAINT-HILAIRE/LANGE

CLASSES DE DECLIVE (%)	ÁREA (hectares)	ÁREA (%)
0% - 5%	6035.9	16.9
5% - 12%	2550.6	7.2
12% - 30%	9013.9	25.3
30% - 47%	9811.9	27.5
Maior 47%	8229.3	23.1

FONTE: DE BIASI, 1992, p.47 . Adaptação da Autora. Atividade de Laboratório.

Observa-se na tabela acima, que aproximadamente 50% da área do PARNA é constituída com declividades superiores a 30%. Esta ocorrência pode ser visualizada na FIGURA 10 onde aparecem colorações no tom de marrom médio e marrom escuro.

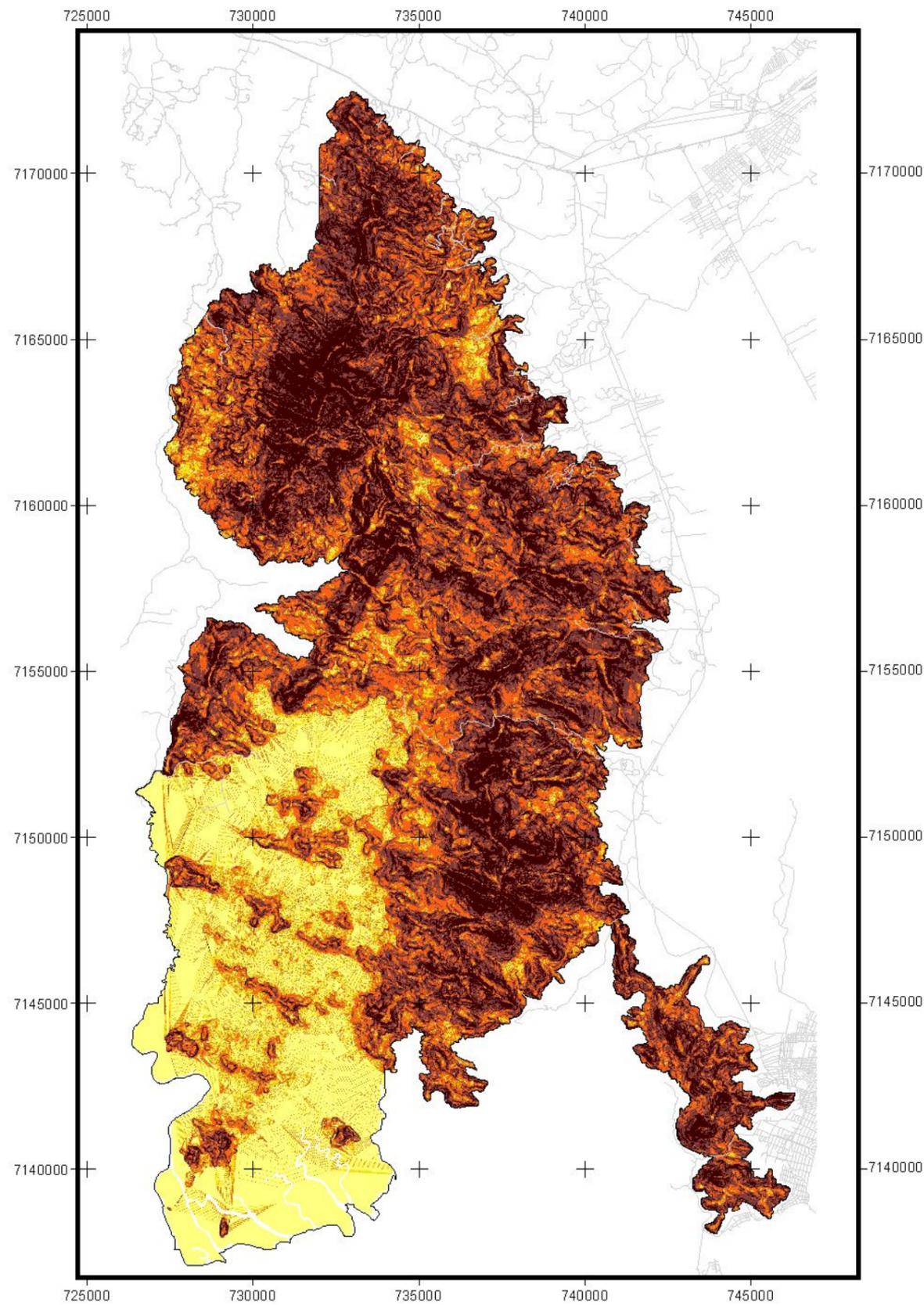
Na análise em questão, apoiada nas considerações de De Biasi, (1992, p.47) e levando-se em conta um grau maior de dificuldade nos processos construtivos, quer sejam por deslocamentos de materiais e pessoal ou procedimentos de contenção de encostas (muro de arrimos), de proteção dos agregados (areia e brita) para que não se percam, frente à dinâmica do escoamento superficial elevado nestas áreas, declividades superiores a 30% foram desconsideradas da análise, já que as técnicas a

serem empregadas a fim de viabilizar a obra, podem ocasionar problemas de diversas ordens ao meio ambiente.

Analisando-se a FIGURA 10, mostrada a seguir, o PARNA apresenta grandes áreas que atendem a delimitação imposta anteriormente. As colorações que variam do amarelo claro ao laranja, correspondem às áreas com declividades inferiores a 30%, perfazendo 49,4% da área total. No entanto, cabe ressaltar que a declividade é apenas um dos fatores que compõe a análise, e que outros critérios como a cobertura vegetal, solos, distâncias de estradas e rios viabilizarão determinadas áreas em detrimento de outras.

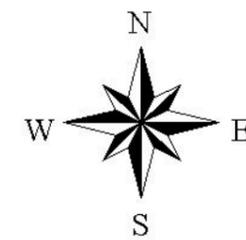
Como exemplo pode-se citar, o cruzamento do mapa de vegetação com o mapa de declividade, onde visualmente é possível observar que boa parte da área com declividades inferiores a 30% estão localizadas sobre manguezais da Baía de Guaratuba, campos salinos e uma planície de inundação “lagoa do Parado” com abundância de brejos e florestas alagadas (caxetais), os quais de acordo com Bornschein, Reinert e Olmos (2003) são áreas que apresentam singularidade e importância ecológica, as quais fizeram com que a região fosse considerada de extrema prioridade para criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral. Inviabilizando estas áreas para a implantação da infra-estrutura arquitetônica necessária a gestão do PARNA.

Mapa de Classes de Declive



Legenda

-  0% - 5%
-  5% - 12%
-  12% - 30%
-  30% - 47%
-  Maior que 47%
-  Perim.shp
-  Ruas.shp



Base cartográfica - Folha topográfica de Paranaguá e Guaratuba na escala 1:50000, do DSG, anos 1998 e 1969 respectivamente. MI 2858-2 e 2858-4

Sistema Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sad-69 - Minas Gerais
Datum Vertical Imbituba - Santa Catarina

Serviço Geológico nos Municípios
Convênio IBAMA - MINEROPAR
Parque Nacional Saint Hilaire / Lange

FIGURA 10 – Mapa das Classes de Declividade – Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange.

4.3.3 Solos

O solo é o suporte dos ecossistemas e das atividades humanas exercidas sobre a Terra (SANTOS, 2004). A partir desta afirmação, conclui-se que, seu estudo diante de uma análise conjunta do ambiente é imprescindível. O autor ressalta que por meio da análise do solo é possível deduzir sua potencialidade e fragilidade como elemento natural, como recurso produtivo, como substrato de atividades construtivas ou como concentrador de impactos.

Já que diferentes classes de solos apresentam dinâmicas variadas, justifica-se sua análise na aplicação da metodologia proposta, uma vez que alguns solos são mais facilmente erodidos, mesmo estando em iguais condições pluviométricas, topográficas, de cobertura vegetal e manejo (PUNDECK¹², citado por MAGANHOTO, 2006, p. 44).

Aliados a todos os fatores citados acima a ação antrópica, atua como fator decisivo na aceleração de processos erosivos, considerando-se os desmatamentos, o cultivo de terras, implantação de estradas, infra-estruturas e expansão urbana (FARIA; XAVIER-DA-SILVA; GOES, 2003. p. 51). Os autores acrescentam que, em função de suas propriedades físicas (absorção d'água, permeabilidade, porosidade, etc.), “os solos serão mais ou menos vulneráveis a erosão. Essa resistência do solo em ser transportado vai depender da sua proteção natural e/ou manejo de usos adequados e práticas conservacionistas”.

O mapa de solos foi gerado a partir da base digital do Mapa Compilado de Solos da Área de Proteção Ambiental – APA de Guaratuba, fornecido pela SEMA. Na área do PARNA foram classificadas as unidades de mapeamento de solo, ordenadas em ordem crescente em relação ao potencial erosivo, descritas na TABELA 3.

¹² PUNDECK, M. Utilização prática da equação de perdas do solo para condições de Santa Catarina. In: **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água: projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas**. 2 ed. Florianópolis: EPAGRI, 1994.

TABELA 3 – UNIDADES DE MAPEAMENTO DE SOLOS – PARQUE NACIONAL SAINT-HILAIRE/LANGE

	UNIDADES DE MAPEAMENTO	ÁREA (hectares)	ÁREA (%)
1	PVa1	2874.4	8.1
2	Ca12 + LVa3	607.5	1.7
4	Cd11 + PVa3	126.1	0.4
5	Ca11 + PVa3	1063.3	3.0
6	Ca12 + PVa3	670.3	1.9
7	Ca26 + PVa3	201.5	0.6
8	Ca24 + PVa3	713.4	2.0
9	Ca31	591.4	1.7
10	Ca9	210.9	0.6
11	Ca11	4538.7	12.7
12	Ca12	4433.4	12.4
13	Ca12 + Ca22	7506.8	21.1
14	Ca17	45.5	0.1
15	Ca21	154.7	0.4
16	Ca14 + Ca9	1648.4	4.6
17	Ca12 + Ra8	855.5	2.4
18	Ca17 + Ra8	199.4	0.6
19	Ca24 + Ra10	204.5	0.6
20	Ca30 + Re1	37.3	0.1
21	Ca12 + Ca28 + Ra8	1985.3	5.6
22	Ca12 + PVa3 + AR1	112.1	0.3
23	Ca22 + Ra8 + AR1	110.1	0.3
24	Ca8 + Ra11 + AR1	487.3	1.4
25	Ca9 + HGP2	189.1	0.6
26	Ra1	140.5	0.4
27	Ra4 + AR1	412.3	1.2
28	AR1 + Ra1	356.4	1.0
29	HGP2 + Ca14	3947.6	11.1
30	HGP1 + Ad1	1278.2	3.6
31	P + PH1	128.6	0.4

FONTE: Mapa Compilado de Solos da Área de Proteção Ambiental – APA de Guaratuba (SCHMIDLIN, 1998), SEMA. Adaptação da autora – Atividade de Laboratório.

A classe 1- PVa1 – PODZÓLICO VERMELHO – AMARELO ÁLICO Tb A moderado textura argilosa e/ou muito argilosa, apresenta-se como melhor solo da área do PARNA, com vistas a implantação da infra-estrutura arquitetônica.

São solos minerais bem desenvolvidos e bem drenados. Esta classe de solo aparece em vertentes com declividades menos acentuadas. Os PODZÓLICOS VERMELHO-AMARELO, encontram-se em regiões de clima mais quente e mais úmido, ocorrendo nas regiões tropicais e subtropicais (BIGARELLA, 1996). Este solo por apresentar um gradiente textural de argila entre os dois horizontes A e B, tende a dificultar a infiltração de água no horizonte B. Isto se deve ao fato de que a velocidade de infiltração no horizonte A é mais rápida, pois apresenta maior concentração de areia e quando esta água atinge o horizonte B a velocidade de infiltração é reduzida, podendo ocorrer uma saturação do horizonte A (SOUZA, 2007).

Observa-se uma predominância de CAMBISSOLOS ÁLICOS e DISTRÓFICOS, apesar do clima da região apresentar-se como grande agente intemperizante, principalmente pelos altos índices pluviométricos, associado ao relevo fortemente ondulado, que dificulta a infiltração e propicia maior escoamento superficial, também está vinculado a resistência do material de origem, cujo substrato geológico compõe-se de rochas cristalinas: granitos, migmatitos e gnaisses. A classe dos CAMBISSOLOS DISTRÓFICOS aparece nas porções fortemente onduladas igualmente aos CAMBISSOLOS ÁLICOS (SILVEIRA; FIORI; OKA-FIORI, 2003).

Os CAMBISSOLOS também aparecem em diversas áreas com associações de LVa3 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ÁLICO ou PVa3 – PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO. Que conferem a unidade um caráter menos limitante a processos erosivos, portanto mais apta à implantação da infra-estrutura.

Os solos HIDROMÓRFICOS apresentam o menor potencial na classificação, por estarem fora das características que são objeto desta pesquisa, uma vez que em grande parte do ano o lençol freático encontra-se próximo à superfície,

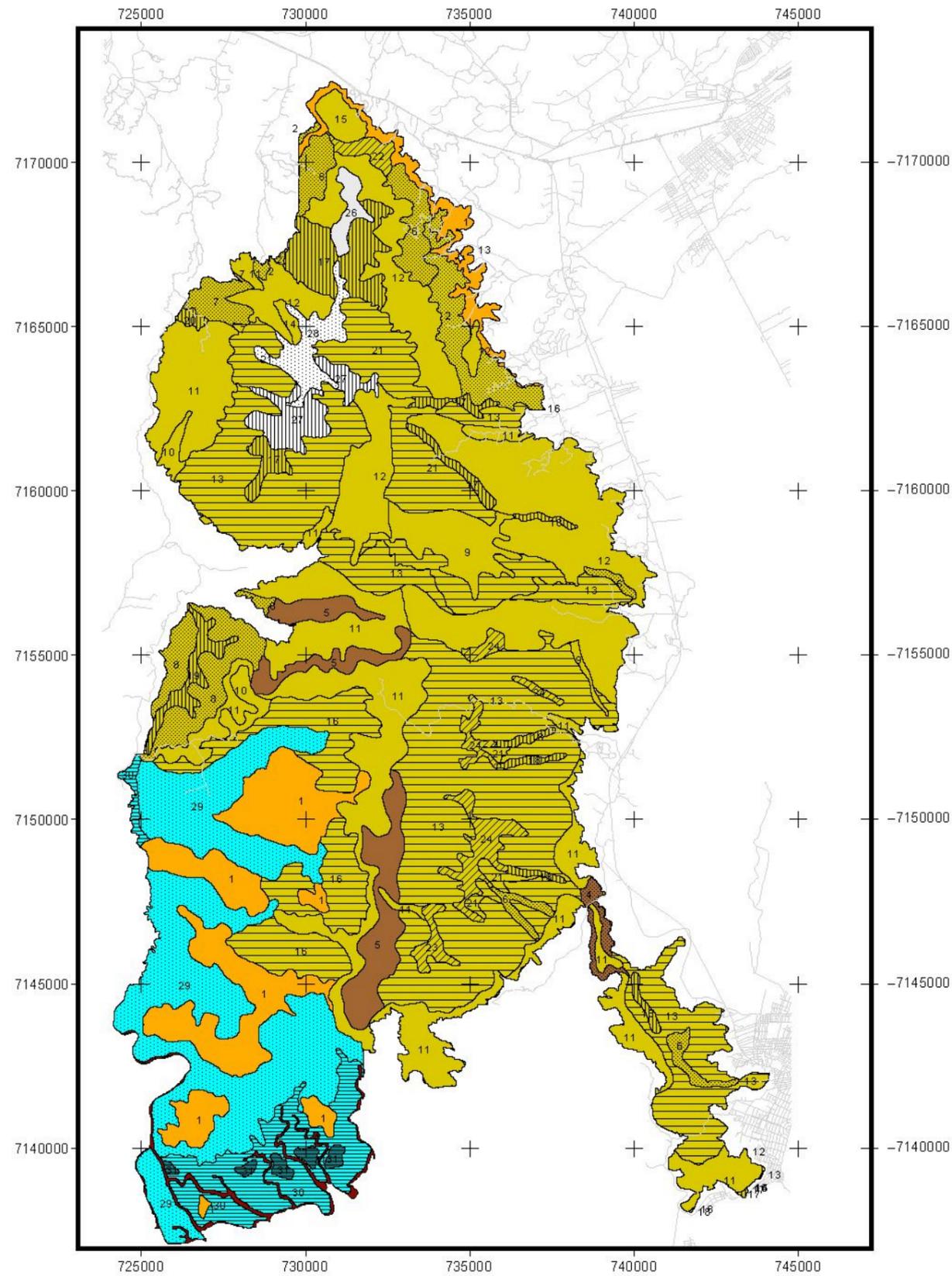
fato que dificultaria e oneraria significativamente a implantação da infra-estrutura, tendo em vista a execução de fundações, locação do canteiro de obra, acesso de pessoal e de material, além de não contribuir para a estabilidade e uso das instalações. A alternativa de rebaixamento do lençol freático certamente causaria maior impacto ao meio ambiente. Inclui-se nesta classificação as áreas de MANGUE, que segundo Palmieri e Larach (2000, p.115), além de distribuírem-se em áreas sedimentares pantanosas e alagadas, estão sujeitas à influência permanente das marés, e por apresentarem características bióticas únicas e serem consideradas como um sustentáculo da atividade pesqueira, são protegidas por lei.

Os solos LITÓLICOS, também com menor potencial na classificação, apresentam baixo desenvolvimento genético (solos pouco desenvolvidos e rasos), com desenvolvimento de um horizonte A (superficial) que pode ser seguido por um horizonte C ou por rocha. Esta unidade costuma ocorrer em situações de declive acentuado, fato que favorece a ação dos processos erosivos

A unidade de mapeamento AFLORAMENTO DE ROCHAS que normalmente apresenta a exposição de rochas como granito e/ou quartzitos e está na maioria das vezes associada a classes de declividade bastante íngremes, onde prevalece a ação de processos erosivos em detrimento dos processos de formação do solo (SOUZA, 2007), também apresentam pequeno potencial na classificação, uma vez que o desprendimento de blocos de rocha, associados a alterações na geometria do terreno (ex. terraplanagem – ação antrópica) e ações das águas de chuva, oferece grande poder destrutivo (FARAH, 2003, p.59).

Para efeito da aplicação desta metodologia as unidades de mapeamento PVa1, Ca12+LVa3, Cd11+PVa3, Ca11+PVa3, Ca12+PVa3, foram consideradas as mais adequadas à implantação da infra-estrutura, por apresentarem, entre as outras unidades encontradas um caráter menos expressivo a ocorrência de processos erosivos.

Mapa de Solos



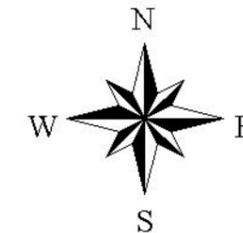
Legenda

- | | |
|------------------|------------------------|
| 1 - PVa1 | 17 - Ca12 + Ra8 |
| 2 - Ca12 + LVa3 | 18 - Ca17 + Ra8 |
| 4 - Cd11 + PVa3 | 19 - Ca24 + Ra10 |
| 5 - Ca11 + PVa3 | 20 - Ca30 + Re1 |
| 6 - Ca12 + PVa3 | 21 - Ca12 + Ca28 + Ra8 |
| 7 - Ca26 + PVa3 | 22 - Ca12 + PVa3 + AR1 |
| 8 - Ca24 + PVa3 | 23 - Ca22 + Ra8 + AR1 |
| 9 - Ca31 | 24 - Ca8 + Ra11 + AR1 |
| 10 - Ca8 | 25 - Ca9 + HGP2 |
| 11 - Ca11 | 26 - Ra1 |
| 12 - Ca12 | 27 - Ra4 + AR1 |
| 13 - Ca12 + Ca22 | 28 - AR1 + Ra1 |
| 14 - Ca17 | 29 - HGP2 + Ca14 |
| 15 - Ca21 | 30 - HGP1 + Ad1 |
| 16 - Ca14 + Ca9 | 31 - P + PH1 |

Perimetro Estradas

Critério para a ordenação das unidades de mapeamento em termos de grau de limitação

- Unidade de mapeamento simples
- Associação sendo o segundo componente menos limitante
- Associação sendo o segundo componente com limitação semelhante
- Associação sendo o segundo componente mais limitante
- Associação sendo todos os componentes diferentes



Base cartográfica - Folha topográfica de Paranaguá e Guaratuba na escala 1:50000, do DSG, anos 1998 e 1969 respectivamente MI 2858-2 e 2858-4

Sistema Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sad-69 - Minas Gerais
Datum Vertical Imbituba - Santa Catarina

Produção:
Governo do Estado do Paraná
Universidade Federal do Paraná - Setor Ciências Agrárias - DESEA - Laboratório de Fotointerpretação

Mapa Compilado de Solos da Área de Proteção Ambiental - APA de Guaratuba (SCHMIDLIN, 1998) na escala 1:50.000, SEMA - Departamento de Cartografia e Geoprocessamento

FIGURA 11–Mapeamento das Unidades de Solo–Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange

4.3.4 Distância de Rios

Sabe-se que a água é um elemento fundamental para a manutenção da vida na superfície terrestre, portanto, de acordo com o objetivo desta pesquisa, consideram-se áreas adequadas à implantação da infra-estrutura arquitetônica, somente aquelas que se encontram acima do limite de Preservação Permanente das Matas Ciliares. Pois qualquer tipo construção, normalmente requer desmatamento e modificações no terreno, procedimentos que, quando mal conduzidos, ou realizados em áreas inadequadas, podem alterar significativamente a paisagem local, além de, posteriormente, por ocasião do uso e manutenção, venham a causar problemas em seus arredores (Ex.: poluição e assoreamento de rios e nascentes).

De acordo com a Legislação Federal sobre o Meio Ambiente (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, art. 2º do Código Florestal, já alterada pela Lei nº 7.803 de 1989), ao redor de nascentes ainda que intermitentes, e nos chamados olhos d'água, qualquer que seja sua situação topográfica, existe uma área de preservação com 50m de largura. Quanto à cursos d'água a mesma lei estabelece as larguras necessárias de preservação, sendo definidas proporcionalmente à largura dos cursos d'água existentes, conforme a especificação abaixo:

- 30m para cursos d'água menores que 10m.
- 50m para cursos d'água de 10m a 50m.
- 100m para cursos d'água de 50m a 200m.
- 200m para cursos d'água de 200m a 600m.
- 500m para cursos d'água maiores que 600m de largura.

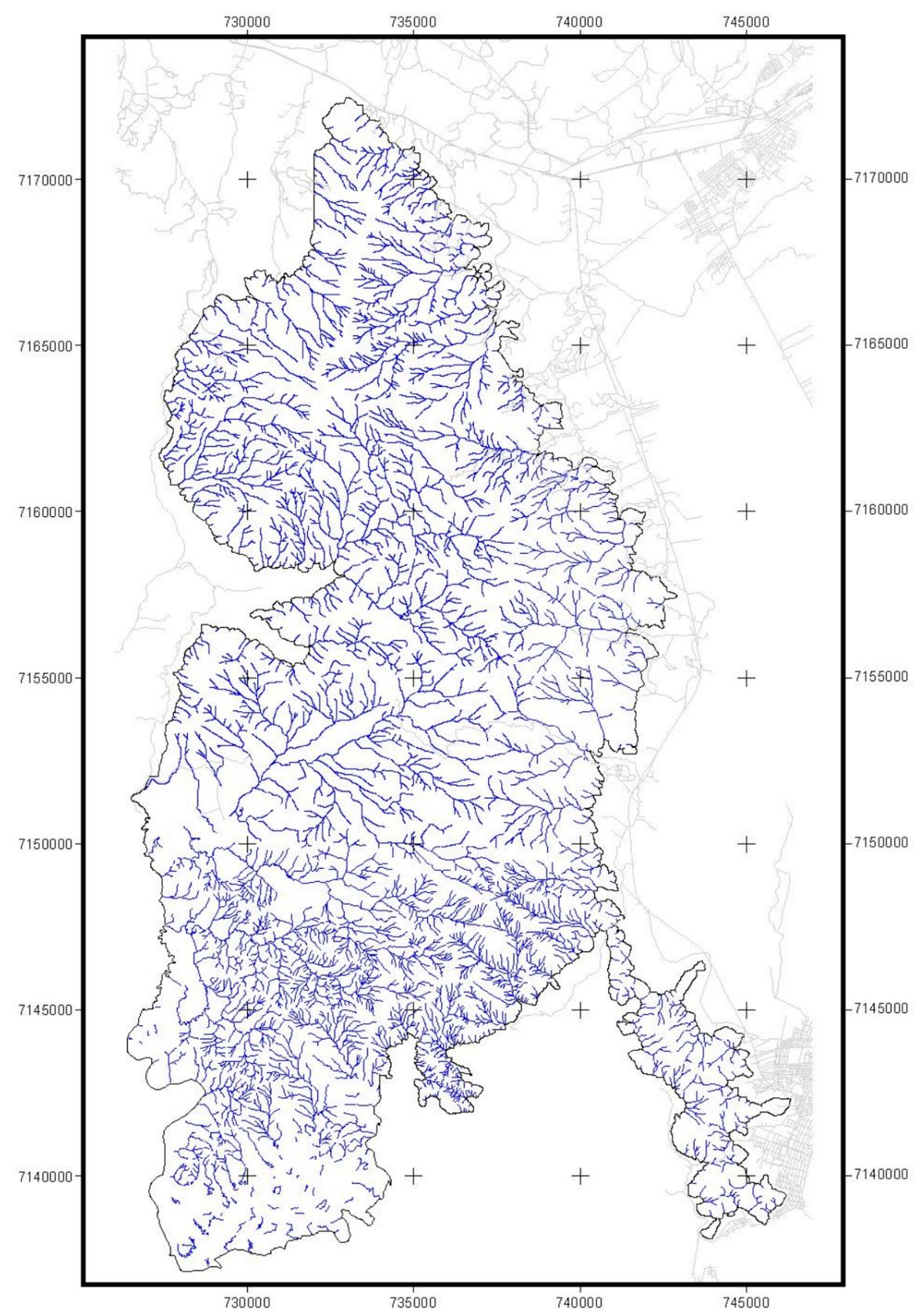
A elevada pluviosidade, distribuída ao longo do ano, contribui para a formação de uma densa malha de drenagem na área do PARNA. Foram identificados importantes rios como o Cambará, Guaraguaçu, do Meio, das Pombas, entre outros, porém, não chegam a atingir largura superior a 50m. Diante deste fato, optou-se por considerar a área correspondente a 50 metros do rio como restrição, ou seja, não será considerada adequada à implantação da infra-estrutura sob condição alguma.

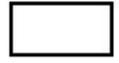
A rede de drenagem do PARNA foi obtida através da base de dados digitais referente ao levantamento do meio físico da área, realizado pelo convênio entre o IBAMA e a MINEROPAR - Serviço Geológico nos Municípios. E importada para o *software* Idrisi Andes, onde é possível gerar mapas de distância linear a partir das áreas de preservação permanentes de rios e nascentes.

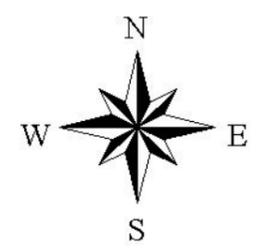
Para tanto, foi usado o arquivo raster contendo a rede de drenagem da área em estudo e calculada a distância linear de cada pixel em relação aos pixels referentes aos rios existentes. Na imagem gerada o valor de cada pixel é a distância em metros, a que o mesmo se encontra da rede de drenagem.

Na FIGURA 12, apresentada a seguir, é possível observar a densa rede de drenagem que recobre toda a área do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, evidenciando a característica de fundamental importância de mananciais superficiais que abastecem grande parte das regiões vizinhas.

Rede de Drenagem



- Legenda
-  Hidrografia
 -  Perimetro
 -  Estradas



Base cartográfica - Folha topográfica de Paranaguá e Guaratuba na escala 1:50000, do DSG, anos 1998 e 1969 respectivamente. MI 2858-2 e 2858-4

Sistema Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sad-69 - Minas Gerais
Datum Vertical Imbituba - Santa Catarina

Serviço Geológico nos Municípios
Convênio IBAMA - MINEROPAR
Parque Nacional Saint Hilaire / Lange

FIGURA 12 – Rede de Drenagem do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange

4.3.5 Distância de Estradas

Apesar da exploração turística em Parques Nacionais ter como base os critérios previstos em seus planos de manejo, são evidentes os impactos por ela provocados. Como o objetivo desta pesquisa é a identificação de áreas adequadas à implantação da infra-estrutura que atenderá aos visitantes e funcionários, parte-se do princípio que, o acesso ao PARNA deve ser facilitado, ou seja, orientado pela recomendação do Roteiro Metodológico do IBAMA, o qual indica ser necessário pensar na utilização que será dada às estradas ou aos caminhos já abertos, pois os mesmos podem dar uma indicação das zonas que os irão conter.

A fim de evitar um impacto ambiental mais acentuado, considerou-se que as áreas adequadas, devem estar próximas às estradas ou caminhos já existentes, os quais além da facilidade de acesso, contam a existência de rede elétrica e de abastecimento de água, reduzindo os custos operacionais para viabilizar um canteiro de obra. Estas áreas estão limitadas a uma distância máxima de 200 metros, da estrada. Uma faixa correspondente a 15m de largura, por toda a extensão da estrada (leito de rodagem mais recuos), foi desconsiderada da análise, e aparece como uma restrição, ou seja, ao longo desta faixa, na qual admite-se uma área de rodagem central com recuos laterais, não serão consideradas áreas adequadas, sob condição alguma.

A malha viária do PARNA foi obtida através da base de dados digitais referente ao levantamento do meio físico da área, realizado pelo convênio entre o IBAMA e a MINEROPAR - Serviço Geológico nos Municípios. E importada para o *software* Idrisi Andes, onde é possível gerar mapas de distância linear a partir das estradas e caminhos existentes..

Para isso foi usado o arquivo raster contendo a malha viária do PARNA e calculada a distância linear de cada pixel em relação aos pixels referentes às estradas existentes. Na imagem gerada o valor de cada pixel é a distância em metros, a que o

mesmo se encontra da estrada.

As estradas estão localizadas predominantemente na Vertente Oriental do perímetro do PARNA, sendo um das principais vias de acesso a rodovia PR 508: Alexandra – Matinhos, da qual partem um número expressivo de estradas secundárias que em sua maioria chegam aos limites da UC., conforme mostra a FIGURA 13.

Deve-se ressaltar que estas vias de acesso são relativamente acessíveis até os limites do PARNA, ao ultrapassar estes limites, na maioria das vezes, as estradas têm seu leito de rodagem diminuído sensivelmente e praticamente desaparecem.

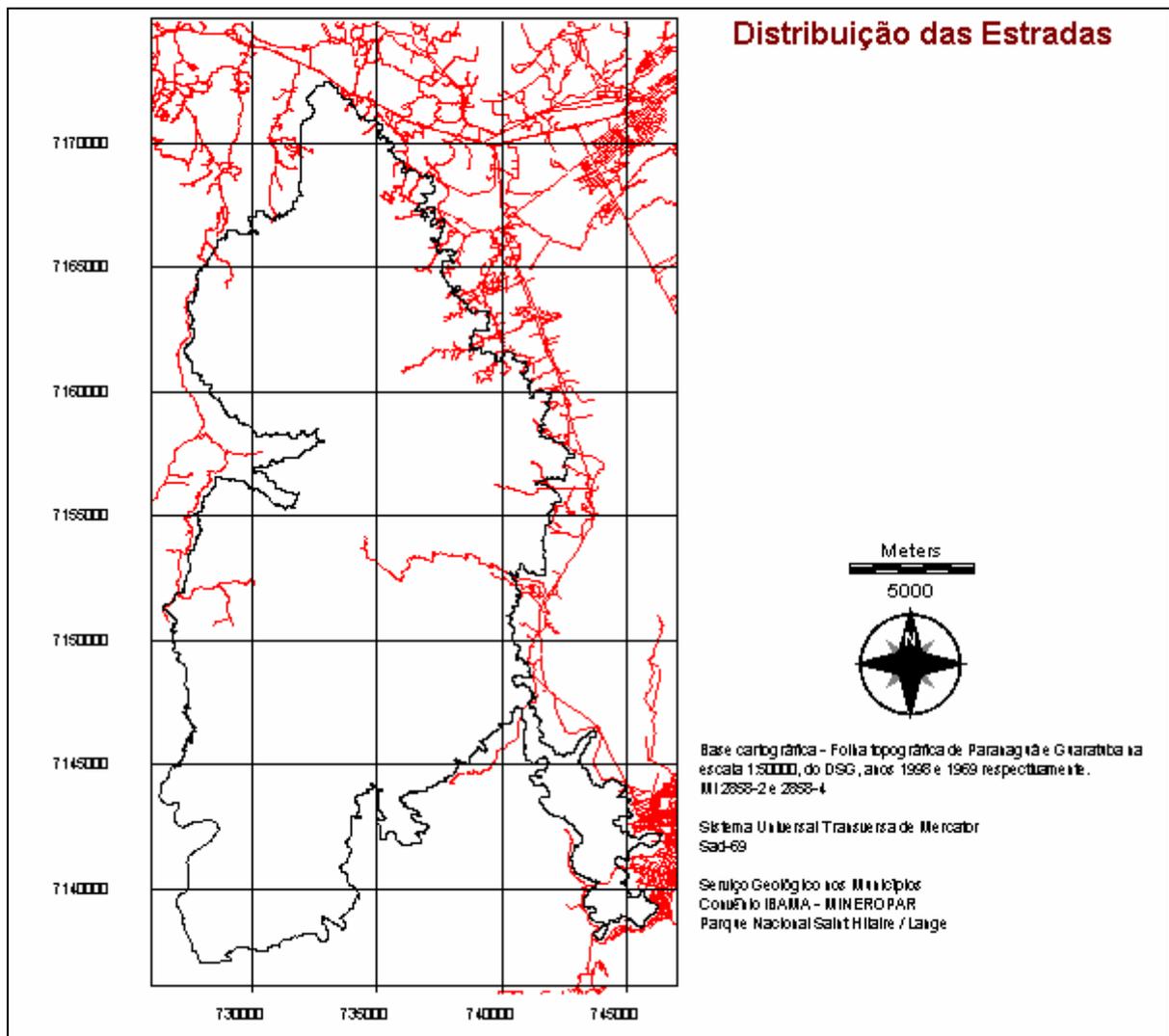


FIGURA 131 – Distribuição das Estradas – Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange.

FONTE – Adaptado do Convênio IBAMA e a MINEROPAR – Serviço Geológico nos Municípios (2005).

4.4 CLASSIFICAÇÃO POR MÚLTIPLOS CRITÉRIOS

A presente pesquisa tem como objetivo, localizar áreas adequadas à implantação da infra-estrutura arquitetônica na UC em questão, para o qual utilizam-se as análises de vários critérios a fim de atingi-lo. Enquadrando-se na avaliação por critérios múltiplos. O grupo de definição de áreas adequadas representa o conjunto de decisão, isto é, o conjunto de todos os locais aptos à implantação da infra-estrutura.

Para a geração do mapa de áreas adequadas foi utilizada a metodologia de classificação por múltiplos critérios denominada Combinação Linear Ponderada (Multi Criteria Evaluation).

De acordo com Weber e Hasenack (1999), os critérios representados são de dois tipos:

a) Restrições (limitações absolutas) são aqueles critérios *Booleanos* que limitam a análise a regiões específicas. Diferenciando áreas que podem ser consideradas adequadas das que não são adequadas sob condição alguma.

b) Fatores, entretanto, são critérios que definem algum grau de aptidão, para toda área considerada. Definindo áreas em termos de uma medida contínua de aptidão, que pode ser ressaltada ou diminuída, isto é, consideram-se áreas que estavam fora das restrições absolutas quando se adota, comparativamente, critérios *Booleanos* na análise.

Essa metodologia permite combinar e comparar todos os fatores que devem ser avaliados. Faz-se, portanto, necessária uma padronização dos critérios não comparáveis entre si viabilizando a agregação entre eles. A maior parte dos processos de padronização utiliza-se de um valor máximo e mínimo para a definição de uma escala. O processo de padronização é na sua essência a lógica *Fuzzy*, segundo a qual um conjunto de valores pode ser expresso (convertido) em uma escala normalizada, tornando-os comparáveis. Para este processo existem várias funções *Fuzzy* que podem ser utilizadas, sendo as mais conhecidas: sigmoideal, *j-shaped*, linear e complexa.

4.4.1 Padronização Fuzzy

A padronização *Fuzzy* tem por finalidade colocar todas as imagens das variáveis consideradas na análise, em uma mesma escala, para tornar possível a integração de todos os dados em ambiente de geoprocessamento (SOUZA, et al, 2005, p. 142). Cada uma destas imagens possui uma unidade específica, por exemplo na declividade a unidade utilizada é a porcentagem, na distância de rios a unidade é metros e no mapa de vegetação são classes.

Com a opção de tipo de função definida, pode-se criar uma curva (crescente ou decrescente) que represente a variação dos valores de cada variável. Durante este processo é feita a reclassificação das imagens para uma escala contínua de valores que varia de 0 a 255 níveis, onde valores baixos, ou próximos a zero representem áreas inadequadas á implantação da infra-estrutura e valores altos, ou próximos a 255 indiquem áreas adequadas ao objeto desta pesquisa. Ao final da padronização *Fuzzy* todas as imagens estão com a mesma unidade, ou seja, todas estão dentro de uma mesma escala variando de 0 a 255, sendo possível então , realizar a integração dos dados para gerar o mapa de áreas adequadas.

De acordo com Burrough et al (1992), a aproximação *Fuzzy* é claramente mais flexível que os métodos *Booleanos* para a análise de aptidão das terras, porque a interseção *Booleana* aceita apenas intervalos rígidos e muitas áreas são rejeitadas. A classificação *Fuzzy* de uma variável contínua é claramente a melhor aproximação da realidade.

A seguir apresentam-se os critérios da padronização das variáveis em análise:

a) Fator Vegetação: antes de definir valores entre 0 e 255, houve a necessidade de reclassificar as classes de vegetação de modo a ordená-las hierarquicamente de acordo com suas características e necessidade de maior grau de proteção frente a ações antrópicas. Desta forma considera-se os três últimos tipos de cobertura, Fase Inicial de Capoeira, Fase Intermediária de Capoeirão e Agropecuária e Outros, como as melhores áreas para a instalação da infra-estrutura por se encontrarem

altamente antropizadas. Após a hierarquização, aplica-se uma função sigmoidal crescente para reescalonamento, isto é, à medida que a vegetação caracteriza um aumento no grau de antropização, mais adequadas encontram-se as áreas para a implantação da infra-estrutura. Como mostra a FIGURA 14.

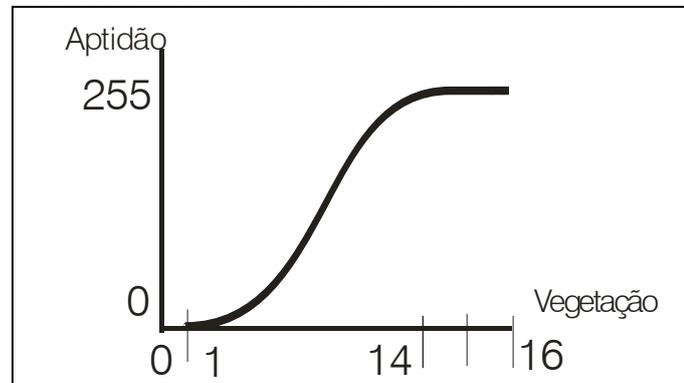


FIGURA 14 – Sigmoidal Crescente – Vegetação

FONTE: Adaptado de Eastman (1998) p. 193.

b) Fator Declividade: como afirmam Veiga e Xavier-da-Silva (2003) as declividades mais suaves são sempre as mais indicadas para qualquer tipo de ocupação. Porém em função dos objetivos da pesquisa, declividades superiores, estabelecendo-se um limite até 30%, foram consideradas, de acordo com a proposta de De Biasi (1992, p.47). Para aplicar esta variação de aptidão, aplica-se uma função sigmoidal decrescente para reescalonar os valores de declividade no intervalo de 0 a 255. Isto é, à medida que a declividade aumenta, menos adequadas encontram-se as áreas para a implantação da infra-estrutura. Como mostra a FIGURA 15.

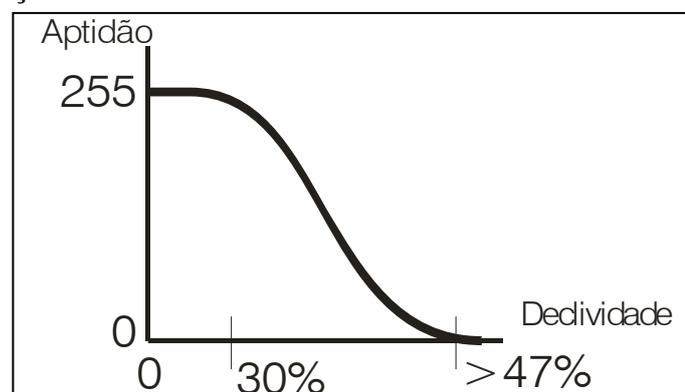


FIGURA 25 – Sigmoidal Decrescente – Declividade

FONTE: Adaptado de Eastman (1998) p. 193.

c) Fator Solos: nos solos ordenados hierarquicamente de acordo com seu potencial de resistência a processos erosivos, as unidades (PVa1, Ca12+LVa3, Cd11+PVa3, Ca11+PVa3, Ca12+PVa3) foram consideradas as mais aptas. Aplica-se então uma função sigmoidal decrescente, ou seja, a medida que o solo caracteriza um aumento no grau de processos erosivos, para efeito desta pesquisa, considera-se que menos adequadas encontram-se as áreas. FIGURA 16.

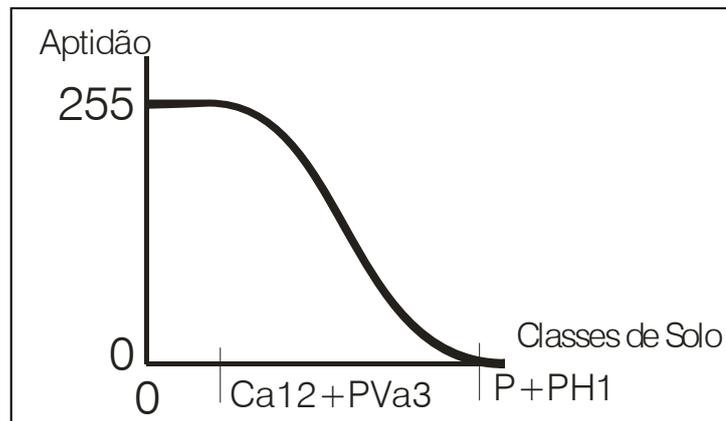


FIGURA 16 – Sigmoidal Decrescente – Classes de Solo

FONTE: Adaptado de Eastman (1998) p. 193.

d) Fator Distância de Rios: de acordo com o objetivo em questão, no qual, quanto maior a proximidade da rede de drenagem, menos adequada encontra-se a área. O Código Florestal, determina o afastamento mínimo dos rios baseado na largura média dos mesmos, no presente caso 50 metros, medida que inclui também as nascentes. Essa variação descreve-se através de uma curva sigmoidal crescente. FIGURA 17.

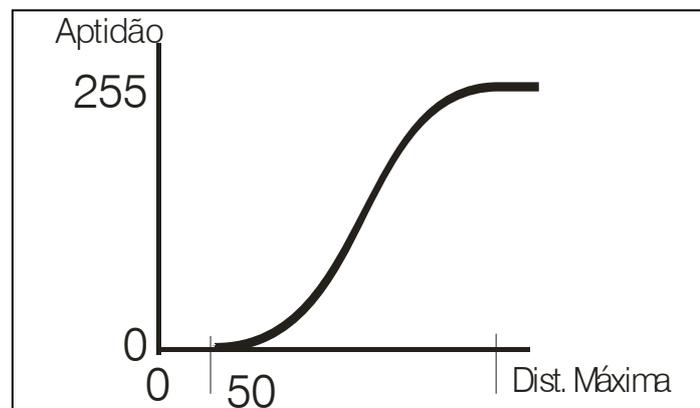


FIGURA 173 – Sigmoidal Crescente – Distância de Rios

FONTE: Adaptado de Eastman (1998) p. 193.

e) Fator Distância de Estradas: áreas adequadas à implantação da infraestrutura devem estar próximas às estradas ou caminhos já existentes, limitadas a uma distância máxima de 200 metros. Para aplicar esta variação de aptidão, aplica-se uma função sigmoidal decrescente para reescalonar os valores da distância de estradas no intervalo de 0 a 255. Isto é, à medida que a distância aumenta, menos adequadas encontram-se as áreas para a implantação da infra-estrutura. FIGURA 18.

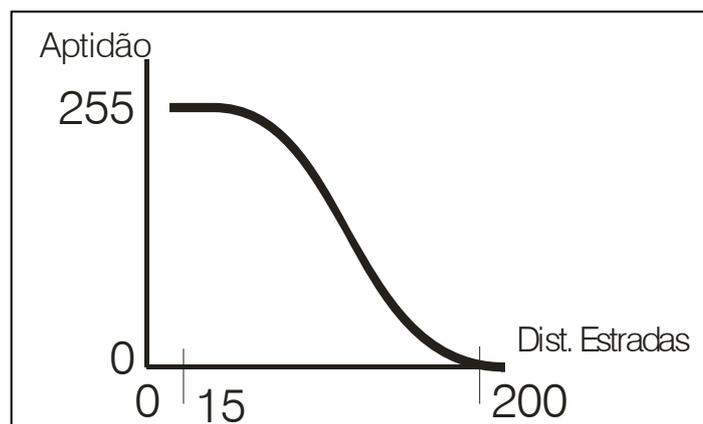


FIGURA 18 – Sigmoidal Crescente – Distância de Estradas

FONTE: Adaptado de Eastman (1998) p. 193.

4.4.2 Determinação dos Pesos de Importância Relativa

Na construção da regra de decisão define-se o modo como os diversos fatores serão combinados entre si, a fim de atingir o objetivo proposto. Por exemplo, o propósito é a localização da maior quantidade de áreas, destinadas a implantação da infra-estrutura, porém há a necessidade de que estas áreas estejam primeiramente fora das zonas de restrição e próximas às estradas, que estejam localizadas em áreas com maior grau de antropização da cobertura vegetal, onde a declividade não seja muito elevada e com solos mais resistentes a processos erosivos. Todas estas considerações devem ser incorporadas no processo de construção da regra de decisão, valorando-se cada fator de acordo com a sua importância diante do cenário pretendido (WEBER; HASENACK, 1999).

Efetua-se a ponderação através da comparação pareada entre os fatores, comparados relativamente uns aos outros, sempre de dois a dois. Segundo Weber e Hasenack (1999), este tipo de comparação permite estabelecer qual é o fator mais significativo e quanto cada um é mais importante que os demais em termos relativos e como os fatores irão compensar-se uns aos outros. Fatores com aptidão elevada em uma determinada área, podem compensar outros fatores com baixa aptidão neste mesmo local (EASTMAN, 1998, p. 195).

Esta é uma etapa, onde o pesquisador deve estar apoiado em uma sólida fundamentação teórica, atrelada a contribuição de avaliações multidisciplinares, para que se possam contemplar adequadamente todos os fatores dentro do maior número de pontos de vistas possíveis.

Na técnica de comparação pareada são estabelecidos um conjunto de pesos de fatores, como mostra a FIGURA 19. Permitindo um processo iterativo de exploração, ou seja, pode-se refazer o cálculo dos pesos, retornando a matriz de comparação pareada, quanta vezes julgar necessário. O processo resulta em um peso para cada fator (QUADRO 4) e uma avaliação de consistência da comparação pareada. A razão de consistência (CR – Consistency Ratio) tem por finalidade informar ao usuário sobre quaisquer inconsistências ocorridas durante a atribuição de pesos. Segundo Saaty & Vargas¹³, 1991 citado por Zambon, 2005, p.189, quando o CR é superior a 0,1 é necessário reavaliar o processo. Esta afirmação foi feita baseando-se em vários contextos em que se utilizou este método para a resolução de diferentes tipos de problemas complexos.

¹³ SAATY, T. L. & VARGAS, L.G. Prediction, Projection and Forecasting. Kluwer Academic Boston, MA, USA, 1991.

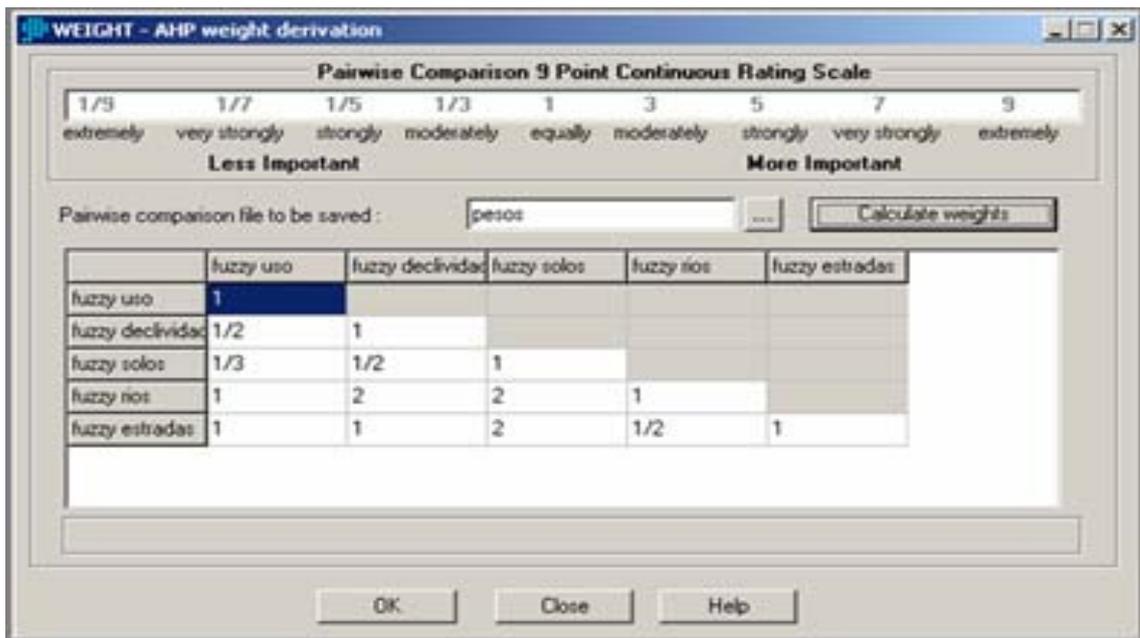


FIGURA 19 - Determinação dos Pesos de Importância Relativa

FONTE: Software Idrisi Andes. Resultado da pesquisa de laboratório.

QUADRO 4 – PESOS CALCULADOS

FATOR	Pesos Calculados
Fuzzy Vegetação	0.2670
Fuzzy Declividade	0.1617
Fuzzy Solos	0.0991
Fuzzy Rios	0.2844
Fuzzy Estradas	0.1879

FONTE: Software Idrisi Andes. Resultado da pesquisa de laboratório.

Razão de Consistência = 0,02 (Portanto aceitável)

Na análise do QUADRO 4 a distância de rios aparece como o critério ao qual foi atribuído o maior peso, ou seja, assegurar que o limite da área de Preservação Permanente não seja afetado, por ocasião da implantação da infraestrutura, por si só determina sua prioridade. A vegetação vem em segundo

lugar, ressaltando a importância da conservação deste bioma e justificando a criação do PARNA. Em terceiro lugar a distância de estradas vem balizando, como foi comentado anteriormente, a definição das áreas mais apropriadas para locar a infra-estrutura, visando principalmente a facilidade de acesso sem que haja a necessidade de impactar o meio com a abertura de novas estradas e considerando que ao longo delas o meio natural já deva estar bastante alterado pela ação antrópica. Respectivamente em quarto e quinto lugares aparecem a declividade e o solo, itens que do ponto de vista construtivo não apresentam grandes dificuldades, visto que, atualmente, as técnicas construtivas apresentam inúmeras soluções viáveis para vencer possíveis limitações.

4.4.3 Combinação Linear Ponderada

O último passo no processo de agregação dos fatores é a aplicação da regra de decisão, utilizando-se o método de agregação por múltiplos critérios (*Multi Criteria Evaluation* – MCE) através da Combinação Linear Ponderada (*Weight Linear Combination* – WCL), onde cada fator é multiplicado por seu peso e após a soma dos resultados o último passo é multiplicar as restrições *Booleanas* (neste caso as áreas de preservação permanente, as estradas e o perímetro externo) para eliminar as áreas que não interessam, este cálculo é feito pixel a pixel, gerando assim um mapa de áreas potenciais muito mais detalhado que uma simples análise *Booleana*, com valores variando de 0 a 255 (EASTMAN, 1998).

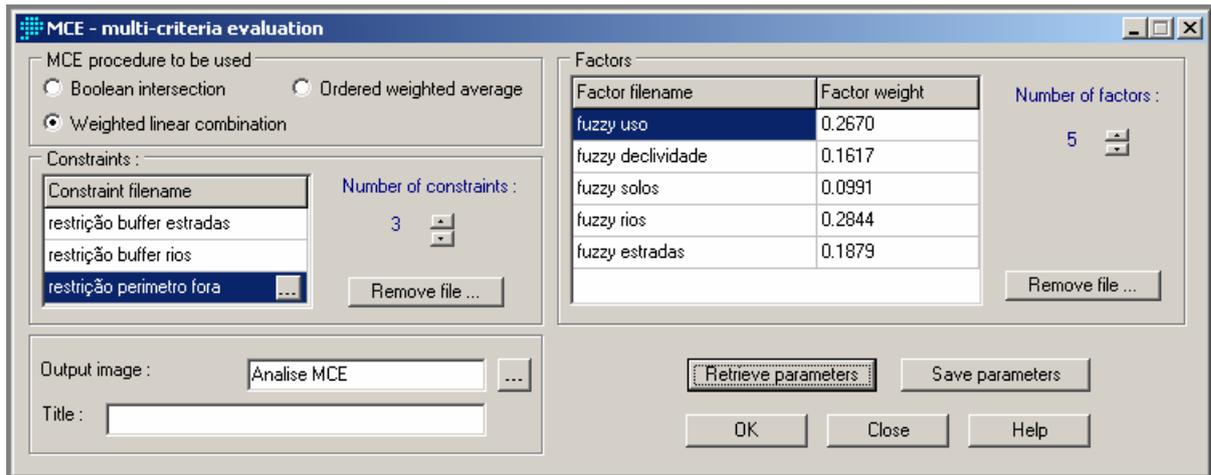


FIGURA 20 – Módulo de Análise por Múltiplos Critérios – MCE

FONTE: Software Idrisi Andes. Resultado da pesquisa de laboratório.

O procedimento WCL permite uma compensação completa entre todos os fatores. O grau com que um fator pode compensar o outro é determinado pelo seu peso. Na presente pesquisa um alto peso de aptidão na distância de estradas pode facilmente compensar um baixo peso de aptidão de declividade em um mesmo local. Na imagem resultante este local terá uma aptidão elevada. No cenário inverso, um alto peso de aptidão na declividade pode compensar um baixo peso de aptidão na distância de estradas. Pode-se observar no QUADRO 5 apresentado a seguir um exemplo do cálculo realizado através da Combinação Linear Ponderada em comparação com a Análise *Booleana*.

Ao observar o exemplo do QUADRO 5 é possível perceber que quando os pesos são considerados iguais (distribuição linear), o valor do pixel será 88,75, ou seja, apesar de nos fatores 3 e 4 a área possuir um bom score, o valor final será reduzido em função do baixo score dos fatores 1 e 2. Com o método de diferentes pesos permite-se levar em conta a informação de que o fator 4 é o mais importante na análise e os fatores 1 e 2 os de menor importância, nesta consideração o valor tende a 255 e não a zero. Já na análise *Booleana* esta área seria considerada com absolutamente não apta, pois seu valor após a multiplicação seria igual a zero.

QUADRO 5 – EXEMPLO DE CÁLCULO REALIZADO PELO PROGRAMA NA COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA E NA ANÁLISE BOOLEANA

Pixel								
50	Fator 1	→	0,25 x 50 = 12,5	0,25 x 50 = 12,5	50 x			
	0	Fator 2	→	0,10 x 0 = 0	0,25 x 0 = 0	0 x		
		100	Fator 3	→	0,10 x 100 = 10	0,25 x 100 = 25	100 x	
			100	Fator 4	→	0,55 x 205 = 112,75	0,25 x 205 = 51,25	205 x
						135,25	88,75	0,00
						↓		
						Valor final do pixel		
						Pesos diferentes	Distribuição linear	Análise Booleana
						Combinação Linear Ponderada		

FONTE: Donha , Souza e Sugamoto, (2006)

A imagem resultante da Combinação Linear Ponderada pode ser observada a seguir na FIGURA 21. Onde é possível observar a variação de níveis de potencialidade, na qual cada pixel representa o valor recebido em toda ação que considerou os critérios escolhidos e os pesos à eles atribuídos, os pixels com maiores valores, ou seja próximos a 255, representados por cores mais avermelhadas, são considerados em áreas que apresentam maior potencial a implantação da infraestrutura arquitetônica, e pixels com valores tendendo a 0, são considerados em locais de baixa potencialidade, devido a fatores limitantes como por exemplo alta classe de declive, cobertura vegetal inadequada ao objetivo da análise, grande distância de estradas, etc.

Este mapa de áreas potenciais (FIGURA 21) é resultante da integração dos mapas de vegetação, declividade, solos, distância de rios e distância de estradas.

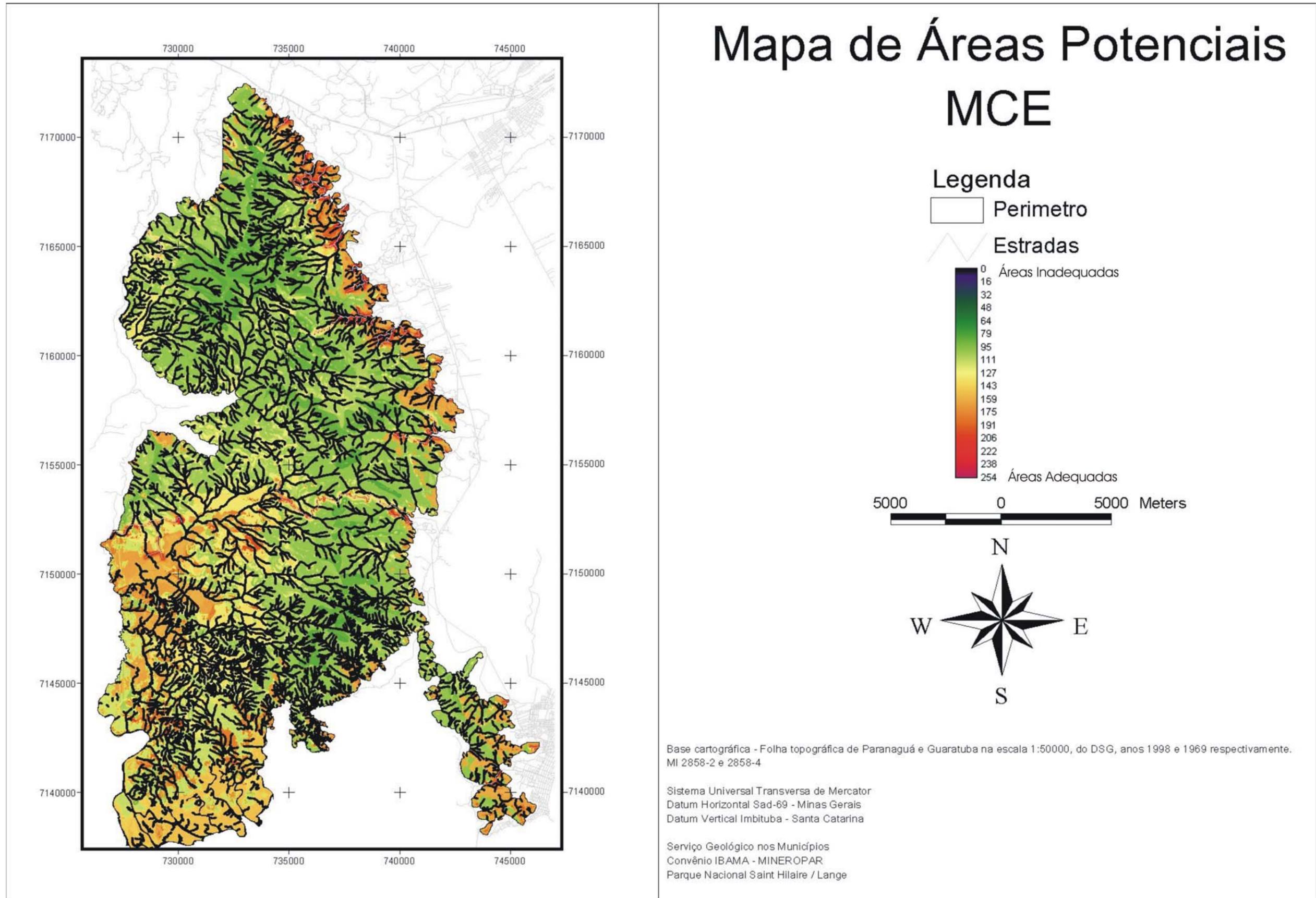


FIGURA 21 - Mapa de Áreas Potenciais - MCE

Posteriormente, com o objetivo de especificar ainda mais o objeto da análise, a imagem gerada, foi reclassificada em 5 intervalos de potencialidade, a partir da interpretação visual do histograma gerado da imagem, que é apresentado a seguir na FIGURA 22.

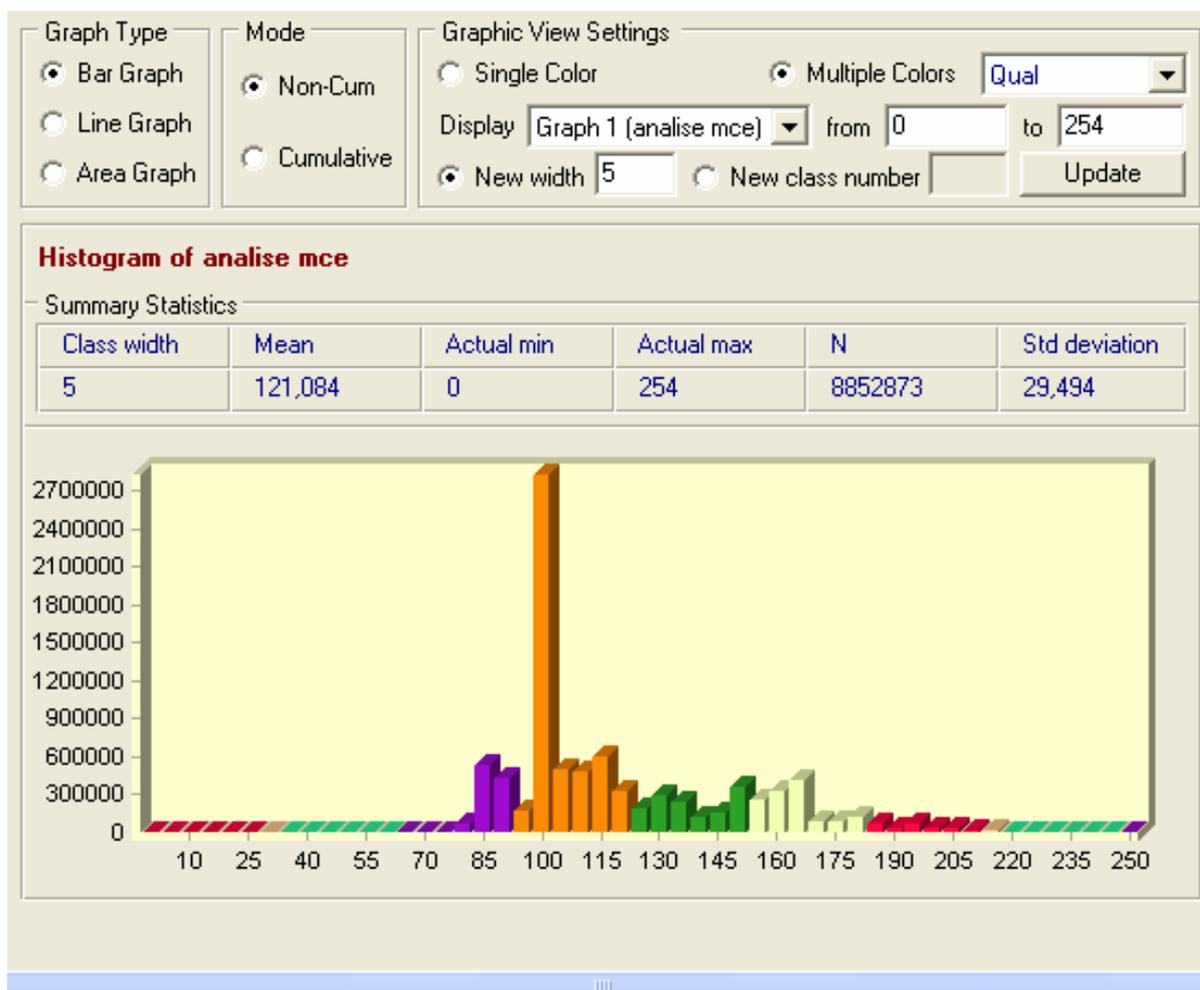


FIGURA 22 – Histograma da Análise MCE

FONTE: Software Idrisi Andes. Resultado da pesquisa de laboratório.

O histograma acima apresentado refere-se à frequência de ocorrência, em número de pixels, das classes potenciais, variando do maior valor potencial encontrado ao menor valor potencial.

As classes potenciais foram reagrupadas de acordo com:

1. **Ótima** – sem limitações para a implantação da infra-estrutura. Intervalo variando de 255 a 220.
2. **Boa** – com poucas limitações para a implantação da infra-estrutura. Intervalo variando de 220 a 185.
3. **Moderada** – com limitações que requerem medidas intensas a implantação da infra-estrutura. Intervalo variando de 185 a 155.
4. **Ruim** – limitações severas e permanentes a implantação da infra-estrutura. Intervalo variando de 155 a 125.
5. **Péssima** – inadequadas a implantação da infra-estrutura . Intervalo variando de 125 a 0.

Sabe-se no entanto que dentro de cada faixa elencada acima, ou seja, para cada uma das cinco classes potenciais, existe uma variação de valores, onde áreas com aptidão similar não possuem necessariamente o mesmo grau de limitação ou potencialidade.

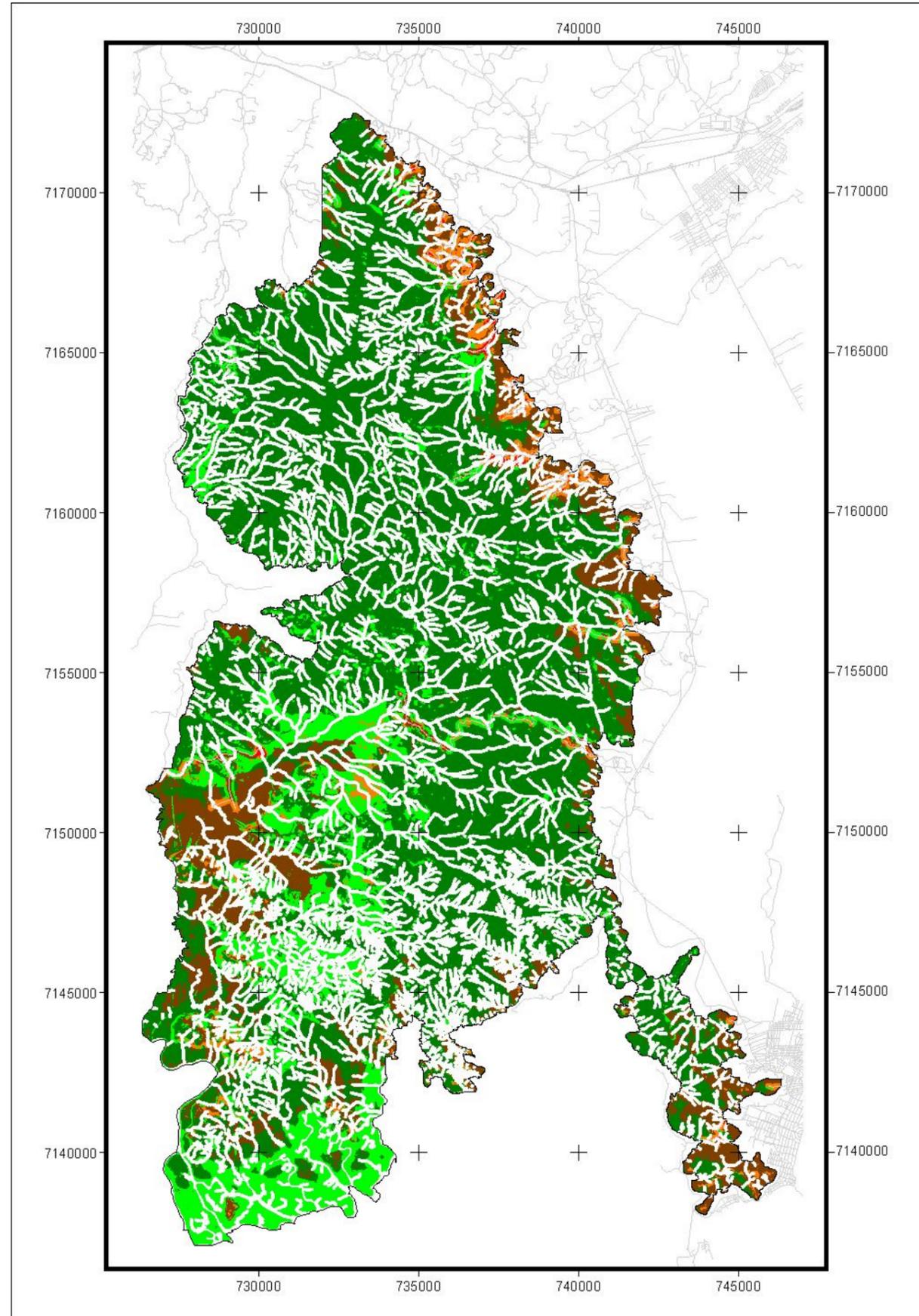
Dentro da classe 1. Ótima, por exemplo, serão classificadas áreas que apesar de pertencerem à classe de maior potencial, podem conter pequenas restrições em uma ou mais variáveis, que são compensadas por grandes potencialidades encontradas em outras.

Este procedimento de agregação faz parte da técnica da Combinação Linear Ponderada, baseada nas médias a qual coloca análise no meio do caminho, ou seja, nenhum risco extremo e nenhum extremo de aversão ao risco. Ou seja, os fatores compensam-se uns aos outros.

Cabe aqui ressaltar a importância de uma posterior avaliação de campo, a fim de validar ou não a tomada de decisão, quanto ao objeto da análise desta pesquisa.

A FIGURA 23 representa a imagem MCE reclassificada.

Mapa de Áreas Potenciais

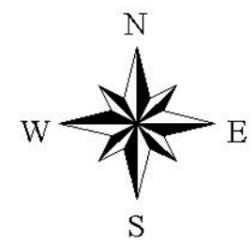


Legenda

-  Classe Ótima
-  Classe Boa
-  Classe Moderada
-  Classe Ruim
-  Classe Péssima

-  Estradas
-  Perimetro

5000 0 5000 Meters



Base cartográfica - Folha topográfica de Paranaguá e Guaratuba na escala 1:50000, do DSG, anos 1998 e 1969 respectivamente. MI 2858-2 e 2858-4

Sistema Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sad-69 - Minas Gerais
Datum Vertical Imbituba - Santa Catarina

Serviço Geológico nos Municípios
Convênio IBAMA - MINEROPAR
Parque Nacional Saint Hilaire / Lange

FIGURA 23 – Mapa de Áreas Potenciais

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A expressão territorial reservada para a classe de Potencial 1-Ótima, apresenta-se muito pequena com apenas 63 ha, cálculo obtido através da análise do histograma gerado da imagem MCE reclassificada, em relação a área total do PARNA com 35.888 ha. Com o objetivo de analisar a ocorrência de cada variável tanto na classe de maior potencial como nas demais, serão feitos cruzamentos caso a caso. Posteriormente a análise se restringe somente às áreas de Potencial 1-Ótima, iguais ou maiores que 1.500,0 m². Das quais são selecionadas uma amostragem de 20 áreas que apresentam as maiores expressões territoriais. Faz-se uma avaliação em campo das áreas selecionadas (apenas 10 pontos), a fim de identificar e discutir os elementos que determinaram os resultados levando em consideração as características físicas da paisagem e a legislação ambiental. Finalmente é descrita uma análise Booleana da área do PARNA.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS CLASSES DE POTENCIAIS

Neste tópico será apresentada a composição das classes de potenciais (1. Ótima, 2.Boa, 3.Moderada, 4.Ruim e 5. Péssima) para a implantação da infraestrutura no que se referem as variáveis utilizadas para tal identificação (Vegetação, Declividade, Solos, Distância de Rios e Distância de Estradas). Deve-se ressaltar que esta caracterização será realizada por variável, no entanto, sabe-se que a identificação das classes foi realizada em uma avaliação conjunta das variáveis, portanto, a presença de uma variável com características ideais pode não resultar em uma classe ideal para a implantação da infra-estrutura.

5.1.1 Classes de Vegetação x Classes de Potencial

A seguir a TABELA 4 apresenta o cruzamento das classes de vegetação com as classes de potencial.

TABELA 4– CLASSES DE VEGETAÇÃO X CLASSES DE POTENCIAL

Vegetação	Classes de Potencial para implantação da infra-estrutura (ha)				
	1. Ótima	2. Boa	3. Moderada	4. Ruim	5. Péssima
F.O.D Terras Baixas (SH)	0.0	0.0	0.0	0.8	85.2
F.O.D Terras Baixas (SSH, NH)	0.0	0.0	0.0	6.3	565.7
F.O.D Aluvial	0.0	0.0	13.2	399.1	652.5
F.O.D Submontana	0.0	2.5	60.7	1821.7	11220.5
F.O.D Montana	0.0	0.0	0.0	36.5	2122.7
F.O.D Altomontana	0.0	0.0	0.0	0.0	86.8
Campos de Altitude	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
F.P.I m Campos Salinos	0.0	0.0	0.2	224.6	0.8
F.P.I m manguezais	0.0	0.0	4.4	862.9	1.0
F.P.I.F Várzeas	0.0	3.8	368.6	20.6	0.4
F.P.I.F Caxetais	0.0	26.2	615.3	10.1	0.4
F.P.I.M Restinga (herb. Arb.)	0.0	2.9	11.9	0.0	0.0
F.P.I.M Restinga Arbórea	0.0	0.5	19.7	0.7	0.0
Fase Inicial de Capoeira	23.9	192.2	618.9	24.2	0.0
Fase Intermediária de Capoeirão	34.2	431.8	1470.2	38.8	0.0
Agropecuária e Outros	5.0	16.2	18.9	0.7	0.0

FONTE: Cruzamento dos planos gerados no *software* Idrisi.

Observa-se na TABELA 4, que a classe de potencial 1- Ótima, em relação a variável vegetação, apresenta apenas áreas com Agropecuária e outros, Fase Intermediária de Capoeirão e Fase Inicial de Capoeira, identificadas pela sua elevada antropização.

A medida que as classes de potencial ficam mais restritivas verifica-se o aparecimento de vegetação de grande porte, que requerem maior atenção em termos de preservação. Em contrapartida áreas mais antropizadas diminuem sua ocorrência ou não são identificadas.

5.1.2 Classes de Declive x Classes de Potencial

A seguir a TABELA 5 apresenta o cruzamento das classes de vegetação com as classes de potencial.

TABELA 5 – CLASSES DE DECLIVE X CLASSES DE POTENCIAL

Classes de Declive	Classes de Potencial para implantação da infra-estrutura (ha)				
	1. Ótima	2. Boa	3. Moderada	4. Ruim	5. Péssima
0 – 5%	7.6	110.2	1030.2	1763.4	1154.6
5 – 12%	15.9	98.4	188.0	692.1	361.4
12 – 30%	37.8	266.8	621.6	772.1	3554.6
30 – 47%	1.7	132.3	808.8	137.9	5154.9
Maior 47%	0.3	68.3	553.4	81.5	4518.3
Total (ha)	63.2	676.1	3202.1	3447.0	14743.8

FONTE: Cruzamento dos planos gerados no *software* Idrisi.

Percebe-se na TABELA 5 que a classe de potencial 1- Ótima, possui apenas 63,2 ha destinados à implantação da infra-estrutura sendo que deste total apenas 2,0 ha encontram -se em declividades superiores a 30%.

Já a classe de potencial 2 - Boa, apresenta um total de 676,1 ha , área muito mais expressiva que a classe anterior, porém 200,6 ha estão em condições inadequadas ao estabelecimento da infra-estrutura por localizarem-se em áreas de declividades superiores a 30%.

É observado um aumento significativo de áreas, a medida que se desloca a avaliação em direção a classe de potencial 5- Péssima. Em uma análise preliminar este fato parece incorreto, já que a classe 5 apresenta 1.154,6 ha entre as declividades de 0 a 5%, índice considerado ideal ao objetivo desta pesquisa. No entanto deve-se ressaltar que as áreas das classes de menor potencial, apesar de expressivas, certamente apresentam limitações no que se referem as demais variáveis, que serão discutidas a seguir.

5.1.3 Classes de Solos x Classes de Potencial

A seguir a TABELA 6 apresenta o cruzamento das classes de solos com as classes de potencial.

TABELA 6 – CLASSES DE SOLOS X CLASSES DE POTENCIAL

Classes de Solos	Classes de Potencial para implantação da infra-estrutura (ha)				
	1. Ótima	2. Boa	3. Moderada	4. Ruim	5. Péssima
PVa1	15.6	200.8	322.9	560.8	490.0
Ca12 + LVa3	10.5	96.9	155.1	61.5	75.6
Cd11 + PVa3	0.0	0.4	11.5	3.9	66.8
Ca11 + PVa3	0.0	3.7	26.7	99.6	522.0
Ca12 + PVa3	4.2	38.4	139.6	28.8	235.0
Ca26 + PVa3	0.0	0.2	0.8	14.9	122.1
Ca24 + PVa3	0.8	5.4	48.1	52.7	356.5
Ca31	0.0	0.4	3.0	34.2	359.6
Ca9	2.4	1.4	0.3	96.7	24.3
Ca11	11.7	73.5	282.2	307.8	1873.1
Ca12	8.4	101.7	488.8	89.1	2088.2
Ca12 + Ca22	5.8	65.6	403.7	153.1	3817.8
Ca17	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0
Ca21	0.0	0.0	8.9	5.4	106.5
Ca14 + Ca9	3.2	59.2	53.8	713.1	82.3
Ca12 + Ra8	0.0	0.8	16.0	9.3	522.0
Ca17 + Ra8	0.2	2.6	4.7	6.1	150.4
Ca24 + Ra10	0.0	0.1	2.7	16.2	157.7
Ca30 + Re1	0.0	0.0	0.0	7.1	14.5
Ca12 + Ca28 + Ra8	0.0	0.0	0.6	13.0	1204.7
Ca12 + PVa3 + AR1	0.0	2.5	14.8	22.3	21.7
Ca22 + Ra8 + AR1	0.0	0.0	0.0	0.3	69.3
Ca8 + Ra11 + AR1	0.0	0.7	0.1	4.2	360.1
Ca9 + HGP2	0.0	0.0	20,1	40.8	128.2
Ra1	0.0	0.0	0.0	8.2	108.8
Ra4 + AR1	0.0	0.0	0.0	0.0	255.0
AR1 + Ra1	0.0	0.0	0.0	0.0	259.2
HGP2 + Ca14	0.0	20.7	1155.4	244.9	1232.0
HGP1 + Ad1	0.3	1.1	44.9	873.8	61.3
P + PH1	0.0	0.0	17.5	20.0	86.4
TOTAL	63.2	676.1	3202.1	3447.0	14743.8

FONTE: Cruzamento dos planos gerados no software Idrisi.

Na TABELA 6 as unidades de mapeamento do solo foram ordenadas em relação ao menor potencial a processos erosivos e maior suporte às obras de engenharia.

Percebe-se que a classe de potencial 1 - Ótima, possui uma maior concentração de áreas entre as primeiras unidades de mapeamento, sendo que para as demais unidades, as áreas são inexpressivas ou inexistentes. Demonstrando claramente que a metodologia aplicada foi eficiente no que se refere aos critérios adotados, nos quais os solos Hidromórficos, Aluviais, Litólicos e Afloramento de Rochas apresentam os menores potenciais na classificação devido as suas restrições quanto à implantação da infra-estrutura.

Para as demais classes de potencial, ocorre um aumento significativo das unidades de mapeamento que apresentam maiores limitações a processos erosivos e suporte às obras de engenharia.

Ao observar a classe de potencial 5 – Péssima, percebe-se que a unidade de mapeamento PVal (nesta pesquisa considerada como a ideal), possui uma área expressiva de 490,0 ha. No entanto, deve-se ressaltar que certamente apresenta limitações no que se refere as demais variáveis.

5.1.4 Distância de Rios x Classes de Potencial

A seguir a TABELA 7 apresenta o cruzamento da distância dos rios com as classes de potencial. Observa-se no entanto que a unidade de medida neste caso será em metros, com o objetivo de facilitar a compreensão.

TABELA 7 – DISTÂNCIA DE RIOS X CLASSES DE POTENCIAL

Classes de Potencial para a implantação da infra-estrutura	Distância de rios (m)		
	Mínimo	Máximo	Média
1. Ótima	51.5	420.1	107.8
2. Boa	51.5	459.2	118.9
3. Moderada	51.5	805.0	149.8
4. Ruim	51.5	780.3	143.1
5. Péssima	51.5	780.1	129.6

FONTE: Cruzamento dos planos gerados no software Idrisi.

Na TABELA 7, apresentada anteriormente, percebe-se que a distância mínima das áreas potenciais, em relação aos rios, é igual para todas as classes, ou seja, 51,5 metros. Devendo-se ao fato da inclusão de uma área de restrição de 50,0 metros, dita Área de Preservação Permanente, ao longo de todos os cursos d'água e nascentes. Já a distância máxima que uma área potencial possa se encontrar em relação aos rios, apresenta um valor dentro de um limite perfeitamente aceitável no que se refere aos impactos que a infra-estrutura possa causar ao meio local.

5.1.5 Distância de Estradas x Classes de Potencial

A seguir a TABELA 8 apresenta o cruzamento da distância de estradas com as classes de potencial. Observa-se no entanto que a unidade de medida neste caso será em metros, com o objetivo de facilitar a compreensão.

TABELA 8 – DISTÂNCIA DE ESTRADAS X CLASSES DE POTENCIAL

Classes de Potencial para a Implantação da infra-estrutura	Distância de estradas (m)		
	Mínimo	Máximo	Média
1. Ótima	7.1	126.6	39.0
2. Boa	7.1	12791.9	1527.3
3. Moderada	7.1	12851.4	2266.3
4. Ruim	7.1	13652.0	5350.4
5. Péssima	49.5	13106.4	2613.6

FONTE: Cruzamento dos planos gerados no software Idrisi.

Na TABELA 8, apresentada acima, pode-se perceber que a classe 1 – Ótima, com uma distância máxima de 126,6 metros, representa claramente a eficiência dos critérios adotados. Ao considerar que as áreas adequadas, deveriam estar próximas às estradas ou caminhos já existentes, limitadas a uma distância máxima de 200 metros, a fim de evitar um impacto ambiental mais acentuado sobre o meio.

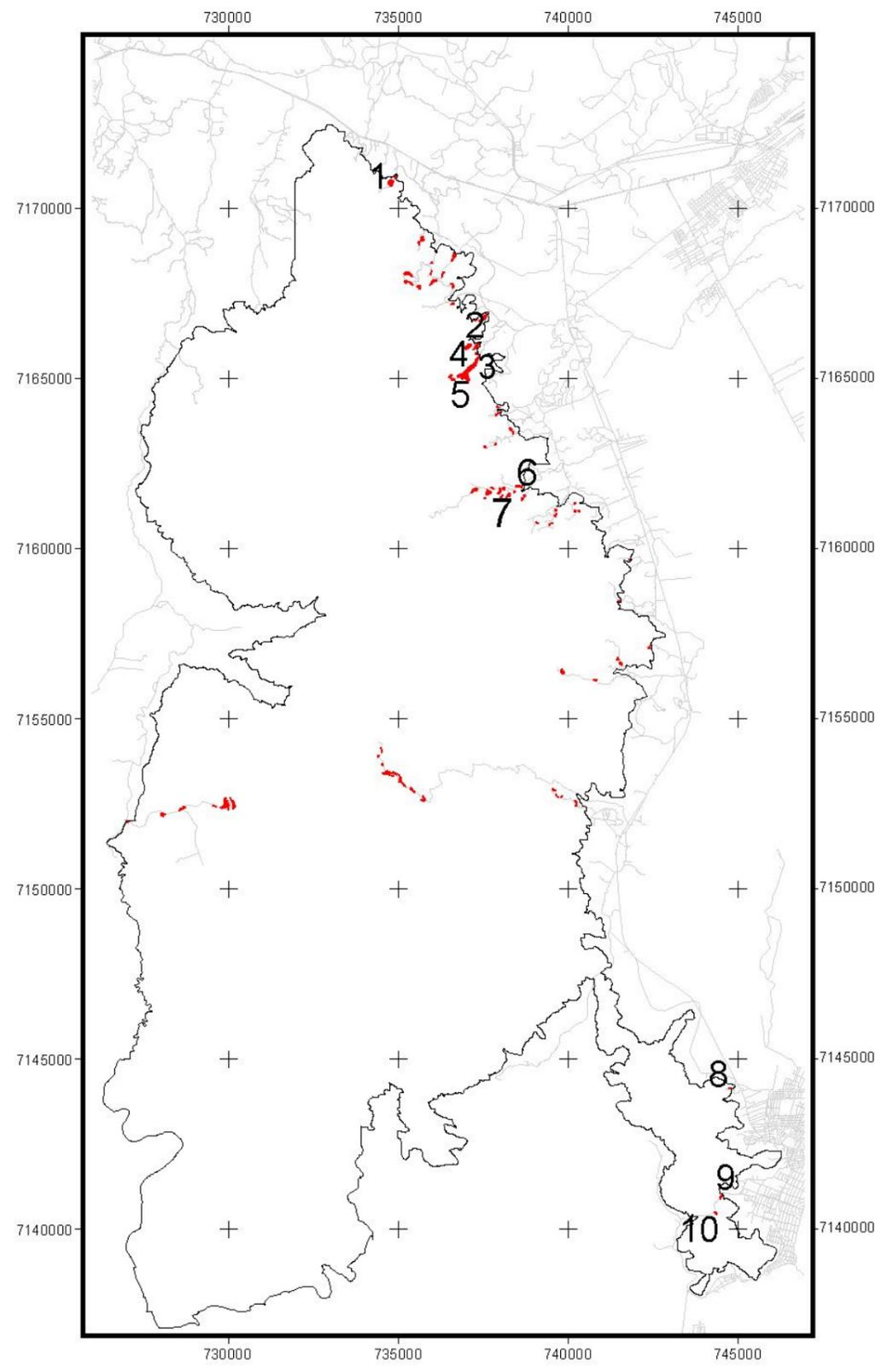
Na análise da distância mínima, a classe 1 – Ótima, com 7,1 metros, representa novamente a eficiência dos critérios adotados, partindo do princípio que, a localização da infra-estrutura, necessária ao apoio de visitantes e pessoal administrativo, deve estar próxima às estradas, com o objetivo de facilitar o acesso e reduzir o impacto ambiental.

5.2 CARACTERIZAÇÃO SOMENTE DAS ÁREAS COM CLASSE DE POTENCIAL 1. ÓTIMA

Foram selecionadas, do mapa de áreas potenciais à implantação da infraestrutura, todas as áreas da classe de potencial 1 – Ótima, com extensões territoriais iguais ou superiores a 1.500,0 m². Esta metragem foi estipulada, baseada em um levantamento hipotético, da dimensão mínima do terreno, necessária à implantação das obras de apoio à visitação como: centro de visitantes, lanchonete, estacionamento, camping, sanitários; e de apoio administrativo, como: sede da administração, casa do chefe da unidade, alojamento de funcionários e pesquisadores, oficinas, estacionamento.

Para que fosse possível a identificação de cada uma das áreas iguais ou superiores a 1.500,0 m², bem como proceder a caracterização destas em relação a vegetação, declividade, solos, distância de rios e estradas, os polígonos do plano de informação contendo somente as áreas da classe de potencial 1-Ótima foram desagregados e cada área recebeu um identificador. Posteriormente estas áreas foram calculadas, das quais, 100 foram encontradas com dimensão igual ou superior a 1.500,0m².

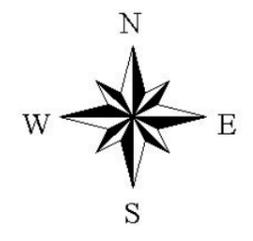
A seguir na FIGURA 24, identificam-se dentro do perímetro do PARNA, as áreas de Potencial 1- Ótima, iguais ou superiores a 1.500,0 m².



Áreas Potenciais Classe 1 Ótima

Legenda

- Áreas Potenciais
- Perimetro
- Estradas



Base cartográfica - Folha topográfica de Paranaguá e Guaratuba na escala 1:50000, do DSG, anos 1998 e 1969 respectivamente. MI 2858-2 e 2858-4

Sistema Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sad-69 - Minas Gerais
Datum Vertical Imbituba - Santa Catarina

Serviço Geológico nos Municípios
Convênio IBAMA - MINEROPAR
Parque Nacional Saint Hilaire / Lange

FIGURA 24 – Mapa de Áreas Potenciais – Classe 1 - Ótima

Na análise visual da FIGURA 24, percebe-se que as áreas selecionadas como ideais são pouco expressivas em relação a área total da UC, no entanto, consideradas nesta análise, suficientemente grandes para a implantação da infra-estrutura e bem localizadas no que se refere a distância de estradas.

Com o objetivo de realizar-se uma caracterização mais detalhada, das 100 áreas potenciais para a implantação da infra-estrutura e que possuem metragem igual ou superior a 1.500,0 m², foram selecionadas 20 do total, por apresentarem as maiores expressões territoriais, ou seja maiores que 7.000,0 m².

A seguir na TABELA 9, apresentam-se os dados das áreas territorialmente mais expressivas em relação às classes de vegetação.

TABELA 9 – TABULAÇÃO CRUZADA: VEGETAÇÃO X CLASSE DE POTENCIAL 1 - ÓTIMA

Vegetação	Classe de Potencial 1 - Ótima (Grande Expressão Territorial - m ²)									
	3	5	11	17	21	24	27	31	32	34
Fase inicial de Capoeira	3475.0	8625.0	10550.0	1950.0	6000.0	2925.0	3475.0	20350.0	2475.0	1425.0
Fase intermediária de Capoeirão	2900.0	0.0	375.0	6125.0	2175.0	14425.0	7625.0	10300.0	37900.0	21225.0
Agropecuária e outros	5375.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	11750.0	8625.0	10925.0	8075.0	8175.0	17350.0	11100.0	30650.0	40375.0	22650.0

Vegetação	Classe de Potencial 1 - Ótima (Grande Expressão Territorial - m ²)									
	46	47	48	51	68	74	79	86	90	96
Fase inicial de Capoeira	8550.0	4625.0	3675.0	1750.0	8050.0	0.0	0.0	350.0	15075.0	8075.0
Fase intermediária de Capoeirão	2475.0	3975.0	4625.0	75.0	0.0	11875.0	7375.0	15750.0	15250.0	0.0
Agropecuária e outros	0.0	0.0	75.0	7025.0	0.0	0.0	0.0	50.0	175.0	125.0
Total	11025.0	8600.0	8375.0	8850.0	8050.0	11875.0	7375.0	16150.0	30500.0	8200.0

FONTE: Cruzamento dos planos gerados no software Idrisi.

De acordo com a TABELA 9, apresentada acima, dentro da amostragem das 20 áreas de Potencial 1, selecionadas por apresentarem uma grande expressão territorial, são identificadas apenas as coberturas vegetais de Fase inicial de Capoeira, Fase intermediária de Capoeirão e Agropecuária e outros. Sendo esta última a de menor expressão.

Considera-se a ocorrência destas classes de vegetação, como um aspecto extremamente positivo, ao analisar-se o método empregado no suporte à decisão, pois, conforme descrito na metodologia, estas classes de uso, identificadas nas proximidades das estradas e limites do PARNA, representam as menores limitações quanto à implantação da infra-estrutura, por se encontrarem já bastante antropizadas, validando a metodologia empregada, a qual encerra em seus objetivos, também assegurar a preservação das demais classes de vegetação.

A seguir na TABELA 10, apresentam-se os dados das áreas territorialmente mais expressivas em relação à declividade.

TABELA 10 – TABULAÇÃO CRUZADA: DECLIVIDADE X CLASSE DE POTENCIAL 1 - ÓTIMA

Classes de Declive	Classe de Potencial 1 – Ótima (Grande Expressão Territorial - m ²)									
	3	5	11	17	21	24	27	31	32	34
0 - 5%	325.0	725.0	1100.0	250.0	1025.0	1675.0	900.0	5150.0	7175.0	2700.0
5 - 12%	4325.0	3650.0	3100.0	1550.0	2900.0	4725.0	5200.0	10850.0	11400.0	6350.0
12 - 30%	6875.0	4175.0	6725.0	6275.0	4100.0	10700.0	4925.0	14650.0	21800.0	13425.0
30 - 47%	225.0	75.0	0.0	0.0	150.0	225.0	75.0	0.0	0.0	175.0
Maior 47%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	11750.0	8625.0	10925.0	8075.0	8175.0	17350.0	11100.0	30650.0	40375.0	22650.0

Classes de Declive	Classe de Potencial 1 - Ótima (Grande Expressão Territorial - m ²)									
	46	47	48	51	68	74	79	86	90	96
0 - 5%	125.0	500.0	1150.0	200.0	0.0	550.0	975.0	10375.0	21150.0	250.0
5 - 12%	2725.0	400.0	5050.0	2800.0	1175.0	4500.0	1925.0	1125.0	3125.0	3725.0
12 - 30%	8125.0	7700.0	2175.0	5850.0	6875.0	6825.0	4475.0	4650.0	6225.0	3575.0
30 - 47%	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	450.0
Maior 47%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200.0
Total	11025.0	8600.0	8375.0	8850.0	8050.0	11875.0	7375.0	16150.0	30500.0	8200.0

FONTE: Cruzamento dos planos gerados no software Idrisi.

Percebe-se que para a maioria das áreas selecionadas a ocorrência em declives superiores a 30% é reduzida. Havendo uma maior concentração em declividades inferiores. No entanto, destacam-se as áreas 24, 31, 32, 34, 48, 86 e 90 que apresentam grandes expressões territoriais nas declividades inferiores a 5%, consideradas, por Veiga e Xavier-da-Silva (2003), como as mais indicadas para qualquer tipo de ocupação.

Para a classe de declive que varia de 5% a 12% verifica-se que todas as unidades selecionadas, com exceção da unidade 47, possuem grandes dimensões. Também passíveis de consideração para a implantação da infra-estrutura, porém com algumas restrições quanto a processos construtivos.

A seguir na TABELA 11, apresentam-se os dados das áreas territorialmente mais expressivas em relação ao solo.

TABELA 11 – TABULAÇÃO CRUZADA: SOLOS X CLASSE DE POTENCIAL 1 - ÓTIMA

Classes de Solos	Classe de Potencial 1 - Ótima (Grande Expressão Territorial - m ²)									
	3	5	11	17	21	24	27	31	32	34
PVa1	11750.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11100.0	26425.0	20200.0	0.0
Ca12+LVa3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4225.0	20175.0	22650.0
Ca11+PVa3	0.0	0.0	0.0	0.0	8175.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca12+PVa3	0.0	8625.0	6550.0	5325.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca12	0.0	0.0	4375.0	2750.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	11750.0	8625.0	10925.0	8075.0	8175.0	17350.0	11100.0	30650.0	40375.0	22650.0

Classes de Solos	Classe de Potencial 1 - Ótima (Grande Expressão Territorial - m ²)									
	46	47	48	51	68	74	79	86	90	96
Ca24+PVa3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3750.0
Ca9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	400.0	18525.0	0.0
Ca11	10500.0	8600.0	7250.0	4750.0	0.0	11875.0	7375.0	0.0	0.0	4450.0
Ca12	525.0	0.0	1125.0	4100.0	8050.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca14+Ca9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15750.0	11975.0	0.0
Total	11025.0	8600.0	8375.0	8850.0	8050.0	11875.0	7375.0	16150.0	30500.0	8200.0

FONTE: Cruzamento dos planos gerados no software Idrisi.

Observa-se na TABELA 11 apresentada acima, que as áreas da classe de Potencial 1 são constituídas das seguintes unidades de mapeamento de solo: PVa1, Ca12+LVa3, Ca11+PVa3, Ca12+PVa3, Ca24+PVa3, Ca9, Ca11, Ca12 e Ca14+Ca9.

A unidade de mapeamento PVa1 é considerada nesta análise como sendo o melhor solo para a implantação da infra-estrutura, e na amostragem da TABELA 11, esta unidade ocorre nas áreas 3, 27, 31, 32, 96. Embora pareça sua ocorrência pouco expressiva, apresenta um total de 73.225,0 m², área muito maior do que a mínima necessária estipulada hipoteticamente de 1.500,0 m². Vale também ressaltar que as

áreas mencionadas acima nas quais aparecem a presença do solo ideal , não são as mesmas que apresentam classe de declive ideal, portanto ressalta-se, novamente, a importância de uma visão mais ampla, onde a avaliação conjunta de todas as variáveis para o conhecimento das potencialidades da área e suas limitações à ação antrópica é de fundamental importância , segundo Souza et al (2005, p.14).

Outro aspecto relevante na ocorrência das unidades de mapeamento, são as áreas compostas por dois tipos de solo, sobre as quais recomenda-se uma avaliação de campo detalhada , no caso da escolha da área para a implantação da infra-estrutura, para a certificação da unidade mapeada, a fim de proceder-se os cuidados adequados quanto à fragilidade do solo diagnosticado.

A seguir na TABELA 12, apresentam-se os dados das áreas territorialmente mais expressivas em relação a distância de rios.

TABELA 12 – DISTÂNCIA DE RIOS X CLASSE DE POTENCIAL 1- ÓTIMA

Classes de Potencial 1. Ótima (Grande Expressão Territorial)	Distância dos Rios (m)		
	Mínima	Máxima	Média
3	51.5	161.4	118.1
5	51.5	141.4	97.0
11	78.3	170.3	123.1
17	69.5	118.8	94.1
21	51.5	121.8	83.3
24	51.5	218.7	141.4
27	51.5	131.2	84.9
31	51.5	110.0	72.5
32	51.5	287.1	141.7
34	52.2	278.9	134.4
46	51.5	116.3	78.6
47	51.5	106.3	76.6
48	52.2	109.2	74.6
51	51.5	123.8	84.8
68	52.2	139.3	96.8
74	102.0	233.3	156.3
79	152.3	277.3	229.5
86	51.5	120.2	77.8
90	51.5	305.0	134.3
96	134.5	231.1	189.7

FONTE: Cruzamento dos planos gerados no software Idrisi.

De acordo com a TABELA 12, apresentada acima, dentro da amostragem das 20 áreas de potencial 1, observa-se que as áreas analisadas encontram-se a uma

distância mínima dos rios, variando em um intervalo de 51,5 metros a 152,3 metros, atendendo satisfatoriamente os requisitos utilizados na análise de suporte à decisão, que consideravam como áreas potenciais à implantação da infra-estrutura arquitetônica, somente aquelas que se encontram acima do limite de Preservação Permanente das Matas Ciliares. Na análise em questão, optou-se por considerar a área correspondente a 50 metros do rio como restrição, ou seja, não será considerada adequada à implantação da infra-estrutura sob condição alguma.

Assim como a distância mínima, a distância máxima que aparece variando entre um intervalo de 106,3 metros e 305,0 metros, vem validar a metodologia empregada que condicionou as áreas potenciais como sendo as mais afastadas de rios e nascentes, uma vez que o impacto referente a implantação da infra-estrutura e sua posterior utilização condicionada ao acesso de visitantes ao PARNA, seria minimizado.

A seguir na TABELA 13, apresentam-se os dados das áreas territorialmente mais expressivas em relação a distância de estradas.

TABELA 13 – DISTÂNCIA DE ESTRADAS X CLASSE DE POTENCIAL 1 - ÓTIMA

Classes de Potencial 1. Ótima (Grande Expressão Territorial)	Distância de Estradas (m)		
	Mínima	Máxima	Média
3	7.1	83.8	39.2
5	7.1	95.1	47.5
11	7.1	72.1	38.6
17	7.1	81.4	33.2
21	7.1	100.0	49.0
24	7.1	100.0	52.7
27	7.1	85.6	38.9
31	7.1	85.1	34.7
32	7.1	99.0	39.9
34	7.1	100.6	45.2
46	7.1	80.6	30.3
47	7.1	92.2	45.7
48	7.1	71.6	31.9
51	7.1	91.8	36.2
68	7.1	72.1	35.0
74	7.1	90.0	45.0
79	7.1	58.3	24.6
86	35.4	107.4	76.4
90	7.1	107.4	55.0
96	7.1	88.6	45.3

FONTE: Cruzamento dos planos gerados no software Idrisi.

De acordo com a TABELA 13, apresentada acima, dentro da amostragem das 20 áreas de potencial 1, selecionadas por apresentarem uma grande expressão territorial, observa-se que, estas áreas encontram-se em determinadas distâncias que atendem satisfatoriamente os requisitos utilizados na análise de suporte à decisão, tanto para os valores mínimos, variando de 7,1 metros a 35,4 metros, quanto para os valores máximos que variam de 58,3 metros a 107,4 metros.

É importante ressaltar que no suporte à decisão, foi considerado como distância máxima, para a localização destas áreas, 200 metros a partir das estradas ou caminhos já existentes, a fim de evitar um impacto ambiental mais acentuado na área do PARNA e reduzir os custos operacionais viabilizando o canteiro de obras, com a proximidade da rede elétrica e de abastecimento de água que na maioria das vezes correm junto às estradas. A TABELA 13 mostra claramente que as áreas selecionadas atendem ao critério estipulado para a identificação das mesmas.

A caracterização mais detalhada das áreas de Potencial 1, consideradas como as mais adequadas à implantação da infra-estrutura, em relação as variáveis analisadas, teve como objetivo a sondagem dos resultados obtidos. Na amostragem das 20 áreas selecionadas que apresentavam maior expressão territorial, foi possível perceber, no detalhe, a eficiência da aplicação, em laboratório, da metodologia. No entanto, faz-se necessária uma avaliação em campo das áreas selecionadas, a fim de identificar e discutir os elementos que determinaram os resultados levando em consideração as características físicas da paisagem e a legislação ambiental.

5.3 AVALIAÇÃO DE CAMPO

De posse do mapa de Área Potencial 1 – Ótima (FIGURA 24), para a implantação da infra-estrutura, do qual foram extraídas somente as que apresentam uma metragem igual ou superior a 1.500,0 m², foram selecionados 10 pontos, identificados com coordenadas UTM, para a avaliação de campo. Esta seleção teve como critério principal a proximidade de estradas consideradas, através de uma análise visual nas cartas topográficas, de fácil acesso.

Selecionados os pontos, suas coordenadas UTM foram transferidas para um GPS de navegação, que serviu de apoio na localização das áreas.

A seguir, no QUADRO 6, estão identificados os pontos visitados com suas respectivas coordenadas UTM.

QUADRO 6 – COORDENADAS UTM DOS PONTOS PARA AVALIAÇÃO DE CAMPO

PONTOS	COORDENADAS UTM	
	X	Y
1	734990.3	7170971.6
2	737404.0	7166011.7
3	737206.5	7165326.7
4	738628.9	7161817.5
5	738274.3	7161567.7
6	737678.0	7161728.9
7	740293.1	7152473.3
8	744596.7	7141025.1
9	744364.6	7140509.3
10	744819.0	7144139.4

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S.

A visualização dos pontos selecionados é possível na FIGURA 24 apresentada anteriormente.

Os pontos de 1 a 7 encontram-se distribuídos ao longo do Setor 1 - Vertente Oriental do PARNA. Este trecho estende-se no sentido norte-sul acompanhando o traçado da Rodovia PR-508 (Alexandra – Matinhos), pela qual é possível o acesso à maioria dos pontos citados. Com exceção do ponto 1, cujo acesso se dá pela BR 277 (Curitiba – Paranaguá). Foi possível observar uma forte pressão antrópica nessa porção

do PARNA, segundo observado por Siedlecki, Portes e Cielo Filho (2003b) descrita na abordagem setorial da caracterização da área de estudo.

Os pontos 8, 9 e 10 estão localizados no Setor 2 – Caminho Novo - Rio dos Meros, bem próximos a zona urbana do município de Matinhos. Onde se observa uma pressão antrópica ainda maior neste trecho.

Cabe ressaltar, que os pontos de 1 a 6 encontram-se sobre as áreas identificadas como de maior expressão territorial, dentro da amostragem das 20 áreas discutida anteriormente. O QUADRO 7 a seguir relaciona os pontos às áreas da amostra.

QUADRO 7 – ÁREA DOS PONTOS VISITADOS (M²)

Pontos	Áreas da Amostra	Expressão Territorial (m ²)
1	3	11750.0
2	27	11100.0
3	31 e 32	30650.0 e 40375.0
4	46	11025.0
5	47	8600.0
6	48	8375.0

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S.

Segue-se uma descrição dos pontos visitados:

Ponto 1- De fácil e rápido acesso pela BR 277. Característica que foi apontada como uma das principais condições para que a área fosse considerada de grande potencial.

Quanto ao uso atual da terra, a área apresenta em boa parte de sua extensão a característica de agropecuária, que se distribui uniformemente em relevo pouco movimentado, com identificação de capoeirão ocorrendo em áreas de relevo mais acentuado.

De uma maneira geral o relevo apresenta-se com movimentação moderada (5% -12%) em boa parte da área, próximo ao perímetro do PARNA, mas tendendo a declividades mais acentuadas a medida que o observador se distancia.

A FIGURA 25 apresenta uma visão geral da área, onde se localiza o Ponto 1:



FIGURA 25 – Foto de localização do Ponto 1 da Avaliação de Campo

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)

Ponto 2 – O acesso principal se dá pela PR 508, da qual parte-se para uma estrada secundária (sem revestimento asfáltico) em direção a Colônia Santa Cruz, que segue sem dificuldade até chegar ao ponto desejado.

O ponto em questão encontra-se em uma região com característica mista quanto ao uso, apresentando áreas com cultura de palmito (Pupunha) e áreas com capoeira e capoeirão. Quanto ao relevo apresenta-se com declividade moderada variando de 5% a 12% , tendendo a maiores movimentações a medida que se adentra ao PARNA.

As FIGURAS 26 e 27 apresentam uma visão geral da área onde se localiza o Ponto 2:



FIGURA 26 – Foto de localização do Ponto 2 da Avaliação de Campo (capoeira / capoeirão)

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)



FIGURA 27 – Foto de localização do Ponto 2 da Avaliação de Campo (cultivo de pupunha)

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)

Ponto 3 – Seguindo mais adiante pela mesma estrada que dá acesso ao ponto 2, chega-se facilmente ao ponto 3. É possível a identificação de duas áreas de potencial (31 e 32) por encontrarem-se bem próximas uma das outras e ambas da estrada, onde foram marcadas as coordenadas do ponto.

Estas áreas têm significativa importância pois apresentam as maiores expressões territoriais encontradas na análise. Estão muito próximas as estradas, condição considerada essencial, pois além do fácil acesso, contam a existência de rede elétrica e de abastecimento de água, reduzindo os custos operacionais para viabilizar um canteiro de obra.

Foi possível observar um relevo pouco acidentado, próximo a estrada, e em alguns pontos pode-se considerar uma declividade variando de 0% a 5%. Estas áreas contam com uma característica praticamente linear, ou seja, cujas extensões correm praticamente paralelas a estrada, porém o relevo torna-se mais acentuado a medida que o observador adentra a mesma.

Em boa parte destas áreas lindeiras, ocorrem afloramentos de rocha. Se por um lado esta classe de solo foi considerada inapropriada para a seleção de áreas potenciais já que normalmente estão associadas a classes de declividade bastante íngremes e, como cita Farah (2003) na caracterização das variáveis, em caso de desprendimento podem oferecer grande poder destrutivo, neste caso não se aplica, uma vez que o relevo não apresenta impedimento na área em questão.

Pela avaliação de campo, apoiada sobre as técnicas empregadas em laboratório para a definição de áreas potenciais, estas atendem perfeitamente ao objetivo proposto para a implantação da infra-estrutura arquitetônica.

As FIGURAS 28, 29, 30, 31 e 32 apresentam uma visão geral da área onde se localiza o Ponto 3.



FIGURA 28 – Foto 1 de localização do Ponto 3 da Avaliação de Campo

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)



FIGURA 29 – Foto 2 de localização do Ponto 3

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)



FIGURA 30 –Foto 3 de localização de Ponto 3

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)



FIGURA 31 – Foto 4 de localização do Ponto 3

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)



FIGURA 32 –Foto 5 de localização do Ponto 3

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)

Pontos 4, 5 e 6 – O acesso a esses pontos não foi tão fácil como os outros já avaliados. Partindo da PR 508, inicia-se o acesso por uma estrada secundária, desprovida de revestimento asfáltico, que segue ladeando tanques de criação de peixes, lavouras de arroz e de cana, até o sopé da serra, onde a estrada começa a ficar mais íngreme e estreita, porém contínua.

Chega-se finalmente ao ponto 4, onde a vegetação parece menos densa e pode-se observar melhor o relevo da região, que se configura com declividades variando de 5% a 12% em pequenas regiões mais próximas a estrada ou a cursos d'água, mas de maneira geral o relevo se apresenta com declividades superiores variando de 12% a 30%.

Chega-se ao ponto 5, seguindo uma pouco mais adiante pela estrada, onde a beleza cênica é de certa forma ofuscada, pois a área abandonada, serve de depósito de “lixo reciclável”, na qual é possível encontrar pedaços de trator, fogão, geladeira e entulhos de todo tipo, largados no meio da mata.

O relevo segue com declividades acentuadas e com pequenas áreas de declividades mais planas, como é o caso do ponto 5.

A estrada praticamente termina neste ponto para carros de passeio, mas é possível seguir enfrente com veículo de tração 4x4 , já que a estrada segue após a travessia de um pequeno rio. Nas proximidades do rio a área oferece um forte atrativo turístico, pela beleza cênica local.

A vegetação surge abundante em torno do ponto 5, caracterizando áreas de capoeira com predomínio de capoeirão.

O ponto 6 está localizado mais a frente seguindo pela estrada que continua de modo precário após a travessia do rio. E as características de relevo e vegetação seguem idênticas ao ponto 5.

A avaliação de campo destas áreas selecionadas, em relação as demais já avaliadas, evidencia as possíveis diferenças de acesso, relevo e vegetação que podem ser encontradas em áreas de mesmo potencial.

As FIGURAS 33, 34, 35, 36 e 37, mostram uma visão geral da área onde se localizam os pontos 4, 5 e 6.



FIGURA 33 – Foto 1 de localização do Ponto 4

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)



FIGURA 34 –Foto 1 de localização de Ponto 5

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)

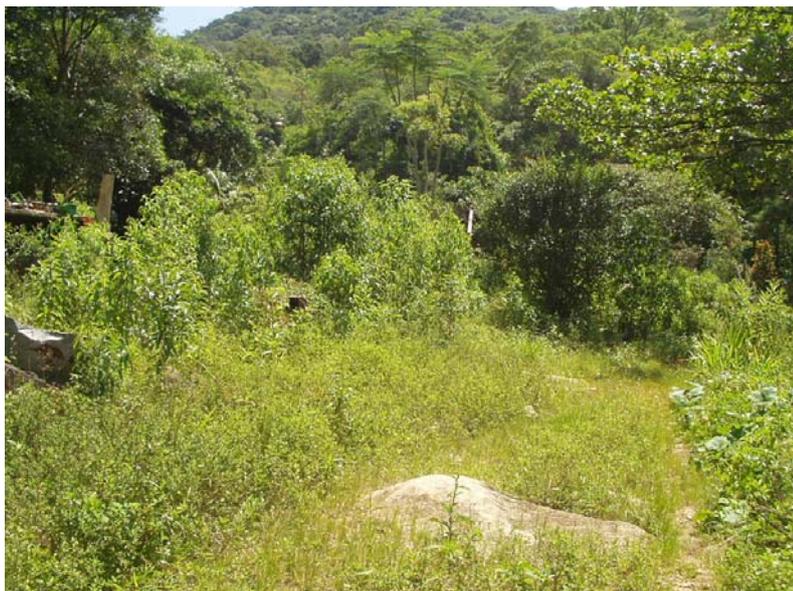


FIGURA 35 – Foto 2 de localização do Ponto 5

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)



FIGURA 36 –Foto do acesso ao Ponto 6

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)



FIGURA 37 – Foto da beleza cênica do rio localizado próximo do Ponto 5

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)

Pontos 7 e 8 – Embora de acesso aparentemente fácil, estes pontos não puderam ser avaliados, por estarem situados em área de propriedade particular de entrada restrita a pessoas autorizadas. O ponto 7 teve suas condições do meio físico avaliadas por aproximação visual, já que o mesmo encontra-se nas proximidades do Parque Aquático Águas Claras, região que sinaliza as condições nas quais possa estar localizado.

A FIGURA 38 comprova a dificuldade encontrada, e a FIGURA 39 mostra uma visão geral da área observada a partir do Parque Aquático Águas Claras. Distante aproximadamente 500 metros, do ponto 7.



FIGURA 38 – Foto da dificuldade de acesso ao Ponto 7 FIGURA 39 – Foto de aproximação visual do Ponto 7

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)

O ponto 8, apesar de não estar contemplado na amostragem das 20 áreas discutidas anteriormente, foi selecionado por encontrar-se mais próximo ao Município de Matinhos, localizado no Setor -2 do PARNA, próximo a zona urbana, e para que pudesse ser avaliada em campo a condição relativa ao meio físico da área selecionada, frente à tão grande pressão antrópica. Porém como ressaltado anteriormente, não foi possível sua localização exata.

Esta área, das 10 selecionadas para a avaliação de campo, é a que se encontra mais próxima da rodovia PR 508, considerada de acesso praticamente imediato.

A FIGURA 40 mostra uma área próxima ao ponto 8, distante aproximadamente 250 metros do mesmo, localizada em uma estrada secundária lateral.



FIGURA 40 – Foto de aproximação visual do Ponto 8

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)

Pontos 9 e 10- Estes pontos também não estão contemplados na amostragem das 20 áreas discutidas anteriormente, e foram selecionados pelo mesmo motivo que levaram a escolha do ponto 7, ou seja a proximidade da zona urbana do Município de Matinhos. O ponto 9 conta com uma área de 6.700,0 m² e o ponto 10 com uma área de 3.575,0 m².

O acesso aos pontos 9 e 10 se dá pela PR 508, que na sua continuidade se transforma em uma via urbana principal e posteriormente através de uma via secundária desprovida de revestimento asfáltico, no início bastante urbanizada em seu entorno, característica que diminui a medida que se avança em direção aos pontos desejados. Percebe-se uma contínua elevação da altitude até a chegada nos limites do PARNA, onde se encontram os pontos em questão.

O ponto 9 encontra-se distante da estrada, que lhe dá acesso, aproximadamente uns 50 metros e a chegada ao ponto 10 só é possível por meio de caminhada, aproximadamente 200,0 metros adiante, sempre em aclive contínuo.

Constatou-se que estas áreas servem de suporte à implantação de torres de transmissão de energia, e nas proximidades da linha, foi possível observar uma declividade variando de 5% a 12%, com forte tendência a declividades maiores a medida que o observador se afasta da condição linear das áreas.

Nas imediações observou-se a ocorrência de grandes processos erosivos, como possível consequência da abertura de clareiras para a execução e posterior manutenção da rede de energia, associada ao intenso escoamento superficial, devido ao aclive sempre contínuo. Nota-se também um predomínio de capoeira e capoeirão, em toda a extensão das áreas avaliadas.

Na avaliação de campo destas áreas selecionadas, foi possível constatar que a pressão da atividade antrópica exercida sobre o meio, é sempre impactante. E em função da existência das torres de transmissão de energia, consideram-se estas áreas em relação ao objeto desta análise, completamente descartadas. A FIGURA 41 a seguir, mostra uma visão parcial da área.

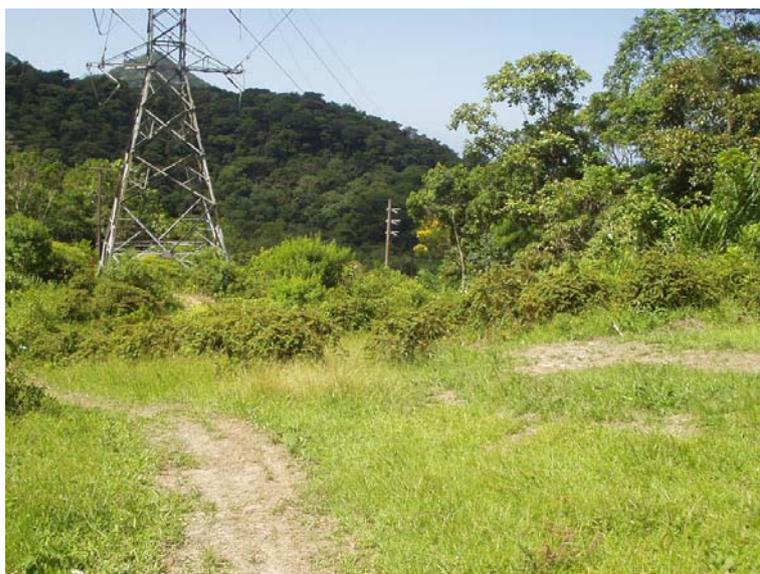


FIGURA 41 – Foto de localização do Ponto 9 da Avaliação de Campo
FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)



FIGURA 42 – Foto de processos erosivos do Ponto 9

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)



FIGURA 43 – Foto de localização do Ponto 10

FONTE: GUIMARÃES, I. M. de P. S. (2007)

5.4 AVALIAÇÃO PELO MÉTODO CLÁSSICO - ANÁLISE BOOLEANA

Como o objetivo de testar a eficiência do método empregado de Avaliação por Múltiplos Critérios através da Combinação Linear Ponderada, descrito anteriormente, foi aplicado, para efeitos comparativos, também sobre a área do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange a avaliação pelo método clássico da Análise *Booleana*.

Foram então identificados e combinados os vários critérios estabelecidos anteriormente (vegetação, declividade, solos, distância de rios e distância de estradas) de modo a definir as áreas ideais ao objeto desta pesquisa.

São definidos dois tipos de critérios:

a) barreiras / limitações absolutas (restrições). Considerados aqueles critérios *Booleanos* que cerceiam ou limitam a análise a regiões geográficas específicas. Neste caso, as restrições diferenciam áreas ou alternativas consideradas aptas para a implantação da infra-estrutura das que não são aptas sob condição alguma. Consideram-se restrições: (áreas de preservação permanente, estradas e perímetro externo).

b) fatores limitantes / limitações relativas (fatores). São critérios que definem algum grau de aptidão para todas as regiões da análise. Definindo áreas ou alternativas em termos de uma medida contínua de aptidão, naquelas áreas fora das restrições impostas pelos critérios *Booleanos*. Consideram-se fatores: vegetação, declividade, solos, distância de rios e distância de estradas.

Nessa análise assim como na anterior as restrições seguem os parâmetros:

- Área de Preservação Permanente, definida para toda a rede de drenagem do PARNA em 50 metros ao redor das nascentes e ao longo dos cursos d'água.

- Estradas, definida para toda a malha viária do PARNA em 15 metros ao longo de todas as estradas.

- Perímetro externo, desconsidera-se toda área externa aos limites do PARNA.

Para a determinação dos fatores, nesta análise, o grau de limitação de cada fator ficou mais limitado, como se observa a seguir:

- Vegetação, definida a classe Agropecuária e outros como a mais apta.

- Declividade, definida a classe de 0 a 5% como a mais apta.

- Solos, definida a classe de solo PVa1 (Podzólico Vermelho-Amarelo Álico Tb A moderado textura argilosa e/ou muito argilosa) como o mais apto.

- Distância de Rios, definida a partir das áreas de Preservação Permanentes (50m) como a mais apta.

- Distância de Estradas, definida a partir do leito de rodagem (15m), até um limite de 200m de distância.

Antes que os critérios possam se comparado entre si eles precisam ser padronizados para uma escala de aptidão. Padronização neste caso, significa reduzir todos os fatores a imagens *Booleanas* com áreas aptas e não aptas. A redução de todos os critérios a imagens *Booleanas* (com valores de 1 e 0) permitirá facilmente agrupá-los em uma solução final.

Após estarem todos os fatores transformados em imagens *Booleanas*, foi possível combiná-los no módulo MCE, no qual todas as restrições são multiplicadas para produzir uma imagem única de aptidão. Onde o valor igual a 1 será considerado somente sobre as áreas em que todos os critérios também receberam igual valor. O valor igual a 0 será considerado nas demais áreas restantes. Ou seja, nesta análise, a aptidão em um critério não pode compensar a ausência de aptidão em qualquer outro critério.

Na análise final é possível identificar no mapa gerado de áreas potenciais para a implantação da infra-estrutura a existência de apenas 7 pequenas áreas, relativamente próximas entre si, localizadas sobre áreas identificadas na análise anterior como áreas de Potencial 1- Ótima. Nas quais foram identificados apenas 1 pixel para cada uma, ou seja 25,0 m², perfazendo um total de 175,0 m² de área potencial, valor este considerado muito aquém da metragem ideal estimada hipoteticamente de 1.500,0 m².

A análise *Booleana* é considerada muito conservadora em termos de risco. Ao satisfazer todos os critérios, o resultado será melhor localização possível para a implantação da infra-estrutura arquitetônica.

Esta propriedade de não compensação e aversão ao risco pode ser apropriada para muitos projetos, mas na presente análise, pode-se imaginar que os critérios devem compensar-se uns aos outros uma vez que o interesse, neste caso, não é somente evitar riscos extremos, mas localizar, prioritariamente, dentro da área do PARNA, áreas passíveis da implantação da infra-estrutura necessária, mesmo que para isso sejam necessárias, em relação ao meio físico, algumas medidas mitigadoras e compensatórias, por ocasião da efetivação das obras.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de contribuir com o planejamento e futura implantação do Plano de Manejo para a área do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, no que diz respeito à identificação de áreas adequadas (zoneamento) para a implantação da infraestrutura arquitetônica, o presente estudo buscou primeiramente o reconhecimento e o entendimento do meio físico. Uma vez que os impactos inerentes da ação antrópica (obras de infra-estrutura) sobre o meio ambiente, estão intimamente ligados à dinâmica natural, associados à localização e intensidade de uso das instalações.

Portanto para a prevenção ou minimização destes impactos, a metodologia proposta, que emprega o uso de Sistemas de Informação Geográfica e trata com facilidade o manuseio de um grande conjunto de dados do meio físico, dando suporte a tomada de decisão, mostrou-se eficaz. Ressalta-se a eficiência da metodologia empregada, através da qual é possível a elaboração de cenários, incluindo ou eliminado critérios, até que o objetivo da análise seja atingido. Mas além da identificação das áreas potenciais, o conjunto de mapas temáticos gerados, e o banco de dados georreferenciados das informações obtidas, fornece o embasamento para a realização de novos cruzamentos, gerando novas informações. Assim o geoprocessamento pode passar a integrar praticamente todas as etapas, no que diz respeito ao zoneamento da área em questão, por ocasião da elaboração do Plano de Manejo.

Diante da análise e das discussões dos resultados, pode-se afirmar que na caracterização das classes potenciais, a ocorrência de cada variável (vegetação, declividade, solo, distância de rios e distância de estradas) mostrou distribuição coerente entre os diferentes graus de limitações de cada classe, validando os critérios utilizados na classificação de cada uma (melhores classes de cobertura vegetal, limite de declividade, solos com menor tendência a processos erosivos, distância de rios e proximidade de estradas).

Na caracterização específica da classe de Potencial 1 – Ótima, analisando áreas maiores ou iguais a 1.500,0 m². Foi possível constatar a mesma eficiência, descrita acima, da metodologia empregada observada nas vinte áreas da amostragem, onde não ocorreram discrepâncias significativas na análise das mesmas.

Mais uma vez a metodologia proposta, comparada ao método clássico *Booleano*, teve sua eficácia comprovada ao demonstrar a possibilidade da existência de áreas maiores, dentro do limite do PARNA, possíveis de utilização e com características muito próximas às demonstradas em laboratório. Fato comprovado na avaliação de campo.

É certo que, por ocasião da avaliação de campo, pode-se constatar a necessidade da definição de mais alguns parâmetros balizadores (critérios) para que o objetivo da análise fosse contemplado com a identificação de áreas ainda mais adequadas.

Seguem-se algumas recomendações para a delimitação desses parâmetros visando um aprofundamento da análise em um próximo estudo.

Como por exemplo, a identificação dos tipos de estradas, quer sejam rodovias, arruamentos, estradas secundárias, acessos a propriedades rurais, caminhos e trilhas, e sua importância para o objeto da análise, que priorizava a proximidade de estradas, visando a facilidade de acesso e menor impacto ambiental. Certamente, em uma avaliação que contemple tal definição, algumas áreas seriam desconsideradas e outras talvez incluídas como potenciais à implantação da infra-estrutura.

Outro ponto a considerar, seria a identificação de áreas ocupadas por empreendimentos de utilidade pública, como linhas de transmissão, antenas, captação de água e outros. As quais, na análise, entrariam como uma restrição, ou seja, não seriam consideradas aptas ao objetivo da pesquisa sob condição alguma.

Ainda na avaliação de campo percebeu-se que a altitude poderia ser uma variável a ser considerada, já que no caso específico do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, caracterizado por uma região predominantemente montanhosa, ocorrem

também áreas com declividades abaixo de 30% em altitudes elevadas, e de difícil acesso (topo de morro). Tais áreas seriam desconsideradas da análise ao adotar-se uma limitação altimétrica.

Diante do exposto, observa-se que o presente estudo apresenta, além da validação da proposta metodológica empregada e a necessidade de considerar também outros parâmetros para subsidiar a definição de áreas adequadas a implantação da infra-estrutura arquitetônica, um forte indicativo da vocação desta UC para a proteção do meio natural, a qual pode ser avaliada na observação do mapa temático de classes de potencial, já que diante da magnitude das dimensões analisadas ainda são pequenas as áreas antropizadas. Fato comprovado no presente estudo.

Portanto considerando a importância que os Parques Nacionais representam na preservação do meio ambiente, é cada vez mais necessário que as ações antrópicas sejam absolutamente compatíveis com as potencialidades e restrições dos aspectos naturais, daí a necessidade da elaboração de projetos que considerem além das condições atuais do meio físico as prováveis implicações após sua implantação, e que permitam calibrações, ou seja, ajustes futuros dentro de um planejamento contínuo, participativo e flexível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. Bases Conceptuais e Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos. In: AB'SABER, A.; PLANTEBERG, C. M. (Orgs) **Previsão de Impactos – O Estudo de Impacto Ambiental no Leste, Oeste e Sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha.** São Paulo: USP, 1994.

_____. Potencialidades Paisagísticas Brasileiras. **Geomorfologia.** São Paulo. n. 55, 1977.

AB'SABER, A. N.; BIGARELLA, J. J. Considerações sobre a Geomorfogênese da Serra do Mar no Paraná. **Boletim Pranaense de Geografia.** Curitiba, n. 4-5, 1961.

BEAUD, M. **Arte da Tese.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

BERTALANFY, L.v. **Teoria Geral dos Sistemas.** Brasília: Vozes, 1975.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra.** São Paulo: Instituto de Geografia da USP, n.13, 1972. 27 p.

BIGARELLA, J. J. et al. **A Serra do Mar e a Porção Oriental do Estado do Paraná.** Curitiba: SEPL, 1978.

BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais.** Florianópolis: UFSC, v.2, 1996.

BORNSCHEIN, M. R.; REINERT, B. L.; OLMOS, F. **Alterações nos limites do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange (Paraná).** Parecer Técnico da *BirdLife International, Brasil Programme.* Curitiba, 2003.

BURROUGH, P. A.; MACMILLAN, P. A.; van DEURSEN, W. Fuzzy classification methods for determining land suitability from soil profile observation and topography. **Journal of Soil Science.** v.43, n.2, p. 193 – 210, 1992.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução a Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos, SP: INPE, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. Meio Ambiente e Urbanização no Mundo Tropical. In. SOUZA, M. A. de; SANTOS, M.; SCARLATO, F. C.; ARROYO, M. (Orgs). **O Novo Mapa do Mundo - natureza e sociedade de hoje: uma leitura geográfica.** São Paulo: HUCITEC, 1997.

_____. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COSTA, L. de S. **Desenvolvimento de uma Metodologia para auxílio em Zoneamento de Unidades de Conservação. Aplicação ao Parque Florestal do Rio Vermelho.** Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A.J.T. Degradação Ambiental. In _____. **Geomorfologia e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

DE BIASI, M. A. Carta Clinográfica: os Métodos de Representação e sua Confecção. **Revista do Departamento de Geografia.** São Paulo, n.6, 1992.

DECANINI, M. M. S. SIG no Planejamento de Trilhas no Parque Estadual de Campos do Jordão. **Revista Brasileira de Cartografia**, São Paulo, n.53, p.97-110, 2001.

DONHA, A. G. **Avaliação de Uso de Técnicas de Suporte à Decisão na Determinação da Fragilidade em Ambiente de Geoprocessamento: O Caso do Centro de Estações Experimentais do Cangüiri – Universidade Federal do Paraná**. 120f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2003.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. de P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da Fragilidade Ambiental utilizando Técnicas de Suporte à Decisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG, v.10, n.1, p.175-181, 2006.

EASTMAN, J. R. **Idrisi for Windows: Introdução e Exercícios Tutoriais –Versão 2**. Tradução: Heinrich Hasenack e Eliseu Weber. Porto Alegre: UFRGS - Centro de Recursos Idrisi, 1998.

EMBRAPA. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná**. Curitiba, 1984.

FARAH, F. **Habitação e Encostas**. São paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. 312 p.

FARENZA, D. **Transformações Ambientais no Processo de Reorganização Espacial no Município de Faxinal do Soturno/RS**. 145 f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

FARIA, A. L. L.; XAVIER-DA-SILVA, J.; GOES, M. H. B. Análise Ambiental por Geoprocessamento em áreas com susceptibilidade à erosão do solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia – Revista on line**, v.4 (9) p.50-65, 2003.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2001.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Mapeamento da Floresta Atlântica do Estado do Paraná**. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Programa Pró-Atlântica, Curitiba, 2002.

_____. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba**. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, 2003.

IBAMA. **Roteiro Metodológico de Planejamento para Parques Nacionais, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas**. Brasília: Edições IBAMA, 2002.

_____. **Informações sobre o Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange**. Disponível em: <http://www.ibama.org.com> Acesso em: 18 abril 2006.

IBAMA – MINEROPAR. **Serviço Geológico nos Municípios-Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange**, Curitiba, 2005.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, 1992.

IPARDES. **Diagnóstico Físico Ambiental da Serra do Mar – Área Sul**. Curitiba, 1991.

LEPSCH, I. F. et al. **Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.

LOPES, O.; LIMA, R.E. **Nota Preliminar sobre a Geologia da Serra da Prata – PR**. Boletim Paranaense de Geociências, n.36. Curitiba, 1985.

MAACK, R. A Serra do Mar no Estado do Paraná. **IBGE. Boletim de Geografia**. n. 31. Rio de Janeiro: FIBGE, 1972. p.79-105.

MAGANHOTO, R. F. **Fragilidade, Impactos e Prevenções das Trilhas em Áreas Naturais: estudo de caso Reserva Ecológica Itaytyba – RPPN**. 125 f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MANTOVANI, L.E.; FRITZONS, E. **Ambiente Climático da Floresta Ombrófila Mista**. In: IV Internacional Symposium on Forest Ecosystems – Forest 96. Belo Horizonte, 1996.

MONTEIRO, C. A. de F. **A Questão Ambiental no Brasil: 1960-1980**. São Paulo: Instituto de Geografia, 1981.

MORAES, A. C. R.; COSTA, W. M. O ponto de partida: o método. **Geografia Crítica. A valorização do espaço**. São Paulo: HUCITEC, 1984.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. Belo Horizonte: Ed. da Autora, 2003. 294p.

MÜLLER, C. A. **Gestão Ambiental do Turismo**. Curitiba, 2002. Aula proferida no Centro de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico – CEDEMPT.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Orgs). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. 372 p.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG: Ed. Do Autor, 2000. 220p.

RODRIGUES, A. M. **Produção e Consumo do e no Espaço: problemática Ambiental Urbana**. São Paulo: Hucitec, 1998.

RODRIGUES, C. A Teoria Geossistêmica e sua Contribuição aos Estudos Geográficos e Ambientais. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, São Paulo, n.14, p. 69-77, 2001.

ROSA, R. **Sistema de Informação Geográfica**. 49f. Apostila do Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2004. Disponível em <<http://www.ig.ufu.br/lgeop/Apostilas/Sig.pdf>> Acesso em: 26 fevereiro 2007.

ROSA, M. R.; ROSS, J. L. S. Aplicação de SIG na Geração de Cartas de Fragilidade. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 13, p. 77-105, 1999.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAs – RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. 372p.

RUSCHMANN, Doris van de M. **Turismo e Planejamento Sustentável**. Campinas: Papirus, 1997.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Nobel, 1993.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SCHMIDLIN, D. **Utilização de Técnicas de sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas para Atualização e Geração do Mapa Compilado de Solos da Área de Proteção Ambiental – APA de Guaratuba (PR)**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Solos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1998.

SERRANO, C. M. de T. A vida e os parques: proteção ambiental, turismos e conflitos de legitimidade em Unidades de Conservação. In: SERRANO, C. M. de T.; BRUHNS, H. T. (Orgs). **Viagens à Natureza: turismo, cultura e ambiente**. Campinas: Papirus, 1997.

SIEDLECK, K. N.; PORTES, M. C. de O.; CIELO FILHO, R. **Proposta de Adequação dos Limites do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange (Serra da Prata) – Estado do Paraná**. Artigo apresentado no 2º Simpósio de Áreas Protegidas – Conservação no Âmbito do Cone Sul, Curitiba, 2003a.

_____. **Subsídios Técnicos para Fixação dos Limites Definitivos do Parque nacional Saint Hilaire/Lange**. Curitiba: IBAMA, 2003b.

SILVA, C. A. da. Parques Nacionais: elementos para um Turismo Desejável. **Cadernos Temáticos**. Brasília: Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, n.7, dez.,2005.

SILVEIRA, C. T. da; FIORI, A. P.; OKA-FIORI, C. Mapeamento das Cartas de Vulnerabilidade da Bacia do Rio Cubatãozinho/PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10. **Anais...** Rio de Janeiro: UERJ, 2003. p. 831-840.

SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br>> Acesso em: 18 janeiro 2007.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistemas. **Caderno Biogeografia e Métodos em Questão**. São Paulo: Instituto de Geografia da USP. n.16, 1977. 51 p.

SOUZA, L. C de P.; SIRTOLI, A. E.; LIMA, M. R.; DONHA, A. G. Estudo do Meio Físico na Avaliação de Bacias Hidrográficas Utilizadas como Mananciais de Abastecimento. In : ANDREOLI, C. V. ; CARNEIRO, C. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Curitiba: SANEPAR – Finep, 2005. 500 p. p. 123 – 158.

SOUZA, L. C. de P. Descrição da classificação do solo da área do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange. Setor de Ciências Agrárias - Departamento de Solos, UFPR, Curitiba, 22 jan. 2007. Comunicação verbal.

TEIXEIRA, A. L. A.; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**. Edição do Autor, Rio Claro, 1992.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE/SUPREN, 1977. 91.p.

TRICART, J.; KILLIAN, J. **L'écogéographie et L'aménagement du milieu naturel**. Paris: François Maspero, 1979. 326 p.

URBAN, T. **Do Fogo de Prometeu ao Temor do CO2: A longa História da Exploração da Natureza pela Humanidade**. In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. **Anais...** Curitiba, 1997.

VASCONCELLOS, J. M. **Bases gerais sobre Educação Ambiental e Interpretação da Natureza**. In: Apostila do curso "Manejo de Áreas Protegidas". Curitiba, FBPN, Universidade Livre do Meio Ambiente, 119p., 1997.

VEIGA, T.C.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento como Ferramenta para Tomada de Decisão a nível Municipal: Identificação de Áreas com Potencial para Atividades Turísticas em Macaé – RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 21., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Belo Horizonte, 2003.

XAVIER-DA-SILVA, J. **O espaço organizado: sua percepção por geoprocessamento**. Revista Universidade Rural, Série Ciências Exatas e da Terra, Rio de Janeiro, v.21 (1). p.63 - 67, 2002.

XAVIER-DA-SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L. M. de. Sistema de Informação Geográfica: uma Proposta Metodológica. In: TAUKE-TORNISIELO, S. M. et al. **Análise Ambiental: estratégias e ações**. São Paulo: Quieroz Editor, 1995.

WEBER, E. J.; HASENACK, H. O Geoprocessamento como Ferramenta de Avaliação. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIAS DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, 1997, São Paulo/SP. **Anais...**São Paulo/SP, 1997.

WEBER, E. J.; HASENACK, H. O Uso do SIG no Ensino de Ciências Ambientais. In: V CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 1999, Salvador/BA. **Anais...**Salvador/BA, 1999.

ZAMBON, K. L.; CARNEIRO, A. F. M.; SILVA, A. N. R. & NEGRI, J. C. Análise de decisão multicritério na localização de usinas termoeletricas utilizando SIG. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v.25, n.2, p.183-199, 2005.