

GILBERTO KURASZ

**SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS
APLICADO AO ZONEAMENTO AMBIENTAL DA
RESERVA FLORESTAL EMBRAPA/EPAGRI, CAÇADOR/SC**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau e título de Mestre em Ciências Florestais, Área de Concentração: Manejo Florestal.

Orientador: **Prof. Dr. Nelson Carlos Rosot**

Co-Orientador: **Dra. Yeda M. M. de Oliveira**

**CURITIBA
2005**

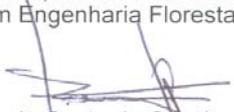


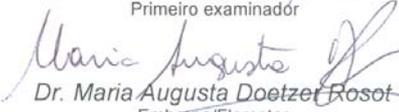
Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

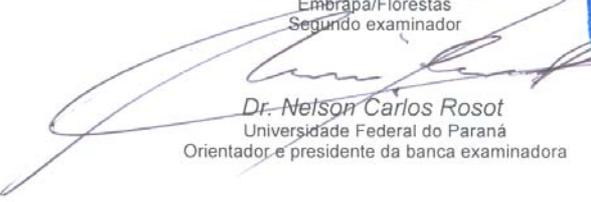
PARECER

Defesa nº. 602

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) mestrando(a) *Gilberto Kurasz* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "**Sistema de informações geográficas aplicado ao zoneamento ambiental da Reserva Florestal EMBRAPA/EPAGRI, CAÇADOR - SC**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Mestre* em Engenharia Florestal, área de concentração em **MANEJO FLORESTAL**.

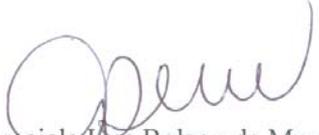

Dr. Paulo Costa de Oliveira Filho
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Primeiro examinador


Dr. Maria Augusta Doetzer Rosot
Embrapa/Florestas
Segundo examinador


Dr. Nelson Carlos Rosot
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 06 de junho de 2005.


Graciela Inês Bolzon de Muniz
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Carlos Roberto Sanquetta
Vice-Coodenador do Curso

“Sinto-me envaidecido de vós, de vosso exemplo e esforço, apoiando e criticando minhas atitudes, aplaudindo minhas vitórias e dando um ombro amigo em minhas derrotas. Talvez eu não saiba exprimir em palavras o especial carinho, o amor sincero e gratidão. Dividi comigo, os méritos desta conquista, porque ela vos pertence. Ela é tão vossa quanto minha”.

À minha mãe Helena, minha eterna gratidão
pela vida, pela criação, pelo carinho,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os colegas e amigos que de alguma forma colaboraram para a execução deste trabalho, particularmente:

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo suporte financeiro durante o curso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, pelo aceite no Programa de Mestrado.

Ao Professor Dr. Nelson Carlos Rosot pela orientação, dedicação e apoio prestados durante todo o decorrer do trabalho.

À Pesquisadora da *Embrapa Florestas* Dra. Yeda Maria Malheiros de Oliveira pela co-orientação, amizade, apoio e valiosas sugestões prestadas.

À Pesquisadora da *Embrapa Florestas* Dra. Maria Augusta Doetzer Rosot, por sua amizade e pelas valiosas contribuições durante todas as fases deste trabalho.

Aos amigos Marlise Zonta, Edelberto Gebauer, Cristina Dzeprailidis pelo convívio, amizade, incentivo e repasse de informações durante a realização do curso.

Ao Laboratório de Monitoramento Ambiental da *Embrapa Florestas* por disponibilizar dados e suporte técnico.

Aos funcionários da Epagri/Caçador, pelo grande auxílio nos levantamentos de campo.

Aos servidores e funcionários da Universidade, que me ajudaram prontamente a resolver todos os problemas durante este período, Reinaldo, Elinor e Davi.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE MAPAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE SIGLAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 HISTÓRICO DO SIG	5
2.2 TEORIA GERAL DE SISTEMAS	6
2.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES	7
2.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – SIG	8
2.4.1 Banco de Dados	10
2.4.2 Principais Áreas de Aplicação dos SIGs	12
2.4.3 Componentes de um SIG	13
2.4.3.1 Aquisição e Armazenamento de Dados – Entrada	14
2.4.3.1.1 Conjunto de Dados Existentes	15
2.4.3.1.2 Aquisição Direta de Dados	16
2.4.3.2 Estruturação de Dados	18
2.4.3.2.1 Objetos Cartográficos e Atributos	19
2.4.3.2.2 Representações Computacionais de Mapas	20
2.4.3.3 Manipulação e Análise de Dados	22
2.4.3.3.1 Georreferenciamento do SIG	23
2.4.3.4 Geração de Informação – Saída	25
2.4.3.5 Gerenciamento do SIG	26
2.5 SIG NA ÁREA AMBIENTAL	26
2.6 USO DO GPS NO SIG	29
2.6.1 Método GPS Diferencial (DGPS)	30
2.6.2 Erros Envolvidos nas Determinações GPS	30
2.7 CORREÇÃO GEOMÉTRICA EM IMAGENS DE SATÉLITE	32
2.8 ECOLOGIA, PAISAGEM E ECOLOGIA DA PAISAGEM	33
2.8.1 Enfoques de Análise em Ecologia da Paisagem	35
2.8.2 Os Efeitos da Escala Espacial	36
2.8.3 O Sensoriamento Remoto e a Ecologia de Paisagem	36
2.8.4 Os SIGs na Ecologia de Paisagem	37
2.8.5 A Fragmentação Florestal e seus Efeitos	39
2.8.6 Descritores do Padrão e da Estrutura de Paisagens–Métricas de Paisagem	40
2.8.6.1 Área ou Tamanho	41
2.8.6.2 Forma	42
2.8.6.3 Densidade de Fragmentos	43
2.8.6.4 Efeito de Borda	44
2.9 O ZONEAMENTO COMO FERRAMENTA PARA O MANEJO	45
2.9.1 Conceituação de Gestão Ambiental e Manejo no Contexto Ambiental	45
2.9.2 Manejo e Plano de Manejo em Unidades de Conservação	46
2.9.3 O Processo de Zoneamento em Planos de Manejo	47
3 MATERIAIS E MÉTODOS	51
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	51
3.1.1 O Município de Caçador	51
3.1.2 A Reserva Florestal EMBRAPA/EPAGRI (RFEE)	52
3.1.2.1 Histórico	53

3.1.3 Geologia	54
3.1.4 Hidrografia	55
3.1.5 Clima	55
3.1.7 Arqueologia	56
3.2 MATERIAIS	57
3.2.1 Imagem de Satélite	57
3.2.1.1 Sensor Ikonos	57
3.2.2 Dados Auxiliares	58
3.2.3 Equipamentos e <i>Software</i>	58
3.2.3.1 Equipamentos	59
3.2.3.2 <i>Software</i>	59
3.3 METODOS	59
3.3.1 Correção Geométrica	59
3.3.2 Base Cartográfica	60
3.3.3 Banco de Dados	61
3.3.4 Elaboração de Mapas Temáticos	61
3.3.4.1 Levantamento Pedológico	61
3.3.4.2 Relevo	62
3.3.4.3 Carta de Declividade.....	63
3.3.4.4 Carta de Orientação de Vertentes	64
3.3.4.5 Uso do Solo	64
3.3.4.6 Mapeamento das Restrições Legais de Uso (RLU)	65
3.3.5 Monitoramento da Dinâmica de Crescimento Florestal	66
3.3.6 Caracterização do Entorno da Reserva	67
3.3.7 Zoneamento Ambiental	68
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4.1 LIMITES DA PROPRIEDADE	69
4.2 GEORREFERENCIAMENTO DA IMAGEM IKONOS	69
4.3 BASE CARTOGRÁFICA DA RFEE	70
4.4 BANCO DE DADOS DO SIG DA RFEE	72
4.5 LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO NA RFEE	73
4.6 O RELEVO NA RFEE	76
4.6.1 Modelo Digital de Elevação da RFEE	76
4.6.2 Carta de Declividade da RFEE	78
4.6.3 Carta de Exposição de Vertentes da RFEE	80
4.7 USO DO SOLO NA RFEE	82
4.8 MAPEAMENTO DAS RESTRIÇÕES LEGAIS DE USO (RLU) NA RFEE	91
4.8.1 Áreas de Preservação Permanente (APP)	91
4.8.2 Reserva Legal (RL)	91
4.9 MONITORAMENTO DA DINÂMICA DE CRESCIMENTO FLORESTAL	94
4.10 CARACTERIZAÇÃO DO ENTORNO DA RFEE USANDO ECOLOGIA DA PAISAGEM	96
4.11 ZONEAMENTO AMBIENTAL	103
4.11.1 RPPN	103
4.11.2 Área da Reserva externa à RPPN	109
4.12 OPERAÇÕES DE CONSULTA E CRUZAMENTO	114
4.12.1 Consulta	114
4.12.2 Cruzamento	120
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	123
5.1 CONCLUSÕES	123
5.2 RECOMENDAÇÕES	125
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
7 ANEXO 1	139

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- DIAGRAMA DAS INTERAÇÕES ENTRE O AMBIENTE E O SISTEMA	6
FIGURA 2	- COMPONENTES CENTRAIS DE UM SIG	14
FIGURA 3	- SINAIS RECEBIDOS DE 4 OU MAIS SATÉLITES NO SISTEMA GPS	17
FIGURA 4	- TESSELAÇÕES DE SUPERFÍCIES BIDIMENSIONAIS	21
FIGURA 5	- ESTRUTURA DE DADOS VETORIAIS	22
FIGURA 6	- ESTRUTURA DE UM SIG	24
FIGURA 7	- ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO	24
FIGURA 8	- MANIPULAÇÃO DE DADOS	25
FIGURA 9	- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NO BRASIL E NO ESTADO DE SANTA CATARINA	52
FIGURA 10	- CLASSE “CULTURA” NO USO DO SOLO DA RFEE	82
FIGURA 11	- CLASSE “TAQUARAS” NO USO DO SOLO DA RFEE	83
FIGURA 12	- CLASSE “VASSOURINHA” NO USO DO SOLO DA RFEE	83
FIGURA 13	- CLASSE “BRACATINGA/CANELA GUAICÁ” NO USO DO SOLO DA RFEE.	84
FIGURA 14	- CLASSE “CANELAS” NO USO DO SOLO DA RFEE	84
FIGURA 15	- CLASSE “VASSOURÃO” NO USO DO SOLO DA RFEE	85
FIGURA 16	- CLASSE “PREDOMINÂNCIA DE ARAUCÁRIA” NO USO DO SOLO DA RFEE	85
FIGURA 17	- CLASSE “BAIXA DENSIDADE DE ARAUCÁRIA” NO USO DO SOLO DA RFEE	86
FIGURA 18	- CLASSE “VEGETAÇÃO DE SOLOS ÚMIDOS” NO USO DO SOLO DA RFEE	86
FIGURA 19	- CLASSE “VÂRZEAS” NO USO DO SOLO DA RFEE	87
FIGURA 20	- CLASSE “SOLO EXPOSTO” NO USO DO SOLO DA RFEE	87
FIGURA 21	- CLASSE “ESTRADAS” NO USO DO SOLO DA RFEE	88
FIGURA 22	- CLASSE “AÇUDES” NO USO DO SOLO DA RFEE	88
FIGURA 23	- ESPÉCIME DE <i>Cedrela fissilis</i> COM 7,40 m DE CAP	105
FIGURA 24	- ESPÉCIME DE <i>Araucaria angustifolia</i> COM 6,90 m DE CAP	106
FIGURA 25	- ESPÉCIME DE <i>Ocotea porosa</i> COM 5,90 m DE CAP	106
FIGURA 26	- CASCATA DA RFEE	107
FIGURA 27	- CASA SUBTERRÂNEA DA TRADIÇÃO TAQUARA: (A) RECONSTITUIÇÃO; (B) ASPECTO ATUAL	107
FIGURA 28	- IDENTIFICAÇÃO DOS ATRIBUTOS DA FEIÇÃO PELA FERRAMENTA <i>IDENTIFY</i>	114
FIGURA 29	- IDENTIFICAÇÃO DE VÁRIAS FEIÇÕES PELA FERRAMENTA <i>SELECT FEATURE</i>	115
FIGURA 30	- LOCALIZAÇÃO DE ENTIDADES COM A FERRAMENTA <i>FIND</i>	116
FIGURA 31	- EXPRESSÕES MATEMÁTICAS PARA CONSULTA PELA <i>QUERY BUILDER</i>	117
FIGURA 32	- CONSULTA PELA <i>QUERY BUILT</i> COM O OPERADOR <i>AND</i>	118
FIGURA 33	- CONSULTA PELA <i>QUERY BUILT</i> COM O OPERADOR <i>OR</i>	119
FIGURA 34	- VISUALIZAÇÃO DE IMAGENS ASSOCIADAS ÀS FEIÇÕES PELA FERRAMENTA <i>HOT LINK</i>	120

LISTA DE MAPAS

MAPA 1	- BASE CARTOGRÁFICA DA RFEE	71
MAPA 2	- SOLOS DA RFEE	75
MAPA 3	- MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO DA RFEE	77
MAPA 4	- CARTA DE DECLIVIDADE DA RFEE	79
MAPA 5	- EXPOSIÇÃO DE VERTENTES DA RFEE	81
MAPA 6	- USO DO SOLO DA RFEE	90
MAPA 7	- RESTRIÇÕES LEGAIS DE USO DA RFEE	93
MAPA 8	- MONITORAMENTO DA DINÂMICA DE CRESCIMENTO FLORESTAL DA RFEE	95
MAPA 9	- USO DO SOLO NO ENTORNO DA RFEE	97
MAPA 10	- FRAGMENTOS NO ENTORNO DA RFEE	100
MAPA 11	- EFEITOS DE BORDA NO ENTORNO DA RFEE	102
MAPA 12	- RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL DA RFEE	111
MAPA 13	- ÁREA DA RESERVA EXTERNA À RPPN DA RFEE	112
MAPA 14	- ZONEAMENTO DA RFEE	113

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- OS ERROS SISTEMÁTICOS PRESENTES NAS OBSERVAÇÕES GPS	31
TABELA 2	- INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS	56
TABELA 3	- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO SATÉLITE IKONOS II	58
TABELA 4	- CLASSES DE DECLIVIDADE	63
TABELA 5	- RELAÇÃO DOS CAMPOS NAS TABELAS DO BANCO DE DADOS DA RFEE	72
TABELA 6	- SOLOS NA RFEE	74
TABELA 7	- QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS POR FACE DE EXPOSIÇÃO DA RFEE	80
TABELA 8	- QUANTIFICAÇÃO DAS CLASSES TIPOLOGICAS MAPEADAS	89
TABELA 9	- DADOS DENDROMÉTRICOS DAS PARCELAS PERMANENTES DA RFEE	94
TABELA 10	- USO DO SOLO NO ENTORNO DA RFEE	96
TABELA 11	- MÉTRICAS DE PAISAGEM PARA OS FRAGMENTOS FLORESTAIS DO ENTORNO DA RFEE	99
TABELA 12	- PERCENTUAIS DAS ZONAS NA RPPN E RFEE	109
TABELA 13	- PERCENTUAIS DAS ZONAS NA ÁREA DA RESERVA EXTERNA À RPPN E RFEE	110
TABELA 14	- RESULTADO DO CRUZAMENTO TAQUARA + SOLOS	121
TABELA 15	- RESULTADO DO CRUZAMENTO ARAUCÁRIA + SOLOS	122

LISTA DE SIGLAS

APP	-	Áreas de Preservação Permanente
CAD	-	<i>Computer Aided Design</i>
CBIS	-	<i>Computer-Based Information System</i>
CONAMA	-	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DGPS	-	<i>Differential Global Positioning System</i>
DSG	-	Diretoria de Serviços Geográficos
EMBRAPA	-	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMP	-	<i>Environmental Management Planning</i>
EMPASC	-	Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária
ENVI	-	<i>Environment for Visualizing Images</i>
EP	-	Ecologia da Paisagem
EPAGRI	-	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FOM	-	Floresta Ombrófila Mista
GCP	-	<i>Ground Control Points</i>
GLONASS	-	<i>GLObalnaya NAvigationnaya Sputnikova Sistema</i>
GNSS	-	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	-	<i>Global Positioning System</i>
IBAMA	-	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	-	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
LANDSAT	-	<i>Land Observation Satellite</i>
MDE	-	Modelo Digital de Elevação
NAVSTAR-GPS	-	<i>Navigation System with Time and Ranging-Global Positioning System</i>
NIMA	-	<i>National Imagery Mapping Agency</i>
NGB	-	<i>Near infrared Green Blue</i>
RFEE	-	Reserva Florestal Embrapa/Epagri
RL	-	Reserva Legal
RPPN	-	Reserva Particular do Patrimônio Natural
RTCM	-	<i>Radio Technical Committee for Maritime Service</i>
SAD-69	-	<i>South American Datum from 1969</i>
SGDB	-	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SI	-	Sistema de Informações
SIG	-	Sistemas de Informações Geográficas
SNUC	-	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SPOT	-	<i>Système Pour l'Observation de la Terre</i>
SR	-	Sensoriamento Remoto
TIN	-	<i>Triangular Irregular Network</i>
UC	-	Unidades de Conservação
USNO	-	<i>United States Naval Observatory</i>
UTM	-	<i>Universal Transverse Mercator</i>
ZEE	-	Zoneamento Ecológico Econômico

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo desenvolver um Sistema de Informações Geográficas aplicado ao zoneamento ambiental da Reserva Florestal Embrapa/Epagri de Caçador (RFEE), Estado de Santa Catarina. Como base do trabalho foi utilizado o sistema ArcView 3.2 desenvolvido pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) e uma sub-cena do sensor Ikonos imageada em 17 de fevereiro de 2004. A área de estudo, com 1.157,48 ha, é constituída por um dos maiores remanescentes contínuos com vegetação característica do bioma Floresta Ombrófila Mista (FOM). À base cartográfica digital, inicialmente compilada contendo dados de curvas de nível, pontos cotados, hidrografia, estradas e perímetro, foi incorporado o mapa de uso do solo recentemente elaborado com níveis refinados de detalhamento das classes tipológicas existentes na área e informações advindas da readequação de nove parcelas permanentes instaladas estrategicamente na Reserva. O mapa produzido pelo levantamento pedológico semi-detalhado na escala 1:25.000 possibilitou a atualização da legenda de acordo com as novas normas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e foram identificadas nove unidades de mapeamento distribuídas nas ordens dos Cambissolos, Gleissolos, Nitossolos e Neossolos. O banco de dados do tipo relacional disponibilizado - o primeiro definido para a RFEE - é composto de seis tabelas referentes ao: **a)** cadastro da Reserva; **b)** levantamento pedológico; **c)** inventário florestal contínuo; **d)** uso do solo; e, finalmente, **e)** entorno; **f)** zoneamento ambiental. Baseado em preceitos da Ecologia da Paisagem, o estudo do entorno da RFEE detectou que mais de 80% dos fragmentos vizinhos possuem menos que 5 ha, forma bastante irregular e dimensões reduzidas. A zona tampão representada pelos reflorestamentos com *Pinus* spp e *Araucaria angustifolia* constitui-se em uma das estratégias bem sucedidas para a atenuação do efeito de borda sobre a Reserva. Concluiu-se que o conjunto de descritores e índices utilizados permitiu quantificar a estrutura espacial das unidades de paisagem, além de algumas relações entre estes. A partir da elaboração do MDE e da carta de declividade, caracterizou-se o relevo na RFEE como predominantemente ondulado a plano, observando-se também que não existem declividades superiores a 45° na área. A proposta de conversão de 56,55% da RFEE em RPPN vem de encontro à crescente preocupação mundial para a preservação dos recursos florestais. O zoneamento ambiental proposto neste trabalho não pode ser considerado um produto acabado, mas uma base para análises mais profundas e auxílio aos gerentes nas tomadas de decisão, uma vez que um grande número de variáveis e possibilidades de manejo pode ser simulado pelo sistema.

Palavras-chave: Ikonos, ecologia de paisagem, entorno, floresta de araucária

ABSTRACT

The study aimed the development of a Geographical Information System (GIS) for the Forest Reserve Embrapa/Epagri of Caçador, Santa Catarina State, Brazil emphasizing its environmental zoning. The study was developed using ArcView 3.2 - ESRI (Environmental Systems Research Institute) plus a sub-scene of the Ikonos imagery from February, 2004, that was also available. The study area has 1,157.48 hectares and it is constituted by one of the most strategic continuous remnants covered by the characteristic vegetation of the ecosystem Mixed Ombrofilous Forest (FOM), the Araucaria Forest. To the basic digital cartography, represented by contour lines, quoted points, hydrography, roads and perimeter were incorporated: the detailed land use map recently elaborated, the forest types classification map for the area and the location of nine permanent plots also recently reinstalled, after a long period without vegetation monitoring in the Reserve. A survey specially designed for this project produced, in the scale 1:25000, a semi-detailed pedological map already in the new Ground Classification Brazilian System designation. Nine mapping classes were identified and distributed in the soil orders of the Cambisol, Gleisol, Nitosol and Neosol. The database, the first one created for the RFEE, is composed by six tables: **a)** the basic data record set of the Reserve; **b)** pedological survey information; **c)** the CFI - Continuous Forest Inventory information, summed up for each permanent plot; **d)** land use data; **e)** the environmental zoning; and **f)** characterization y surroundings. Based on some very basic rules of Landscape Ecology (LE), the study of the RFEE surroundings detected that more than 80% of the neighborhood forest patches are smaller than 5 ha, with irregular form and reduced dimensions. The buffer zone represented by the pine (*Pinus* spp) and paraná-pine (*Araucaria angustifolia*) forest plantations consists in one of the most successful strategies for the attenuation of the edge effect at the Reserve. The LE metrics and indices allowed the quantifying of the structure of the landscape units. The relief at the RFEE was characterized as almost flat to smooth, by the DEM (Digital Elevation Model) and by the clinographic map; there are no slopes sharper than 45°. The programmed conversion of 56.55% of the RFEE in RPPN (Private Reserve recognized by the Government) meets the increasing world-wide concern for the preservation of the forest resources and may allow the area to be involved in governmental incentives. The proposed environmental zoning cannot be considered as complete and definitive one, but as a base for multidisciplinary and multistitutional analyses and a decision making tool.

Keywords: Ikonos, landscape ecology, surroundings, araucaria forest

1 INTRODUÇÃO

O espaço físico e suas forma de representação sempre estiveram no centro das atividades humanas desde os primórdios da civilização. Inicialmente, por meio de desenhos e inscrições nas paredes de grutas e cascas de árvores, evidenciando a preocupação em transmitir informações como a localização de fontes, de zonas de perigo ou os segredos das rotas de caça. O homem também demarcou outras rotas marítimas, terrestres ou fluviais. No entanto, registre-se que essa necessidade não é exclusivamente humana, pois animais selvagens como os pássaros gravam na memória das espécies o mapa de seus territórios naturais. Existem registros de cartas representando o meio em que o ser humano vive desde 6.000 a.C. e estes guardam características próprias e marcantes da época em que foram elaborados.

Ao longo dos tempos, para atingir seu objetivo de representar o espaço físico o mais próximo possível da realidade, os homens sempre usaram o avanço tecnológico. Cabe ressaltar entretanto que, atualmente, o foco não está apenas em representar ou registrar o meio físico. O aumento das populações humanas gera problemas, como a forma inadequada de usar o meio físico para garantir a sobrevivência da espécie humana. Daí surge a importância do melhor conhecimento do meio físico para melhor usar suas potencialidades e reconhecer suas limitações.

Atualmente a representação do espaço físico utiliza-se da ferramenta do geoprocessamento, que é um conjunto de técnicas computacionais relacionando coleta, armazenamento e tratamento de informações espaciais ou georreferenciadas. As informações georreferenciadas têm como característica principal a sua localização no espaço e estão ligadas a uma posição específica do globo terrestre por meio de suas coordenadas geográficas.

Trabalhos que envolvem o planejamento ou o gerenciamento ambiental requerem um bom diagnóstico da área de interesse. É grande a quantidade de informações necessárias para se chegar a tal diagnóstico, bem como é difícil sua manipulação se um sistema organizado não estiver disponível. Um esforço no

sentido da espacialização dos dados é também de fundamental importância, permitindo o cruzamento e a integração de informações, além da criação de panoramas de situações reais ou de situações previstas favorecendo, portanto, previsões.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) vêm sendo amplamente utilizados em trabalhos que demandam a articulação de uma grande gama de informações espacializáveis, sendo capazes de envolver integradamente os seus componentes. Os SIGs podem conter bases de dados que incluem informações cartográficas, espectrais (obtidas por sensores remotos), observações de campo, resultados de entrevistas ou censos abrangendo, portanto, todos os tipos de informações necessárias à decisão, tais como as de origem básica ou histórica, e aquelas consideradas atuais ou as simulações do futuro.

A Reserva Florestal Embrapa/Epagri (RFEE) – objeto do presente estudo – possui 1.157,48 hectares e está em mãos governamentais há aproximadamente 57 anos, quando por meio do Decreto nº. 25.407, de 30/08/1948 foi declarada área de utilização pública. Pertence formalmente à EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), mas está sob contrato de comodato junto à EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). Há muito se discute a melhor forma de proteger a área, considerando-se sua vocação para a conservação. Em 1994 foi elaborado o primeiro Plano Diretor do então “Parque Florestal do Contestado” (EMBRAPA/EPAGRI, 1994), por um grupo de trabalho constituído por ambas instituições. O Plano não foi implementado, e três anos depois, tal planejamento foi atualizado (EMBRAPA/EPAGRI, 1997), sendo a área já então denominada Reserva Florestal Embrapa/Epagri – Caçador. Novamente não houve implementação do plano que, pretendia-se, fosse mais uma vez re-atualizado, em função de que alguns de seus pressupostos não garantiam a preservação de parte da área. Atualmente um projeto de pesquisa está sendo desenvolvido pela *Embrapa Florestas*, no qual o presente trabalho se insere. Esforços têm sido envidados para que a maior quantidade de informações esteja disponível no sentido

de gerar um Plano de Manejo nos moldes do preconizado para as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs). Com esta estratégia, pretende-se otimizar o uso dos recursos naturais e maximizar ações de conservação da biodiversidade, observando-se um planejamento de atividades que envolvem o zoneamento ambiental – um instrumento que permite definir quais medidas de proteção deverão ser adotadas para as diferentes zonas estabelecidas no Plano de Manejo. Embora a categoria de Unidade de Conservação (UC) denominada RPPN não esteja obrigada a incluir o entorno das UCs no seu Plano de Manejo, seu mapeamento, mesmo que não detalhado, é fundamental, já que a área, por estar inserida em contexto regional, é influenciada por fatores externos que interagem entre si e que podem causar impactos decorrentes do uso do solo nas suas imediações. Muitos autores concordam com esta visão, argumentando que o planejamento efetivo de uma UC requer, também, uma análise da paisagem adjacente, já que assim é possível identificar fluxos e movimentos d'água, aspectos de poluição do ar e definição dos locais mais adequados para recreação, em função das vias de locomoção.

A cobertura vegetal existente na RFEE é constituída por um dos últimos remanescentes da Floresta Ombrófila Mista (FOM), onde se destacam algumas das espécies constantes da lista oficial de espécies em extinção do IBAMA (Portaria nº 37-N, de 03/04/1992), objeto de proibição de corte pela Resolução CONAMA 278, de 24/05/2001, ou seja: *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-paraná), *Ocotea porosa* (imbuia), *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás) e *Ocotea catharinensis* (canela-preta), entre várias outras listadas em relações que as mencionam como vulneráveis ou em perigo, como *Ilex paraguariensis* (erva-mate) e *Maytenus ilicifolia* (espinheira-santa).

Estas e muitas outras espécies florestais (certamente mais de uma centena delas, conforme Inventário Florestal realizado por equipe da *Embrapa* Florestas em 1982), convivem com inúmeras espécies de menor porte e com rica fauna associada, algumas também sendo consideradas como vulneráveis ou ameaçadas de extinção, devido à enorme fragmentação que vêm sofrendo as áreas no

ecossistema Floresta com Araucária.

2 OBJETIVOS

Face à aplicabilidade dos SIGs, este trabalho teve por objetivo geral desenvolver um Sistema de Informações Geográficas para a Reserva Florestal Embrapa/Epagri de Caçador. Os objetivos específicos, envolvendo a Reserva, foram:

- a) Compilar a base cartográfica digital (perímetro, rios, estradas, curvas de nível e pontos cotados);
- b) Incorporar o mapa do uso do solo, recentemente elaborado, à base cartográfica digital;
- c) Delimitar as Áreas de Preservação Permanente e Área de Reserva Legal com base na legislação ambiental usando técnicas de geoprocessamento;
- d) Elaborar mapa de solos, baseado em levantamento pedológico na escala 1:25.000;
- e) Incorporar à base de dados informações oriundas das Parcelas Permanentes instaladas na RFEE;
- f) Criar um banco de dados com informações florestais e de gerenciamento;
- g) Elaborar o mapa de uso do solo do entorno da RFEE;
- h) Elaborar Modelo Digital de Elevação (MDE);
- i) Elaborar o zoneamento ambiental da RFEE de acordo com o Roteiro Metodológico para elaboração de Planos de Manejo para RPPNs.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTÓRICO DO SIG

A consciência da necessidade de administrar os recursos naturais surgiu no século XIX e proporcionou um aumento significativo da demanda por mapas temáticos e topográficos (TAVARES, 1993). Algumas das técnicas para mapeamento e obtenção de informações de recursos, desenvolvidas no século passado, usando a fotogrametria e a fotointerpretação, foram aperfeiçoadas e hoje são amplamente aplicadas. A aquisição de imagens terrestres pela técnica do Sensoriamento Remoto (SR) para aplicação em mapeamentos temáticos foi possibilitada a partir de 1960 quando uma multiplicidade de sistemas sensores foram projetados e construídos e a disponibilidade do computador fez com que a cartografia se dirigisse à produção de mapas automatizados e aos estudos de análise espacial (BURROUGH, 1985).

Entretanto, somente na década de 70 investiu-se maciçamente em estudos envolvendo a cartografia apoiada por computador e a produção de mapas pôde finalmente passar a ser executada rapidamente, com menor custo e de forma a facilitar a atualização e as análises de dados. Porém, até atingir o padrão dos produtos cartográficos atuais, ocorreram uma série de dificuldades, dúvidas e erros que culminaram no fortalecimento técnico e desenvolvimento tecnológico (DRAGO, 1999).

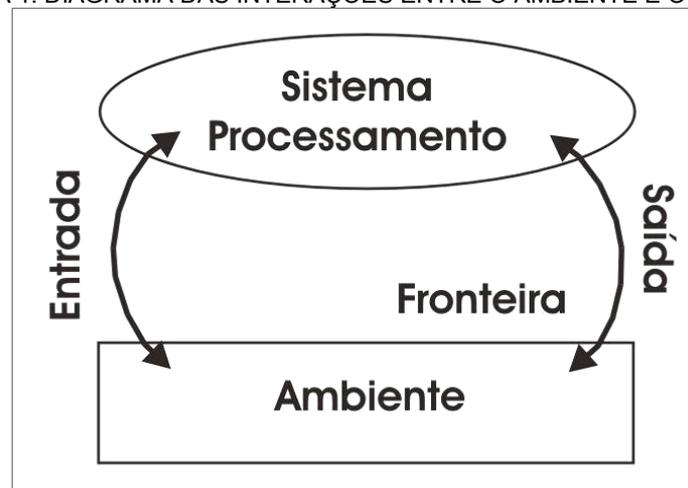
De acordo com BURROUGH (1991), o avanço da tecnologia envolvendo métodos de interpolação, SR e modelagem tem proporcionado às instituições ambientais e de levantamento de solos, ferramentas úteis que são utilizadas para padronizar a produção de mapas e relatórios, além da pesquisa. Assim, pode-se dizer que a conscientização para a administração dos recursos naturais, aliada ao ferramental de imageamento, avanço na tecnologia computacional e de mapeamento culmina ou pode ser resumida nos denominados Sistemas de

Informações Geográficas (SIG) objeto da presente dissertação e que, na verdade, podem ser considerados como uma especialização dos métodos tradicionalmente envolvidos na temática de Sistemas.

2.2 TEORIA GERAL DE SISTEMAS

A teoria geral de sistemas foi desenvolvida pelo biólogo **L. von Bertalanffy** na década de 40, ao procurar um modelo científico explicativo do comportamento de um organismo vivo e adota, muito freqüentemente, a terminologia advinda da área biológica (BIDARRA, 2001). O mesmo autor define um **sistema** como um todo organizado e formado por elementos interdependentes e que está rodeado por um **meio exterior**. Se o sistema realmente interage com o meio exterior, então ele é designado como **sistema aberto** e as relações do sistema com o meio exterior processam-se através de trocas de energia e/ou informação e designam-se por entrada (**input**) ou saída (**output**) (Fig. 1).

FIGURA 1. DIAGRAMA DAS INTERAÇÕES ENTRE O AMBIENTE E O SISTEMA



FONTE: ADAPTADO DE BIDARRA, 2001

O mesmo autor afirma que uma máquina, uma bactéria, um ser humano e as comunidades humanas são exemplos de sistemas abertos, que se caracterizam na sua generalidade pelo seguinte (BIDARRA, 2001):

- a) o todo é superior à soma das suas partes e tem características próprias;
- b) as partes integrantes de um sistema são interdependentes;
- c) sistemas e subsistemas relacionam-se e estão integrados numa cadeia hierárquica (nesta perspectiva pode-se encarar o universo como uma vasta cadeia de sistemas);
- d) os sistemas exercem auto-regulação e controle, visando a manutenção do seu equilíbrio;
- e) os sistemas influenciam o meio exterior e vice-versa (através da entrada/saída de energia e informação);
- f) a auto-regulação dos sistemas implica na capacidade de mudar, como forma de adaptação a alterações do meio exterior;
- g) os sistemas têm a capacidade de alcançar os seus objetivos através de diferentes caminhos e formas.

2.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

De acordo com FARINHA (2005) um Sistema de Informações (SI) é constituído por uma série de elementos ou componentes inter-relacionados que coletam (entrada), manipulam e armazenam (processo), disseminam (saída) os dados e informações e fornecem um mecanismo de *feedback*, apoiando o controle, a coordenação e a tomada de decisão em uma organização; auxiliam gerentes e funcionários a analisar problemas, visualizar soluções e a criar novos produtos.

Um sistema de informação pode ser definido em termos de duas perspectivas: uma relacionada à sua estrutura e outra à sua função. Da perspectiva estrutura, um SI “consiste em uma coleção de pessoas, processos, dados, modelos, tecnologia e linguagem parcialmente formalizada, formando uma estrutura coesa que serve a algum propósito ou função”. Da perspectiva funcional, um SI é “uma mídia tecnologicamente implementada para o propósito de gravar, armazenar e

disseminar expressões lingüísticas assim como apoio ao desenvolvimento de inferências”. Ao executar estas funções básicas, os sistemas de informação “facilitam a criação e a troca de significados que servem a propósitos socialmente definidos tais como controle, entendimento e argumentação” (HIRSCHHEIM, KLEIN e LYYTINEM, 1995).

Nota-se que nas duas perspectivas de SI as pessoas estão incluídas dentro das fronteiras, o que significa que os serviços proporcionados por um sistema de informação em parte dependem das capacidades e contribuições das pessoas (HIRSCHHEIM, KLEIN e LYYTINEM, 1995). Em outras palavras, as pessoas desempenham um papel fundamental no alcance de propósitos de um SI.

Os sistemas de informações podem ser manuais ou computadorizados. Muitos sistemas de informação começam como manuais e se transformam em computadorizados para coletar, manipular, armazenar e processar dados. Sistemas de informação baseados em computadores (CBIS – *Computer-Based Information System*), são compostos por: *hardware*, *software*, banco de dados, telecomunicações, pessoas e procedimentos (FARINHA, 2005).

2.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – SIG

ALVES (1990) define os SIGs como sistemas destinados ao tratamento de dados **referenciados espacialmente**, manipulando dados de diversas fontes como mapas, imagens de satélites, cadastros e outras, permitindo recuperar, combinar informações e efetuar os mais diversos tipos de análise sobre os dados. Após a conceituação inicialmente referida, “Sistema” pode, então, ser definido como um conjunto de elementos interligados e que juntos formam um processo funcional. Já “Informação Geográfica” consiste de todo e qualquer dado significativo que possua tamanho e localização espacial. O tamanho ou dimensão física são definidos por altura, largura, profundidade, área e volume. A localização espacial indica a ocupação de uma posição mensurável no espaço relativo à superfície terrestre

(INTERGRAPH, 1997). ASSAD e SANO (1998) referem-se aos SIGs como sistemas destinados ao **tratamento automatizado** de dados georreferenciados, que manipulam dados de diversas fontes e formatos, dentro de um ambiente computacional ágil, capaz de integrar as informações espaciais temáticas e gerar novos dados derivados dos originais. TEIXEIRA, MORETTI e CHRISTOFOLETTI (1992), incorporam novos elementos à definição. Para eles, SIGs são sistemas que utilizam uma base de dados computadorizada que contém informação espacial, ou seja, os aspectos do meio natural como relevo, solo, clima, vegetação hidrografia, etc., e os **componentes sociais, econômicos e políticos**, sobre os quais atuam uma série de operadores espaciais, ou seja, o conjunto de operações algébricas, booleanas e geométricas.

Finalmente, um último componente é adicionado ao conceito de SIG. TEIXEIRA et al. (1995) consideram os SIGs como “conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e **pessoas (usuários)**, perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação”. CÂMARA e MEDEIROS (1996) enfatizam a importância do componente usuário na estrutura do SIG, pois é ele quem define como o sistema será operado e controlado, bem como apontam os procedimentos e definem as questões do SIG, para que as funcionalidades do sistema sejam especificadas.

Segundo BERRY (1995), o SIG abrange atualmente o modelamento espacial que se utiliza da estatística e de operações analíticas avançadas. O modelamento espacial é agrupado em três categorias:

- a) exploração de dados - utiliza o SIG para descobrir relacionamentos entre variáveis mapeadas e na derivação de modelos empíricos;
- b) modelamento de previsão - requer coleta de dados, muitas vezes por amostragem, a serem utilizados em modelos matemáticos que detectam, por exemplo, áreas de incidências de doenças, níveis de produtividade de culturas e até mesmo índices incomuns de venda de um produto;

- c) simulação dinâmica - permite ao usuário interagir com um modelo espacial e prever situações na área estudada.

O SIG muitas vezes é confundido com computação gráfica e sistemas CAD (*Computer Aided Design*). Entretanto o CAD é uma ferramenta utilizada na manipulação de atributos gráficos de arquivos vetoriais, sendo amplamente usado na engenharia civil, arquitetura, engenharia mecânica e cartográfica. De acordo com BURROUGH (1985), as principais diferenças incidem no volume muito maior de dados gráficos e alfanuméricos que o SIG suporta, na diversidade de entrada destes dados e na metodologia específica de análise.

2.4.1 Banco de Dados

Um banco de dados - muitas vezes chamado de base de dados - é um conjunto de arquivos estruturados de forma a facilitar o acesso a conjuntos de informações que descrevem determinadas entidades do mundo real (MEDEIROS e PIRES, 1998). BRANDALIZE (1993) definiu o banco de dados como sendo um conjunto de dados organizados de forma lógica de maneira que permitam acesso rápido e fácil. RAFAELI NETO et al. (1994) definem banco de dados como um conjunto de bases de dados que armazenam e inter-relacionam diversos arquivos.

Assim, entende-se por banco de dados não-geográficos (convencionais) o conjunto estruturado de dados, armazenados e gerenciados de modo a possibilitar a pesquisa de dados e informações textuais, podendo ser apresentados sob a forma de relatórios, tabelas e gráficos (MMA, 2005).

Os bancos de dados geográficos distinguem-se dos não-geográficos por armazenarem dados relacionados com a localização das entidades, além de dados alfanuméricos e do tipo de operações que podem ser realizadas (MEDEIROS e PIRES, 1998). São utilizados quando os dados a serem armazenados possuem características espaciais, ou seja, possuem propriedades que descrevem a sua

localização no espaço e a sua forma de representação (SILVA, 2002).

A maneira como os dados são armazenados em um banco de dados facilita a organização, a consulta e atualização das informações. No entanto, para obter-se uma boa estruturação, é preciso que se realize a chamada modelagem de dados, que é a atividade de especificar as necessidades de um conjunto de aplicações de forma a estruturar o armazenamento de dados corretamente. Com isso os mesmos dados podem ser utilizados por aplicações diferentes, reduzindo espaço e esforço de programação (MEDEIROS e PIRES, 1998).

De acordo com BURROUGH (1994), a criação de um banco de dados é a tarefa mais importante e complexa da qual depende o SIG para atender aos objetivos pretendidos, onde dois aspectos precisam ser considerados separadamente. Primeiramente, o posicionamento ou os dados geográficos necessários para definir onde as feições acontecem e, segundo, os atributos associados que registram o que as características cartográficas representam. Segundo GUERRA e CUNHA (1994), as informações espaciais codificadas em pontos, linhas e polígonos (mapas digitais), permitem uma análise das interações entre as entidades individualmente identificáveis por seus atributos contidos em um banco de dados alfanuméricos.

O acesso ao banco de dados permite o controle da entrada, saída, armazenamento, verificação, combinação e recuperação de dados. Isto ocorre devido a rotinas existentes em uma coleção de programas utilizados para a manipulação dos dados, que reunidos formam o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados – SGBD (BURROUGH, 1985). Todas essas “arquiteturas” ou programas organizam e acessam os dados de diferentes formas, mas todas possuem o mesmo objetivo: permitir ao usuário encontrar rápida e acuradamente uma informação específica (WANG, 1998).

Os SGBDs surgiram a partir da necessidade de separação entre problemas específicos de aplicações e problemas de armazenamento de dados, e da necessidade de controle centralizado dos dados como ferramentas a serem

utilizadas por projetistas, implementadores e administradores de sistemas de informação (LEITE, 1980).

2.4.2 Principais Áreas de Aplicação dos SIGs

O domínio de aplicações em SIG está se ampliando cada vez mais, acompanhando a evolução dos dispositivos de coleta e as facilidades computacionais em geral (KIMMERLING, 1994). MAGUIRE (1993) classifica as aplicações em:

- a) sócio-econômicas - envolvendo o uso da terra, seres humanos e a infraestrutura existente;
- b) ambientais - enfocando o meio ambiente e o uso de recursos naturais;
- c) gerenciamento - envolvendo a realização de estudos e projeções que determinam onde e como alocar recursos para remediar problemas ou garantir a preservação de determinadas características.

Para CÂMARA et al. (1996) em princípio, a classe de aplicações determina a utilização de certas escalas, fontes de dados e, certamente, funções de análise. Aplicações sócio-econômicas são geralmente voltadas para escalas grandes (1:200 a 1:20.000), ocupando-se de problemas localizados. Aplicações ambientais, por sua vez, são em geral relacionadas a problemas em escalas em torno de 1:20.000 ou menores. Esta regra de escala, fonte e precisão dos dados nem sempre é aplicável: estudos ambientais podem se ocupar de regiões de pequena extensão, exigindo escalas maiores.

Algumas das aplicações mais novas conduzem os SIGs para áreas ainda pouco exploradas como: mudança global do clima; seleção de locais de poços de água; sistema de identificação e de determinação de perigos de incêndio (FOOTE e LYNCH, 1995).

De acordo com TAYLOR (1991), a aplicação fundamental do SIG é universal

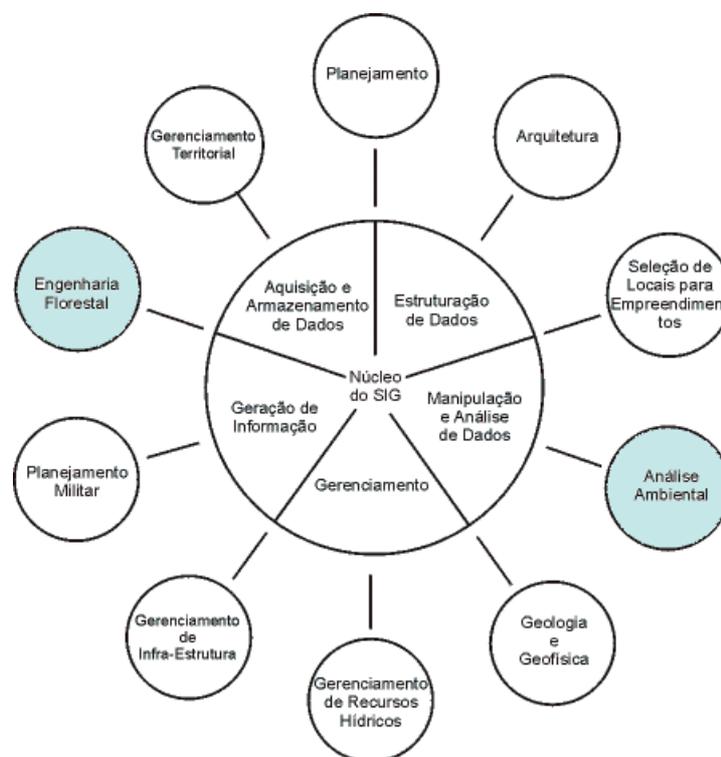
e trata do desenvolvimento das nações onde a tecnologia tem potencial para ser utilizada, principalmente em países da África, Ásia e América Latina, que enfrentam problemas de natureza técnica, social, econômica e política.

2.4.3 Componentes de um SIG

Segundo MAGUIRE (1991) os SIGs envolvem quatro elementos básicos que operam em um contexto institucional: *hardware*, *software*, dados e os usuários, estes últimos comumente denominados em inglês como *liveware* ou *peopleware*.

KIMMERLING (1994) sugere um modelo de organização dos componentes de um SIG como um núcleo técnico e administrativo cercado por um anel de usuários envolvidos com diferentes aplicações (Fig. 2). No coração do SIG está o *hardware*, *software*, bancos de dados e pessoal envolvido na operação, manutenção e administração do próprio sistema. Para CÂMARA e MEDEIROS (1998), estes componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo do usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG apresenta mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída). No nível mais interno, um sistema de gerência de banco de dados (SGBD) geográficos controla o armazenamento e a recuperação de dados espaciais e seus atributos.

FIGURA 2 - COMPONENTES CENTRAIS DE UM SIG



FONTE: KIMMERLING (1994)

Os componentes do núcleo central do SIG podem ser discriminados em: aquisição e armazenamento de dados; estruturação de dados; manipulação e análise de dados; geração de informação e gerenciamento do SIG (KIMMERLING, 1994).

2.4.3.1 Aquisição e Armazenamento de Dados - Entrada

Através da denominação genérica de *INPUT* ou entrada de dados (GOODCHILD, 1991), o componente engloba as diferentes formas de captação de informações. O componente define os tipos de dados em forma digital necessários para o desenvolvimento do SIG, a partir de uma variedade de fontes. Comumente os dados são extraídos de:

- a) bancos de dados digitais existentes;
- b) digitalização de mapas;
- c) conversão analógico-digital de dados com uso de *scanner*;

- d) aquisição direta por levantamento de campo (via GPS, p.e.);
- e) observações científicas.

Estes dados devem ser armazenados em dispositivos, tais como: fitas magnéticas, discos rígidos e flexíveis, CD-ROM, ou nos recentemente lançados “*pen-drives*”.

Segundo KIMMERLING (1994), a aquisição de dados representa um papel muito importante em qualquer SIG ou em um sistema de mapeamento digital, e tem sido considerada uma atividade onerosa. Este, na verdade é um axioma da área de computação onde se salienta que, ao serem incorporados dados inválidos ou de pouca qualidade ao sistema, a saída resultante terá tanta qualidade quanto tiveram os dados de entrada (*garbage in - garbage out*, em inglês). Mesmo que originalmente aplicado à área de *software*, o axioma é verdadeiro para todos os sistemas (incluindo p.e., sistemas de tomada de decisão, como os SIGs) (WEBOPEDIA, 2004). Alguns peritos estimam que mais de três quartos do custo de operação de um SIG recaem na criação de banco de dados. Este grande investimento financeiro só pode ser compensado pelo uso repetido do banco de dados (KIMMERLING, 1994).

2.4.3.1.1 Conjunto de Dados Existentes

A falta de dados geográficos adequados para as aplicações de SIG representou um problema nos primeiros sistemas desenvolvidos, mas a situação foi radicalmente modificada e agora existem grandes volumes de informações ambientais potencialmente úteis para muitas partes do mundo (MENEGUETTE, 2005).

Os dados cartográficos necessários para o mapeamento digital e projetos de SIG que não forem encontrados nos mapas e em conjunto de dados existentes devem ser digitalizados, ou seja, convertidos para o formato digital compatível com o

sistema. Segundo STAR e ESTES (1990), a operação de digitalização de informações do SIG constitui a fase mais trabalhosa na organização de dados digitais. GUIMARÃES (1994) complementa dizendo que a forma de digitalização e de armazenamento dos dados influencia decisivamente sua precisão e qualidade. A digitalização de mapas é freqüentemente realizada no modo vetorial. Até pouco tempo atrás, se traçavam manualmente as linhas no mapa, usando um cursor conectado a uma mesa digitalizadora (USDA FOREST SERVICE, 1995). Visualizar um mapa ou uma imagem no formato matricial na tela do computador e digitalizar manualmente os segmentos lineares na forma vetorial, usando-se um cursor (*mouse*) ou bastão de controle (*joystick*), é um desenvolvimento recente e muito utilizado, construindo o processo denominado *heads-up digitizing* (USDA FOREST SERVICE, 1995).

2.4.3.1.2 Aquisição Direta de Dados

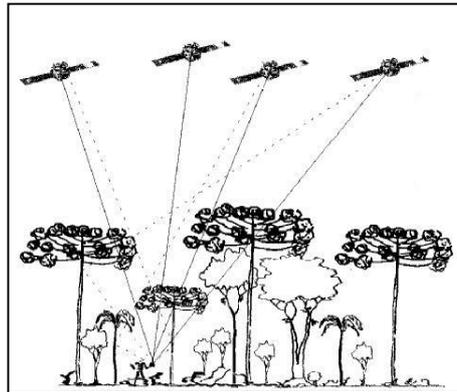
Dados coletados no campo ou interpretados usando-se como fonte as fotografias aéreas ou outras imagens advindas do sensoriamento remoto podem ser inseridos diretamente em um SIG ou banco de dados do sistema de mapeamento digital, se georreferenciados. A seguir enumeram-se algumas das formas de aquisição direta de dados:

- a) **Aquisição de dados por levantamento** - Instrumentos de levantamento modernos conhecidos como estações totais medem ângulos horizontais e verticais, como também a distância entre o instrumento e um segundo ponto (MENEGUETE, 2005). Quando o instrumento é colocado sobre um ponto de triangulação com coordenadas geográficas e de elevação conhecidas, as coordenadas e a elevação do segundo ponto e de pontos adicionais podem ser obtidas diretamente pelo instrumento e armazenadas em forma digital, que poderá ser lida posteriormente num programa de mapeamento digital ou SIG. Exemplo da utilização de

estação total pode ser encontrado em KURASZ et al. (2003);

- b) **Aquisição direta e armazenamento digital de posições horizontais e verticais** - são possíveis usando o sistema de Posicionamento Global por Satélite (GPS), ou o Sistema Global de Navegação por Satélite (GLONASS), organizados de forma que sinais enviados de quatro ou mais satélites possam ser recebidos simultaneamente em qualquer lugar da Terra (Fig. 3), sendo que a determinação da posição baseia-se na triangulação tridimensional. Cada sinal do satélite contém informação sobre sua posição no espaço, na hora de transmissão. Exemplo de uso intensivo do GPS diferencial em SIG pode ser encontrado em OLIVEIRA FILHO (2001);

FIGURA 3 - SINAIS RECEBIDOS DE 4 OU MAIS SATÉLITES NO SISTEMA GPS



FONTE: ADAPTADO DE WATZLAWICK (2002)

- c) **Aquisição de dados fotogramétricos** - Localizações de estradas, litorais, rios, lagos, linhas de contorno (curvas de nível) e dados semelhantes obtidos por mensurações fotogramétricas de fotografias aéreas, imagens satelitárias ou *scanners* aerotransportados, são rotineiramente introduzidos diretamente na Cartografia e em banco de dados do SIG após georreferenciamento (MENEGUETE, 2005). Armazenados como matrizes, as feições são individualizadas através do uso das técnicas de fotointerpretação ou de classificação digital (CÂMARA e MEDEIROS, 1998).

2.4.3.2 Estruturação de Dados

A estruturação de dados é a fase do SIG em que os dados digitais obtidos de várias fontes são organizados em um sistema de coordenadas geográficas comum e, em seguida, transformados em uma estrutura padrão de dados cartográficos requerida pelo SIG (MENEGUETE, 2005). Fontes de materiais usados na aquisição de dados digitais invariavelmente estão em escalas diferentes, projeções cartográficas diferentes ou são adquiridas em anos ou épocas diversas. Estes conjuntos de dados devem ser transformados para um mesmo sistema de coordenadas geográficas, como latitude e longitude, ou coordenadas UTM, por exemplo (BURROUGH, 1986). Estes dados também devem, se possível, ser ajustados ao mesmo nível de generalização, o que permite concluir que os dados podem e normalmente trazem informações com níveis de detalhes diferenciados. Interpolações são possíveis, mas não alteram o conteúdo da informação inicialmente coletada, a não ser no caso do conceito denominado *map generalization*, que é o processo de redução da quantidade de detalhes do documento original (ROBINSON e LEE, 1994).

Como os dados podem ter sido adquiridos através de várias fontes, uma base de dados geometricamente consistente e topologicamente estruturada deve ser criada para o conjunto de dados. Este sempre foi um componente-chave na compilação de mapas, uma vez que todos os materiais devem ser trazidos à mesma escala e projeção cartográfica ou sistema de coordenadas. Com mapeamento digital matricial, incorpora-se também a exigência adicional de que todos os *pixels* sejam do mesmo tamanho e forma e registrados exatamente com os outros dados matriciais (MENEGUETE, 2005).

2.4.3.2.1 Objetos Cartográficos e Atributos

Dados geográficos para SIG não devem apenas ser geometricamente

retificados, mas também devem ser tratados como objetos cartográficos com atributos. Objetos cartográficos são os componentes geométricos básicos da cartografia e dos bancos de dados do SIG que definem três entidades geométricas fundamentais - pontos, linhas e polígonos - usados para representar as características ambientais. Mas, para GATRELL (1991) e TOBLER (1988), somente mencionar estas três entidades constitui-se em uma percepção extremamente primitiva. Segundo o Comitê Nacional Norte-Americano para Padrões de Dados Cartográficos Digitais (NCDCCDS, 1988) definiu uma terminologia incluindo o seguinte:

a) Objetos Vetoriais:

- 1) Ponto (*Point*) - um objeto adimensional especificando localização geográfica por um par de coordenadas;
- 2) Nó (*Node*) - um objeto adimensional servindo como junção topológica a uma linha ou como ponto extremo (inicial ou final);
- 3) Segmento Linear (*Line segment*) - uma linha reta entre dois pontos;
- 4) Seqüência Linear (*String*) - uma seqüência de segmentos lineares sem nós;
- 5) Cadeia (*Chain*) - uma seqüência de segmentos lineares com nó inicial e nó final;
- 6) Anel (*Ring*) - uma seqüência de cadeias ou seqüências lineares que formam uma poligonal fechada;
- 7) Polígono (*Polygon*) - um anel e sua área interna.

b) Objetos Matriciais:

- 1) Elemento Matricial (*Pixel*) - um elemento bidimensional que é a menor parte não divisível em uma imagem;

- 2) Célula do Quadriculado (*Grid cell*) - um objeto bidimensional representado em um elemento de uma tesselação (ver definição no item 2.4.3.2.2) regular da superfície.

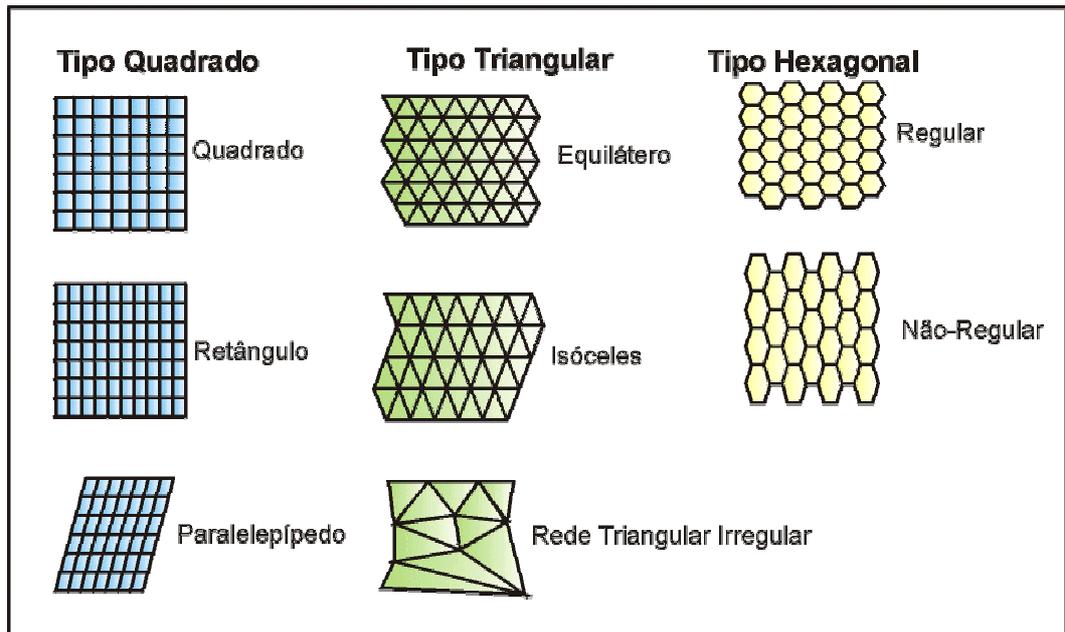
2.4.3.2.2 Representações Computacionais de Mapas

Para GATRELL (1991) uma das funções que um SIG deve suportar é a habilidade de criar novos objetos a partir de dados simples ou primitivos. Cita como exemplo o cruzamento entre um mapa de uso do solo com um de geologia, criando mapas que focalizem potencialidades de fragilidade geológica.

CÂMARA e MEDEIROS (1998) resumem a função do Geoprocessamento afirmando que - como o mesmo organiza computacionalmente os dados geográficos - ao mesmo tempo modifica qualitativamente o tipo de análise possível. Duas grandes classes podem ser destacadas com relação à estruturação de dados cartográficos:

- a) Estrutura de dados matriciais - nesta classe, o espaço é representado como uma matriz $P(m, n)$ composta de \underline{m} colunas e \underline{n} linhas, onde cada célula possui um número de linha, um número de coluna e um valor correspondente ao atributo estudado e cada célula é individualmente acessada pela sua coordenada (CÂMARA e MEDEIROS, 1998). Uma superfície tesselar é uma subdivisão de superfícies bidimensionais ou tridimensionais em um conjunto de figuras geométricas básicas (células) que cobrem completamente a superfície sem falhas ou sobreposições. Segundo MENEGUETE (2005) somente três formas geométricas regulares - quadrados, triângulos equiláteros e hexágonos - podem gerar uma superfície tesselar bidimensional (Fig. 4). Quadrados são usados quase que exclusivamente em mapeamento digital e SIG, a principal exceção sendo a subdivisão da verdadeira superfície terrestre tridimensional em uma rede triangular irregular (estrutura TIN);

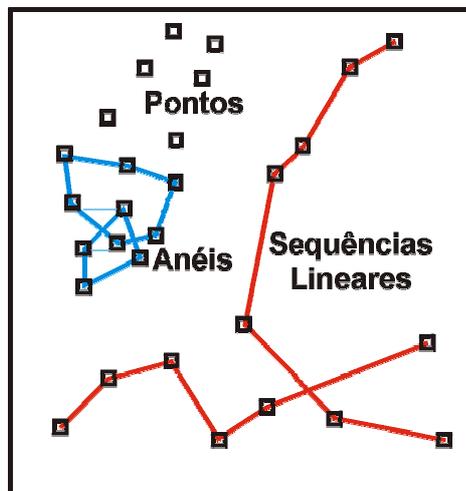
FIGURA 4 - TESSELAÇÕES DE SUPERFÍCIES BIDIMENSIONAIS



FORTE: MENEGUETE (2005)

- b) Estrutura de Dados Vetoriais – segundo CÂMARA e MEDEIROS (1998) no caso de representação vetorial, consideram-se três elementos gráficos: ponto, linha e área (ou polígono). MENEGUETE (2005) afirma que, para o simples desenho de mapas numa determinada escala, em uma certa projeção, usando um traçador gráfico (*plotter*), os dados só precisam ter sido estruturados como um conjunto de pontos, linhas e áreas (Fig. 5). Isto é chamado freqüentemente de uma estrutura de entidade, porque cada ponto, linha e limite de área é codificado separadamente sem levar em conta as características vizinhas.

FIGURA 5 - ESTRUTURA DE DADOS VETORIAIS



FONTE: MENEGUETE (2005)

A topologia define as relações invariantes da rotação, translação e escala entre as unidades gráficas no mapa, como adjacência, proximidade e pertinência (CÂMARA e MEDEIROS, 1998). A estrutura topológica dos dados vetoriais está baseada na codificação de todas as linhas como cadeias e no acréscimo de informação à esquerda e à direita dos polígonos da cadeia do início para o fim do nó (MENEGUETE, 2005). Esta informação de conectividade e adjacência permite construir polígonos dos dados de cadeia e também detectar erros automáticos dos dados da linha.

2.4.3.3 Manipulação e Análise de Dados

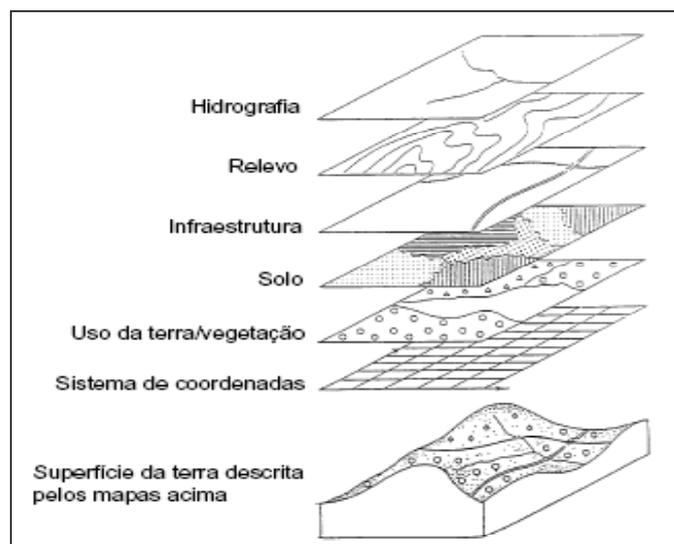
Este componente do SIG é responsável pela medição, comparação e modelagem matemática ou estatística dos diferentes temas dos dados, de forma que seja gerada a informação geográfica que caracterize a condição de um ou mais aspectos do ambiente (MENEGUETE, 2005). Segundo GOODCHILD (1993), houve e ainda está havendo uma revolução com relação à configuração dominante para um SIG. Tal evolução reflete o desenvolvimento da área e, principalmente, o desenvolvimento de *hardware* e *software* e sistemas operacionais dos últimos 30

anos. A maioria dos SIGs, em seu componente manipulação e análise de dados, inclui funções cartométricas básicas, como obter comprimento de linha, área da superfície e cálculo de declividade. Técnicas de análise de mapas, como a habilidade para sobrepor digitalmente vários conjuntos de dados e extrair áreas que compartilham características comuns, como uso da terra, solo e declividade, são igualmente essenciais em qualquer SIG (MENEGUETE, 2005).

2.4.3.3.1 Georreferenciamento e o SIG

SIGs fornecem poderosas ferramentas para tratar de assuntos geográficos e ambientais, distinguindo-se de outros tipos de sistemas de informações por apresentar funções que realizam as análises espaciais (MENEGUETE, 2005). Tais funções usam atributos espaciais e não-espaciais das entidades gráficas armazenadas na base de dados espaciais e buscam fazer simulações (modelos) sobre os fenômenos do mundo real, seus aspectos ou parâmetros (CÂMARA e MEDEIROS, 1998). Considerando-se que cada célula em um arranjo bi-dimensional pode apenas possuir uma alocação, os diferentes atributos geográficos precisam ser representados por pares de coordenadas cartesianas conhecidos como *overlays* (BURROUGH, 1986). Na Figura 6 é apresentado um conjunto de mapas obtidos para auxiliar na avaliação de impactos ambientais, onde cada um destes mapas temáticos é referenciado individualmente como um *layer* (camada), *coverage* (cobertura) ou *level* (nível) (ALVES et al., 2000).

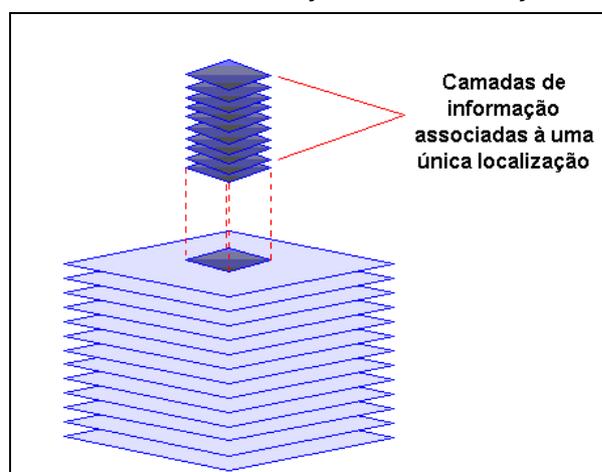
FIGURA 6 – ESTRUTURA DE UM SIG



FONTE: ALVES et al. (2005)

Uma vez que estes mapas estejam cuidadosamente referenciados dentro de um mesmo sistema locacional de referência, informações exibidas nos diferentes *layers* podem ser comparadas e analisadas em combinação. Localizações ou áreas podem ser separadas de localizações vizinhas, como na Figura 7, simplesmente extraindo-se todos os *layers* da localização desejada a partir de um mapa maior. O SIG oferece meios para pesquisar padrões e processos espaciais, tanto para uma localização como para uma região inteira (MENEGUETE, 2005).

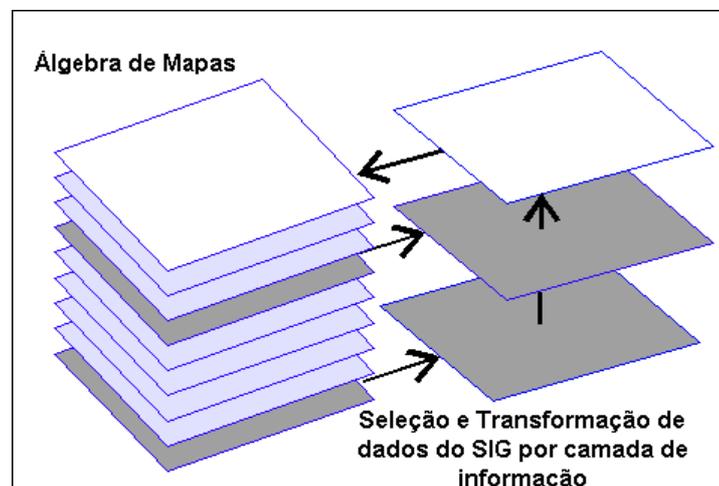
FIGURA 7 – ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO



FONTE: MENEGUETE (2005)

Nem todas as análises farão uso de todos os *layers* de mapas simultaneamente. Em alguns casos, um investigador usará seletivamente a informação para considerar relações entre camadas específicas (Fig. 8). Além disso, informação de duas ou mais camadas podem ser combinadas e então transformadas em uma camada nova para uso em análises subseqüentes. Este processo de combinar e transformar informação de camadas diferentes é chamado de álgebra de mapas, pois envolve soma e subtração de informação (MENEGUETE, 2005).

FIGURA 8 – MANIPULAÇÃO DE DADOS



FONTE: MENEGUETTE (2005)

2.4.3.4 Geração de Informação - Saída

Nesta fase, colocam-se os resultados das manipulações dos dados e análises em formatos cartográficos, tabulares ou em um formato de arquivo legível pelo computador (MENEGUETE, 2005) e compreensível pelo usuário ou outro sistema computacional (BURROUGH, 1986), além de considerar também os aspectos relacionados à impressão dos mapas (GOODCHILD, 1993). Relatórios tabulares de dados analisados são produtos de informação e alguns SIGs estenderam seu *software* de geração de relatório tabular para incluir a criação de gráficos e diagramas estatísticos (MENEGUETE, 2005).

Todos os SIGs podem exibir dados geográficos contidos num banco de dados ou informação gerada a partir de procedimentos de análise dos dados. A exibição gráfica pode ser uma simples listagem de registros do banco de dados, uma apresentação das estatísticas em gráfico, na forma de diagrama, ou um mapa temático que mostra o caráter geográfico da análise dos resultados (MENEGUETE, 2005).

2.4.3.5 Gerenciamento de SIG

O componente gerenciamento de SIGs refere-se à instalação de *hardware*, *software* e bancos de dados, coordenação de usuários dos sistemas, permissão de acesso apropriado e segurança do sistema. Um SIG não pode existir sem uma ou mais pessoas responsáveis pela instalação ou atualização de *hardware*, *software* e bancos de dados. Esta responsabilidade se estende à avaliação da qualidade e disponibilização de novas aquisições (MENEGUETE, 2005).

Administrações municipais, regionais e nacionais têm cada vez mais utilizado SIGs como uma ferramenta de auxílio à tomada de decisões, tanto para a definição de novas políticas de planejamento quanto para a avaliação de decisões tomadas. É crescente, principalmente, o uso de SIGs como apoio ao planejamento ambiental ou urbano, onde, em muitos casos, tal planejamento é auxiliado pelo acoplamento de sistemas especialistas aos SIGs (CÂMARA et al., 1996).

2.5 SIG NA ÁREA AMBIENTAL

O SIG oferece uma oportunidade para modificações qualitativas e quantitativas nos projetos florestais, tornando possível a implementação de uma política florestal através, por exemplo, de planos de manejo ou de operação. Assim, o que acontece na floresta pode ser relatado de uma forma numericamente consistente (BASKERVILLE, 1991). O uso dessa tecnologia disponibiliza aos gerentes dos recursos florestais uma série de dados e ferramentas analíticas, às

quais já se aspirava no passado, e que fornecem informações oportunas e de maneira segura, tanto de interesse local, como regional ou global (HOFFER, 1991).

LECKIE e GILLIS (1995) afirmam que novos fatores e tendências estão afetando o manejo e o inventário florestal, principalmente a produção de mapas, sendo que o uso múltiplo da floresta e a avaliação de impactos ambientais resultam em novas demandas sobre a utilização e agrupamento de informações. Como exemplo pode-se citar o Canadá, que desde 1980 iniciou a implementação de inventários florestais em grandes áreas utilizando SIG, a fim de facilitar as análises e o suporte de decisão no manejo florestal.

VENTURI (2000) descreveu aplicações variadas de geotecnologias com análises espaciais envolvendo classes de produtividade florestal incluindo dados como: tipo de solo, índice de sítio, incremento médio anual, fertilidade, grau de declividade e suscetibilidade à erosão, bem como outras aplicações como o manejo de paisagem, suporte ao gerenciamento da produção, silvicultura e detecção de incêndios florestais.

De acordo com SIMÕES (1997), a tônica da investigação de procedimentos metodológicos para a realização de projetos de gerenciamento de recursos naturais e de projetos de planejamento em nível regional recai sobre a avaliação e validade de realização de análises geobiofísicas e de comportamento sócio-econômico de forma integrada, e conseqüentemente, sobre a criação de uma base de dados georreferenciados. Desta forma, dentro de um ambiente SIG, diversas análises podem ser realizadas e utilizadas na geração de diagnósticos ambientais, contribuindo para a elaboração do zoneamento ecológico-econômico de uma região.

WEBER e HASENACK (2004) comentam que os diversos tipos de dados reunidos sobre uma região podem ser utilizados de forma conjunta com o auxílio de técnicas de geoprocessamento, possibilitando uma análise rica para subsidiar a posterior decisão sobre áreas para o desenvolvimento, urbano, agrícola, industrial ou outra atividade, de maneira sustentável, respeitando as limitações e potenciais do meio ambiente.

HARDT (1997) comenta que os SIGs tem sido utilizados para simular de forma rápida modificações na paisagem rural e urbana em função de mudanças florísticas, faunísticas, interferências antrópicas, mudanças topográficas e de uso do solo, entre outras, devido a facilidades obtidas em estudos da paisagem. PIVELLO et al. (1999) concluíram que a utilização da modelagem preditiva em ambiente SIG tem demonstrado ser uma ferramenta muito importante em planejamentos ecológicos, permitindo a integração de informações provenientes de fontes variadas e em diversos temas. Comenta, ainda, que por meio de informações básicas, o planejamento e a execução de qualquer outra pesquisa na área ambiental tem sido muito mais eficiente e consistente em informações, demonstrando portanto a grande utilidade de bancos de dados espacializados e informatizados em trabalhos que exigem a integração de informações em diversos temas.

Utilizando um ambiente de SIG no auxílio do monitoramento da vegetação das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo, KRONKA et al. (2000) obtiveram bons resultados com o uso de técnicas de análise espacial.

FREITAS e BRANDALIZE (1997) obtiveram alguns resultados que demonstram ser possível e completamente viável o uso da ferramenta de SIG para diagnóstico e monitoramento em trabalhos de recuperação ambiental em áreas degradadas pela mineração.

Segundo DENÈGRE (1994), os SIGs representam a síntese de todo o avanço tecnológico e conceitual obtido no campo de informação geográfica durante as últimas duas ou três décadas e apresentam-se como uma excelente ferramenta, principalmente quando combinada com o sensoriamento remoto. LEES e RITMAN (1991) concluíram que a integração de SR e SIG melhoram a capacidade de produção de mapeamentos temáticos, apresentando, por exemplo, bons resultados no mapeamento de vegetação de ambientes alterados, de difícil execução manual.

2.6 USO DO GPS NO SIG

O GPS, ou NAVSTAR - GPS (*Navigation System with Time and Ranging-Global Positioning System*) é um sistema de radionavegação desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América – DoD (*Department of Defense*) com o intuito de ser o principal sistema de navegação das forças armadas americanas. Ele resultou da fusão de dois programas de navegação de abrangência global: *Timation* e *System 621B*, sob responsabilidade da marinha e da Força Aérea, respectivamente (MONICO, 2000).

O GPS consiste de três segmentos principais: espacial, controle e de usuários. O segmento espacial consiste de 24 satélites distribuídos em seis planos orbitais igualmente espaçados, com quatro satélites em cada plano, numa altitude aproximada de 20.200 km. Os planos orbitais são inclinados 55° em relação ao Equador e o período orbital é de aproximadamente 12 horas siderais. Dessa forma, a posição dos satélites se repete, a cada dia, quatro minutos antes que a do dia anterior. Essa configuração garante que, no mínimo, quatro satélites GPS sejam visíveis em qualquer local da superfície terrestre, a qualquer hora (MONICO, 2000).

O segmento de controle, responsável pela operação do sistema GPS, é constituído por estações de monitoramento distribuídas em várias partes do mundo, as quais recebem os sinais dos satélites e a partir das quais são formulados os dados de navegação e de tempo. Conforme CUNNINGHAM et al.¹ *apud* LAGO (2001), o segmento de controle era inicialmente composto por cinco estações da Força Aérea dos Estados Unidos localizadas em Colorado Springs (estação de controle mestra), Havaí, Ilhas Ascensão, Diego Garcia e Kwajalein. Com o desenvolvimento e aprimoramento do sistema foram integradas a este segmento sete estações pertencentes ao NIMA (*National Imagery Mapping Agency*) que estão localizadas no Equador, Argentina, Inglaterra, Bahrain, Austrália, China e USNO

¹ CUNNINGHAM, J.; SWUIFT, E.; MUELLER, F. Improvement of the NIMA precise orbit and clock estimates. In: International Technical meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, 11., 1998, Nashville. **Presented paper**. Alexandria: ION, 1998, p. 1587.

(*United States Naval Observatory*).

O segmento de usuário compreende todas as classes de receptores GPS e seus componentes, que em geral são classificados em receptores geodésicos e de navegação (HOFMANN-WELLENHOF et al., 2001).

Embora tenha sido propagado sob a sigla genérica GPS (*Global Positioning System*), o NAVSTAR-GPS insere-se no conceito do GNSS (*Global Navigation Satellite System*) assim como a constelação russa GLONASS e o projeto Galileu (europeu). A descrição do projeto e detalhes históricos do NAVSTAR-GPS podem ser encontrados em SEEBER (1993) e ANDRADE (1988).

2.6.1 Método GPS Diferencial (DGPS)

O GPS Diferencial (DGPS) foi concebido para contornar a degradação da precisão do posicionamento absoluto (HOFMANN-WELLENHOF et al., 2001). O princípio do DGPS consiste no posicionamento de uma estação móvel com o uso de correções diferenciais geradas na estação de referência sob a hipótese de existir forte correlação entre os erros calculados na estação de referência e na estação móvel, sendo assim possível minimizá-los ou eliminá-los (MONICO, 2000).

2.6.2 Erros Envolvidos nas Determinações GPS

A precisão obtida nos posicionamentos com o GPS depende da minimização ou da eliminação de erros sistemáticos e dos ruídos que afetam as medidas de pseudodistâncias. As fontes de erros podem ser classificadas em três grupos, conforme HOFMANN-WELLENHOF et al. (2001): erros relacionados com os satélites, erros relacionados com o meio de propagação do sinal e erros relacionados com o receptor (Tab. 1).

TABELA 1 – ERROS SISTEMÁTICOS PRESENTES NAS OBSERVAÇÕES GPS

FONTE	EFEITO
Satélite	Erro dos relógios Erro orbital
Propagação do sinal	Refração ionosférica Refração troposférica
Receptor	Varição do centro de fase da antena Erro do relógio Multicaminho

FONTE: HOFMANN-WELLENHOF ET AL. (2001).

A grande vantagem deste sistema é a sua capacidade de integração com outros sistemas, ressaltando sua relação com o SIG, capaz de produzir mapas digitais em tempo real com alta precisão. A interface entre os dois sistemas permite uma maior velocidade na obtenção e tratamento dos dados georreferenciados. O GPS é o ponto chave da junção destes dois sistemas, pois permite inicialmente a aquisição dos dados, os quais constituirão a base geométrica para a análise espacial pelos SIGs. Desse modo pode-se alcançar grande velocidade e precisão na coleta de dados, conduzindo a uma significativa melhoria nos mapeamentos geológicos, geodésicos e ambientais (BERNARDI e LANDIM, 2002).

LOCH et al. (2003) comenta que a integração das informações cartográficas com dados de GPS representa a operação-chave para que o SIG efetivamente venha a cumprir as suas funções, ou seja, gerenciar, facilitar a realização das operações, localizar e produzir mapas. Conclui que, em propriedades predominantemente rurais, recomenda-se que o georreferenciamento das imagens de satélite deva ser feito somente com pontos GPS, sendo excluída a possibilidade com pontos de mapeamento sistemático, pois estes não proporcionam o padrão de precisão exigido pela atual legislação.

Segundo OLIVEIRA FILHO (2001) define-se o trabalho de georreferenciamento como uma complementação da topografia, realizando-se levantamentos com equipamentos mais modernos como os receptores de GPS de alta precisão. Porém a topografia é necessária sob coberturas florestais já que

nestas áreas os sinais de frequência bastante baixos emitidos pelos satélites que fazem parte da constelação de GPS, apresentam dificuldade para transpor os dosséis das florestas. Isto dificulta o uso contínuo destes receptores e a substituição definitiva de teodolitos e estações totais por modelos de receptores de GPS de boa precisão após a correção diferencial.

2.7 CORREÇÃO GEOMÉTRICA EM IMAGENS DE SATÉLITE

As imagens produzidas por sensores remotos apresentam uma série de distorções espaciais, resultantes dos seguintes fatores: a) rotação da Terra; b) curvatura da Terra; c) movimento do espelho de imageamento; d) variações de altitude, posição e velocidade da plataforma; e) distorção de panorama; f) distorção topográfica.

Em razão disto, estas imagens não possuem a precisão necessária quanto ao posicionamento dos objetos, superfícies ou fenômenos nelas representados (SEABRA et al., 2003). Porém, as informações extraídas de imagens de sensoriamento remoto precisam ser integradas a outros tipos de informações, representados na forma de mapas e com uma grade de coordenadas geográficas de referência traçada sobre a mesma (ENVI, 2003).

A correção geométrica (georreferenciamento) tem a função de reorganizar os “*pixels*” da imagem em relação a um determinado sistema de projeção cartográfica, objetivando minimizar as distorções geométricas, provenientes das características do sensor utilizado e das variações decorrentes do movimento do mesmo durante a passagem sobre o alvo (LUIZ et al., 2003). Para D’ALGE (1997), a correção geométrica ou georreferenciamento deve modelar os erros inerentes ao processo de aquisição das imagens e vinculá-las ao sistema de projeção cartográfica correspondente à carta topográfica que irá ser atualizada.

Esse processo envolve a coleta de pontos de controle (*Ground Control Points* – GCPs), relacionando os dados obtidos em levantamentos de campo, por

Sistema de Posicionamento Global Diferencial (DGPS), com a imagem não corrigida.

A escolha dos GCPs, que são pontos reconhecidos na imagem (coordenadas X, Y e Z), deve ser feita com critérios, para que se obtenha uma correção geométrica de qualidade. O primeiro destes critérios é a seleção de pontos que estejam bem distribuídos por toda área, a fim de assegurar que toda a imagem seja corrigida de forma adequada. De acordo com CENTENO (2003), esses pontos devem ser criteriosamente escolhidos e facilmente identificáveis, para evitar a introdução de novos erros por dificuldade de leitura da posição dos pontos na imagem ou no terreno, tais como: cruzamentos de estradas, pontes e feições, visíveis desde o espaço.

Segundo CORREIA e OLIVEIRA (2003), na escolha do modelo matemático de transformação para a correção geométrica – georreferenciamento – deve-se evitar polinômios de grau elevado, que produzem a falsa impressão de que o registro obtido está de boa qualidade, em função do baixo erro médio quadrático obtido. Comentam ainda, que o método de reamostragem a ser utilizado deverá estar de acordo com o tipo de imagem com a qual se irá trabalhar, sendo que o método bilinear deverá ser utilizado para composições coloridas, permitindo a suavização das feições; o método de vizinho mais próximo deverá ser utilizado para imagens temáticas, como é o caso das classificações, evitando-se assim, o surgimento de classes inexistentes na imagem temática original.

2.8 ECOLOGIA, PAISAGEM E ECOLOGIA DA PAISAGEM

A Ecologia estuda as inter-relações entre os indivíduos, sua abundância e sua distribuição nos diferentes ambientes (DICTIONARY, 1994). Assim os estudos ecológicos sempre envolveram o componente espacial, mesmo que de forma indireta e atemporal. Os estudos de distribuição geográfica das diferentes espécies vegetais ou animais, por exemplo, são uma forma de busca do entendimento de como as fronteiras naturais são estabelecidas, para os diferentes organismos

(ROTTA e OLIVEIRA, 1981; 1982). Da mesma forma, a geoecologia ou ecologia da paisagem surgiu em decorrência da necessidade de compreensão das relações do ser humano com o meio ambiente e sua dinâmica, também envolvendo o componente de localização espacial (NAVEH e LIEBERMAN, 1994).

O termo paisagem, de acordo com NAVEH e LIEBERMAN (1994), foi primeiramente utilizado com a conotação “geográfico-científica” no início do Século XIX, por A. von Humboldt e tem sofrido várias modificações, mas é muito freqüentemente associado à conotação estética de uma área. Assim, é comum que a preocupação com o lado cênico e estético (sob a visão antrópico) se sobreponha às questões ecológicas, quando da descrição de uma área. Entretanto, quando estão embutidas a preocupação com as relações entre solo e as formas de vida endêmicas ao local em questão, a paisagem pode ser definida como “um mosaico de ecossistemas locais, ou usos da terra, que se repetem ao longo de uma grande extensão, produzindo um agregamento repetitivo de elementos espaciais” (FORMAN, 1995). Outra forma de compreender o termo paisagem é tradicionalmente atribuída a M.G.Turner (1989), uma das precursoras da Ecologia de Paisagem como Ciência e uma de suas filósofas e que a define como uma “área espacialmente heterogênea, onde ocorrem processos ecológicos passíveis de serem analisados em diferentes escalas espaciais”.

O primeiro uso da expressão Ecologia da Paisagem (EP) pode ser creditado a Karl Troll (1939-68) que pretendeu reunir, em uma só ciência, ecologia e geografia (HAINES-YOUNG, 1993). Existem inúmeras definições para a nova ciência mas, eventualmente, a mais clássica e ainda atual seja a de FORMAN e GODRON (1986), para quem EP seria “o estudo da estrutura, função e alterações em uma porção de terra heterogênea, composta de ecossistemas interativos”. No Brasil, um dos autores que mais tem contribuído para o desenvolvimento da disciplina é Paul Metzger, que em 1999 definiu paisagem como “uma unidade heterogênea composta por um complexo de unidades interativas (em geral ecossistemas, unidades de vegetação ou de uso e ocupação das terras), cuja estrutura pode ser definida pela

área, forma e disposição espacial (p.e. grau de proximidade e fragmentação) dessas unidades".

2.8.1 Enfoques de Análise em Ecologia da Paisagem

Ecologia de paisagem é o estudo da ecologia no espaço. É um ramo relativamente jovem da ecologia que cresceu muito com os avanços computacionais, do SR, de técnicas ligadas aos SIGs e ao uso do GPS (HAINES-YOUNG, 1993), para quem só muito recentemente as ferramentas analíticas começaram a acompanhar as grandes questões a respeito dos mais diversos aspectos relacionados à paisagem. Com o desenvolvimento de novas facilidades computacionais e *software* específicos, a Ecologia da Paisagem passou a incorporar a dimensão temporal e o estudo da dinâmica da heterogeneidade espacial assim como o acompanhamento dos processos bióticos e abióticos (FORMAN, 1995).

O conceito de Ecologia de Paisagem foi desenvolvido sob diferentes enfoques de análise, podendo-se citar o arquitetônico, o geográfico e o ecológico (SHIDA et al., 2003). Cada abordagem enfoca aspectos peculiares da paisagem, segundo sua ótica. A abordagem geográfica (tamanho e forma dos fragmentos, Índice de diversidade espacial, número total de fragmentos, tamanho médio dos fragmentos, índice de distância média, etc) enfoca a análise da estrutura espacial da paisagem no eixo horizontal, suas métricas e alterações temporais. A abordagem, ecológica por sua vez, centraliza sua avaliação nas mudanças antrópicas e suas variações (susceptibilidade ambiental, grau de conservação da vegetação, representatividade e riqueza de espécies) considerando o eixo horizontal e vertical da paisagem.

Além da Ecologia e Geografia, a Ecologia de Paisagem pode também utilizar-se de elementos da biogeografia, arquitetura de paisagem, ecologia de ecossistemas, modelagem e geoestatística.

2.8.2 Os Efeitos da Escala Espacial

Em Geografia, assim como na Ecologia de Paisagem, o assunto escala merece um lugar de destaque. Tanto assim o é que dois números da Revista *Landscape Ecology*, em 1989, foram totalmente dedicados a esse tema, onde MEENTEMEYER (1989) revê o assunto com profundidade, resumindo que: assim como em muitos fenômenos biológicos, a biodiversidade é sensível à escala de investigação. A escala espacial é um parâmetro intrínseco na definição tanto da diversidade quanto da heterogeneidade de uma paisagem, pois pode parecer heterogênea em uma escala e muito homogênea em outra (NELLIS e BRIGGS, 1989). Além do mais, informações são freqüentemente perdidas enquanto dados espaciais, quando escalas de resolução mais grosseiras precisam ser adotadas.

Baseando-se neste particular - que diz respeito ao tamanho da área estudada e ao nível de detalhes das informações disponíveis - muitos modelos têm sido descritos para o manejo ecológico, usando-se conceitos da EP. Um exemplo de modelo que adota escala regional, é o *Environmental Management Planning* (EMP), que desde a década de 70 foi adotado pelos japoneses (TAKEUCHI e LEE, 1989). No outro extremo encontram-se os estudos envolvendo micro-paisagem, como o desenvolvido por WIENS E MILNE (1989), que usaram a teoria de fractais para estudar besouros em ambientes de até 1 m².

2.8.3 O Sensoriamento Remoto e a Ecologia de Paisagem

Na avaliação da biodiversidade e índices de estrutura de paisagem, sensores remotos vêm sendo utilizados de forma eficiente, formando a base para os estudos dos processos que operam em escala de paisagem (INNES e KOCH, 1998), reduzindo, mas não eliminando, a necessidade de aquisição de informações em campo e, conseqüentemente, os custos envolvidos. (O'NEILL et al., 1988; INNES e KOCH, 1998).

As imagens digitais, obtidas por satélites ou aeronaves, representam uma

forma de captura indireta da informação espacial. As informações são armazenadas como matrizes, sendo que cada elemento da imagem - denominado *pixel* - tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente (CÂMARA e MEDEIROS, 1998).

Alguns textos, já no início dos anos 90, envolviam a análise das potencialidades e restrições do uso de imagens de satélite para a detecção de estruturas e padrões ecológicos. Foi o caso de GOOSSENS et al. (1991), que utilizaram imagens SPOT (*Système Pour l'Observation de la Terre*) visando a detectabilidade de padrões de paisagem, associando-os com elementos lineares (estradas, rios) e considerando o tamanho e forma dos “blocos” com os diferentes usos do solo. Assim, a forma dos blocos era definida pela presença de elementos lineares.

Tem sido comum o uso de imagens de média resolução, representadas pela família LANDSAT (*Land Observation Satellite*) (resolução espacial de 30 m) e SPOT 4 (resolução espacial de 20 m) quando do estudo dos elementos da paisagem. Entretanto, o efeito escala deve sempre ser considerado já que, conforme mencionado anteriormente, existe um impacto real em determinados índices de paisagem, quando da mudança de escala (TURNER et al., 1989). Um novo ferramental, disponível a partir do final dos anos 90 vai, com certeza, trazer contribuições significativas ao processo, sendo representado pelas imagens de alta resolução espacial, como as dos satélites: *Ikonos* (1 e 4 m) e *Quick-Bird* (0,60 m).

2.8.4 Os SIGs na Ecologia de Paisagem

Voltando à questão da dependência da Ecologia de Paisagem com relação às novas tecnologias, no campo do manejo e ecologia dos recursos naturais os SIGs têm sido usados mais frequentemente para: **a)** derivação de medidas de área ou comprimento; **b)** funções relativas à intersecção de arquivos como junção, análise de coincidências espaciais e detecção de mudanças no tempo; **c)** análise de

proximidade; e **d)** derivação de dados para entrada em modelos de simulação ou modelos de crescimento para o cálculo de métricas específicas (JOHNSON, 1990).

Na década de 90, iniciou-se uma tendência de se considerar como *sites* de estudo áreas maiores, além de se envolver períodos de observação mais longos, época que coincidiu com o período de maior desenvolvimento dos SIGs. Segundo TURNER (1990), SIGs que envolvem diferentes complexidades têm sido usados como tecnologia muito útil para endereçar questões relacionadas à pesquisa que envolve paisagem. Segundo a autora, muitos dos problemas ecológicos atualmente em discussão poderiam ser muito mais facilmente analisados usando-se SIG, tais como: “Como a estrutura da paisagem mudou ao longo do tempo? Que fatores controlam os padrões da paisagem? Como os padrões de paisagem afetam os processos ecológicos? Podem as medidas de padrão da paisagem serem diretamente relacionadas às funções ecológicas? Como o padrão da paisagem afeta o aumento de determinados distúrbios? Podem as mudanças na paisagem ser prognosticadas usando-se modelos de simulação? Como a escala espacial influencia a análise do padrão da paisagem”?

Os mais diversos exemplos de uso têm sido reportados, envolvendo SIGs e Ecologia de Paisagem, como:

- a) a integração de mapas digitais como *layers*, incluindo temas como geologia, topografia e a radiação celeste limpa em um SIG para prognosticar a distribuição das florestas (em área de 72 km²), dominadas por um tipo de carvalho (*Quercus agrifolia*), em região perto de Lompoc, Califórnia, EUA (DAVIS e GOETZZ, 1990);
- b) SIG, análise fractal e métodos estatísticos usados para examinar a distribuição espacial de espécies do gênero *Tsuga*, em povoamentos homogêneos e mistos com outras espécies. Foram analisados aspectos relativos ao tamanho e forma dos povoamentos de *Tsuga*, em relação aos povoamentos de outras espécies e a correlação entre a presença

das diferentes espécies e o tipo de solo, além da sua distribuição espacial individual nos povoamentos, com possibilidade de inferências com relação ao grau de segregação das espécies em relação ao tipo de solo e explicações sobre o padrão espacial das espécies no local (PASTOR e BROSCART, 1990);

- c) um método baseado em SIG desenvolvido para prognosticar a distribuição espacial da umidade do solo como um indicador para determinar a probabilidade de uma região atuar como “área de recarga da água do solo” (ANDERSON e SIVERTUN, 1991)
- d) estudo em ambientes marítimos sobre a fragmentação ambiental de animais aquáticos, incorporando um componente tridimensional à análise e dados coletados via sonar. Em uma das abordagens, os pesquisadores utilizaram transectos para analisar o efeito da escala sobre as métricas consideradas (tamanho, dimensão fractal, ângulo e distância). Naquele caso, os denominados “fragmentos” eram compostos por cardumes de uma determinada espécie marítima (NERO e MAGNUSON, 1992).

2.8.5 A Fragmentação Florestal e seus Efeitos

Uma área remanescente das alterações na paisagem provocadas pelo ser humano e com vegetação típica de uma determinada região, em inglês foi batizada de “*landscape patch*”. O termo parece apropriado porque embute o conceito de “retalho ou remendo” e, mais que isto, “*patchy*” significa algo composto de partes irregulares. Em português, fragmentação e fragmento passaram a representar os conceitos de “*fragmentation*” e “*patch*”. Uma definição marcante para fragmento foi dada por FORMAN e GODRON (1986), para quem o mesmo seria representado por “uma área relativamente homogênea, que difere da matriz do seu entorno”.

Fatores como a heterogeneidade dos recursos dos diferentes ambientes, os

processos sucessionais e os possíveis distúrbios de naturezas diversas, resultam em fragmentos de tamanhos, formas, tipos e bordas diferenciados (REX e MALANSON, 1990). Os mesmos autores mencionam que as primeiras métricas a serem citadas como fatores importantes para a biodiversidade, sua estabilidade e funcionalidade, foram justamente o tamanho, a forma e a natureza ou características da área externa do fragmento, denominada em inglês de “*edge*” e batizada em português de “borda”. Assim foi cunhado o termo “efeito de borda”.

O tamanho do fragmento e seu grau de isolamento foram primeiramente incorporados aos modelos para o estudo de número, tipo e fluxo de espécies, por MacArthur e Wilson, em 1967 (REX e MALANSON, 1990). Muitos trabalhos têm sido dirigidos para a compreensão do impacto do fenômeno fragmentação sobre a distribuição e frequência de espécies vegetais e animais. Têm-se associado o tamanho do fragmento, seu grau de isolamento e até espécies indicadoras (por exemplo, as coníferas indicam a possível presença de certa espécie de esquilos, em determinadas regiões) para avaliar os efeitos da profunda alteração no uso do solo produzida pelo ser humano (VERBOOM e VAN APELDOORN, 1990).

2.8.6 Descritores do Padrão e da Estrutura de Paisagens – Métricas de Paisagem

A dinâmica da fragmentação florestal é afetada por fatores como tamanho, forma, grau de isolamento, tipo de vizinhança e histórico das perturbações (VIANA et al., 1992). Dentre estes fatores, o tamanho e a forma estão diretamente relacionados com o efeito de borda (AZEVEDO et.al., 2003), já que o impacto de tal efeito será minimizado em fragmentos maiores e com forma mais próxima da circular. Muitas outras métricas estão sendo envolvidas em estudos que pretendem quantificar ou qualificar o efeito da fragmentação no meio ambiente, como dimensões fractais, índices de Shannon e Simpson de diversidade da paisagem, índice de diversidade espacial, entre outros. Entretanto, a maioria depende do desenvolvimento de programas computacionais específicos ou a disponibilização de *software*

especialistas, sendo o mais conhecido deles o *Fragstats*, em várias versões. Outra ferramenta disponível é o módulo *Patch Analyst* do software ArcView 3.2, específico para desenvolvimento de SIGs.

2.8.6.1 Área ou Tamanho

A relação entre área dos fragmentos e a diversidade de espécies é elemento central na teoria da biogeografia de ilhas desenvolvida por MacArthur e Wilson em 1967. O tamanho das unidades de paisagem também tem sido freqüentemente utilizado como base para a modelagem dos padrões de distribuição e riqueza de espécies (FORMAN e GODRON, 1986).

Pequenos fragmentos servem de hábitat e ponto de parada intermediária para animais dispersores de sementes, o que pode resultar em recolonização local após a retirada de espécies vegetais. Fornecem também escape de predadores, proteção para espécies raras ou de distribuição dispersa. Também tem importância na melhoria do micro-clima, absorção da água da chuva e redução de enchentes quando localizados próximos de áreas urbanas (FORMAN, 1995). Além disso, fornecem alimento ou abrigo a espécies migratórias, como aves, morcegos, mariposas (JANZEN, 1986; LOISELLE e BLAKE, 1992), servem de quebra-ventos, estabilizando os solos e outros serviços naturais do ecossistema (GENTRY e LOPEZ PARODI, 1980) e servem como fonte de caça e outros produtos não florestais a comunidades locais (LAURANCE et al., 1997). Para VIANA e PINHEIRO (1998) fragmentos pequenos podem ser estratégicos, a exemplo de quando se situam em topografias planas e suaves, em solos férteis e bem drenados e quando estão próximos das vias de transporte. Assim, pequenas reservas podem se tornar importantes, principalmente em áreas intensamente antropizadas. Muitas espécies de plantas podem permanecer por um longo prazo em pequenas populações, com o auxílio de bancos de sementes e propagação vegetativa (REZNIECK, 1987). Contudo, reservas pequenas demandam manejo mais intensivo, devendo incluir

práticas de monitoramento demográfico, combate à invasão por plantas exóticas e análises do efeito do seu isolamento (PAVLIK, 1996).

Fragmentos maiores suportam espécies de hábitat interior, protegem e servem de hábitat para grandes mamíferos e servem como fonte de espécies para dispersão e como tampão contra a eliminação de espécies, durante grandes mudanças ambientais. Em muitos ecossistemas entretanto, os regimes de distúrbios naturais devem ser mantidos para a continuidade dos processos ecológicos.

Área de habitat interior é a área de uma unidade excluindo-se a sua borda. O centro (“core”) de uma unidade, é considerada a área do maior círculo que cabe na área de habitat interior (FORMAN, 1995).

2.8.6.2 Forma

A forma de um fragmento pode influenciar vários processos ecológicos, como mudanças na composição da vegetação, parasitismo e a suscetibilidade a distúrbios (SAUNDERS et al., 1991; MCGARIGAL e MARKS, 1994). A caracterização da forma usualmente envolve aspectos relacionados ao seu perímetro, área ou mesmo raios que medem a distância da área “core” do fragmento às suas bordas. Assim, a forma de um fragmento é determinada pela variação nas suas margens ou fronteiras e relaciona-se diretamente com a intensidade da atividade humana. Três classes comumente diferenciam a forma das unidades: a) criadas naturalmente versus as antropizadas (curvilíneas ou amebóides versus geométricas); b) compactas versus alongadas (razão do comprimento pela largura); c) arredondadas versus convolutas (que considera o número de lóbulos principais presentes). As formas compactas oferecem mais proteção e são mais efetivas na conservação dos recursos. Já as formas convolutas são eficientes no enriquecimento das relações com o entorno e tendem a acontecerem próximas a redes de drenagem (FORMAN, 1995).

Fator de forma (F) ou índice de circularidade: É um índice (ou métrica)

usado para se estimar a forma de fragmentos de uma determinada paisagem e representa a relação entre área e perímetro dos fragmentos presentes na área (VIANA e PINHEIRO, 1998).

$$F = \sqrt{\frac{Af}{Ac}}$$

Onde: Af = Área do fragmento florestal

Ac = Área de uma circunferência com o mesmo perímetro do fragmento

2.8.6.3 Densidade de Fragmentos

A densidade de fragmentos (*patch density - PD*) é uma medida da heterogeneidade espacial (MCGARIGAL e MARKS (1995), expressa pelo número de fragmentos por unidade de área, por exemplo, 100 ha. A métrica é uma boa indicadora da extensão da fragmentação da paisagem, e conseqüentemente, fundamental para a avaliação da estrutura da paisagem.

A densidade de fragmentos, juntamente com as métricas “número de fragmentos” e o “tamanho médio dos fragmentos”, é considerada a melhor representante da configuração da paisagem (EIDEN et al., 2000). Portanto, a densidade de fragmentos pode ser calculada pela fórmula:

$$Densidade\ de\ Fragmentos = \left[\left(\frac{\Sigma\ \acute{a}rea\ dos\ fragmentos\ (ha)}{\acute{a}rea\ total\ da\ zona\ tamp\til{a}o\ (ha)} \right) \times 100 \right]$$

A densidade e o número de fragmentos de um tipo particular de habitat podem afetar uma variedade de processos ecológicos, dependendo do contexto da paisagem. Como exemplo, podem determinar o número de sub-populações ou meta-populações em uma população dispersa espacialmente (GILPIN e HANSKI 1991). Para KAREIVA (1990), a densidade ou o número de fragmentos também podem alterar a estabilidade de interações e de oportunidades da espécie para a

coexistência na cadeia alimentar e em sistemas de competição. A densidade ou número dos fragmentos em uma paisagem podem também ter a mesma aplicabilidade ecológica, mas, atuam mais freqüentemente como índices gerais da heterogeneidade espacial da paisagem inteira.

2.8.6.4 Efeito de Borda

Considera-se área de borda, a parte externa de uma unidade de paisagem que possui um ambiente significativamente diferente do interior. Assim, define-se o efeito de borda como uma modificação na abundância relativa e na composição de espécies na parte marginal de um fragmento, que depende do tamanho e da forma, sendo menor em remanescentes maiores e com forma mais próxima de circular. (FORMAN e GODRON, 1986). A fragmentação aumenta a quantidade relativa de hábitat de borda e diminui a área de hábitat interior na paisagem, pois em alguns ecossistemas, diminuindo a área florestal e diminuindo os efeitos de borda, diminuiu-se não só a proporção da comunidade composta de espécies de aves de interior de floresta, mas também se reduzem drasticamente as chances de sobrevivência da prole dos reprodutores remanescentes em virtude do intenso parasitismo na ninhada e a predação, próximos às bordas do hábitat (WILSON, 1996).

Em fragmentos de sucessão secundária de Floresta Atlântica, observou-se um decréscimo do número de árvores mortas com o aumento da distância à borda (VIANA et al., 1997). As mudanças micro-climáticas mensuráveis estão geralmente limitadas a uma zona de 15 a 60 m, sendo que para alguns fenômenos físicos, a penetração máxima é de 100 m (embora distúrbios causados pelo vento possam influenciar 200 a 500 m de borda).

O efeito da exposição em bordas florestais é um componente importante na dinâmica de fragmentos, especialmente em regiões tropicais (VIANA et al., 1997; TURTON e FREIBURGER, 1997). Observou-se que no hemisfério sul a posição do fragmento também tem influência na estrutura da floresta, já que as bordas voltadas

para o norte apresentaram menor número de árvores mortas, por receberem mais luz do sol (TURTON e FREIBURGER, 1997) e, na área de estudo, constatou-se a presença de mais vento na estação seca (VIANA et al., 1997).

2.9 O ZONEAMENTO COMO FERRAMENTA PARA O MANEJO

2.9.1 Conceituação de Gestão Ambiental e Manejo no Contexto Ambiental

Historicamente, o homem corrige os seus hábitos, efetuando alterações progressivas de rumos, monitorado pela constatação de seus erros, inclusive os relativos ao mau uso dos recursos naturais, renováveis ou não (MOSCOVICI, 1996). A busca continuada e inexorável do desenvolvimento tem levado a humanidade a vários ciclos, desde a mais remota experiência de uso dos recursos naturais, à exploração dos bens ofertados espontaneamente com sofisticados processos de industrialização (MELLO FILHO e LIMA, 2000).

A gestão ambiental norteia-se na forma de conduzir processos dinâmicos e interativos entre o sistema natural e o social, a partir de um padrão de modelo de conservação (AGRA FILHO e VIEGA, 1995). Este conceito tem evoluído para uma perspectiva de gestão compartilhada entre os diferentes agentes envolvidos, em seus diferentes papéis e na busca de uma postura pró-ativa de todos os atores do processo, partindo da visão de que a responsabilidade pela conservação ambiental é de toda a sociedade e não apenas do governo (IBAMA, 2001).

Para a aplicação da gestão ambiental são fundamentais o conhecimento da cobertura vegetal e o tipo de uso da terra, visando conhecer as potencialidades e limitações do meio ambiente, onde a intervenção humana na paisagem resulta em complexas variações em sua estrutura (ROSS, 1995). Conforme LIMA e SILVA et al. (1999), manejo significa a aplicação de programas (incluindo inventários, planejamento de usos, criação e implantação de Unidades de Conservação (UC) e ações coordenadas) de utilização dos ecossistemas, naturais ou artificiais,

baseando-se em princípios ecológicos, de modo que se mantenha da melhor forma possível às comunidades vegetais e/ou animais como fontes úteis de produtos biológicos e, também, como fontes de conhecimento científico e lazer.

2.9.2 Manejo e Plano de Manejo em Unidades de Conservação

Com a edição da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 - diploma legal que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) - uma UC passou a ser definida como o “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”. Complementarmente, foi editado o Decreto 4.340, de 2 de agosto de 2002, que regulamenta o SNUC e que forma, com este, o marco conceitual e referencial para as ações envolvendo UCs.

A Lei nº 9.985 também discrimina os diversos tipos de UCs classificando-as como Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. Em seu artigo 27, a Lei nº 9.985 determina que UCs devem dispor de um Plano de Manejo, impondo-se que este seja elaborado no prazo de cinco anos após a sua respectiva criação. Informa-se, ainda, que o Plano de Manejo deve abranger a área da UC, sua zona de amortecimento (entorno) e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas. Por entorno entende-se uma área que envolve um raio de 10 km, como área de influência regional do território da UC, de acordo com a resolução do CONAMA 13, de 06 de dezembro de 1990 (CONAMA, 1990).

Assim, o termo área protegida está sendo usado para designar genericamente não apenas áreas que são legalmente consideradas como unidades de conservação mas também aquelas que, pelas características da propriedade (presença de remanescentes florestais nativos) e do proprietário (instituições

públicas ou privadas que não pretendam comercializar o imóvel), possuem potencial para a conservação genética de suas populações florestais remanescentes (OLIVEIRA et al., 2003). Neste contexto, áreas que não possuem o status de UCs formal, por razões diversas, como a Reserva Natural da Vale do Rio Doce (CVRD, 2002) e Reservas Ecológicas de Empresas Florestais ou Institutos de Pesquisa, podem adotar, como inspiração, os procedimentos previstos para os Planos de Manejo de Unidades de Uso Sustentável, dentre as quais destacam-se as RPPNs (Reserva Particular do Patrimônio Natural). As RPPNs foram regulamentadas pelo Decreto nº 1.922, de 05 de junho de 1996, no qual definem-se os usos permitidos, quais sejam, atividades de cunho científico, cultural, educacional, recreativo e de lazer, desde que assegurada a proteção dos recursos da reserva e estabelecendo direitos e obrigações tanto para os proprietários quanto para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

2.9.3 O Processo de Zoneamento em Planos de Manejo

O termo “Plano de Manejo” quando envolve florestas naturais e é específico para regiões não-amazônicas, agrega conotações de zoneamento do uso do solo, como bem caracteriza o documento do SNUC ao definir plano de manejo como sendo: *"documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade"*. Para o mesmo SNUC, zoneamento significa a *"definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicos, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz"* (OLIVEIRA et al., 2003).

O termo zoneamento tem sido muito usado, em vários contextos, nas últimas décadas. De acordo com AB'SABER (1987), o conceito de zoneamento exige uma

série de entendimentos prévios, ou seja, sua aplicação ou utilização em relação a um determinado espaço geográfico exige método, reflexão e estratégias próprias, onde os princípios – quando aplicáveis a uma determinada área – necessitam de uma multidisciplinaridade plena, devido à pretensão de identificar as potencialidades específicas ou preferenciais de cada um dos sub-espacos ou sub-áreas do território em estudo. A conceituação mais ampla do termo envolve o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), considerado pela Lei 6.938/81 como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente.

O ZEE é importante para orientar o poder público e a sociedade quanto ao planejamento da ocupação racional do espaço territorial regional e uso sustentável dos recursos naturais. Isso é possível porque o zoneamento, em seu processo de elaboração, classifica os elementos dos meios físico, biológico e socioeconômico segundo suas potencialidades e vulnerabilidades. No plano político, serve para integrar as políticas públicas, aumentando sua eficácia. É um instrumento de negociação entre as várias esferas de governo, o setor privado e a sociedade civil (BRASIL, 1997) com características e abrangência regionais ou estaduais.

No âmbito das UCs, o termo zoneamento está regulamentado no SNUC (2000) como “definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicos, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz”.

MILANO (1997), sumariza o objetivo do zoneamento de uma UC como sendo o ato de dividir uma área silvestre em parcelas (denominadas “zonas”) para que possam ser alcançados os objetivos estabelecidos para a área protegida, onde cada zona é capaz de atender a um ou vários objetivos em particular e as áreas ambientais homogêneas constituem o insumo fundamental para a formulação do zoneamento (IBAMA, 2001).

O principal objetivo do processo de zoneamento é realizar divisões e classificações do espaço, baseadas em fatores ecológicos, econômicos e sociais e,

através do cruzamento dessas ordens de fatores, identificar diferentes zonas em regiões, com sua problemática específica, que serão objeto de proposta e diretrizes. Numa segunda instância, o processo de zoneamento, que deverá ocorrer com uma escala de maior detalhamento, visa a organização do espaço no interior de cada unidade, com indicação de áreas de preservação e das áreas liberadas à ocupação, obedecendo aos princípios de uma política ambiental, voltada para assegurar a eficiência produtiva dos espaços e preservar os fluxos vivos da natureza (IBGE, 1986). Elaborado ordenando-se porções homogêneas da UC sob uma mesma denominação segundo suas características naturais ou físicas e com base nos interesses culturais, recreativos e científicos, o zoneamento constitui-se em um instrumento de manejo que apóia a administração na definição das atividades que podem ser desenvolvidas em cada setor, orienta as formas de uso das diversas áreas, ou mesmo proíbe determinadas atividades por falta de zonas apropriadas (MILANO, 1997).

A elaboração de um zoneamento que propõe a conservação e utilização da UC surge da necessidade de tratar de modo diferenciado os diversos ambientes, de acordo com as particularidades de cada área, o tipo de utilização dado a cada uma delas durante os últimos anos, assim como da necessidade de monitorar as alterações que ocorrem na estrutura das populações e comunidades vegetais e animais. Portanto, o zoneamento apresentado é um plano de trabalho, que poderá ser alterado de acordo com novas informações que surgirem após a sua implantação (PARRON et al., 1998).

Os planos de zoneamento baseiam-se, geralmente, na análise integrada de um volumoso banco de dados, que deve ser continuamente atualizado. Nesse sentido a utilização de um SIG vem se tornando um imperativo, pois só assim torna-se possível o ordenamento lógico desses dados e a execução de vasta gama de análises lógicas sofisticadas (ROIG e CRÓSTA, 1996). De acordo com PRESSEY (1995), com os SIGs as técnicas de avaliação de áreas para a criação de UCs tornaram-se possíveis. A partir da modelagem dos dados contidos em Banco de

Dados e da combinação adequada das informações geradas a partir destes dados, são produzidas análises, diagnósticos e prognósticos ambientais que servirão de base para o zoneamento e fornecerão os subsídios à gestão do território, envolvendo informações integradas na forma de mapas, segundo critérios de vulnerabilidade e potencialidade (MEDEIROS, 1999).

Assim como existe a necessidade de serem “amortecidos” os impactos das atividades de uma zona para outra, dentro de uma UC, é preciso “frear-se” os efeitos das atividades externas às UCs sobre o interior desta. Muitas delas tem seus limites caracterizados por mudanças drásticas entre a natureza e a agricultura, a produção madeireira ou o desenvolvimento urbano. Neste caso é necessário se determinar um gradiente de zonas, não sendo recomendável estabelecerem-se zonas de alto grau de proteção em áreas que farão limites com aglomerados urbanos ou com quaisquer outras atividades antrópicas (MILANO, 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 O Município de Caçador

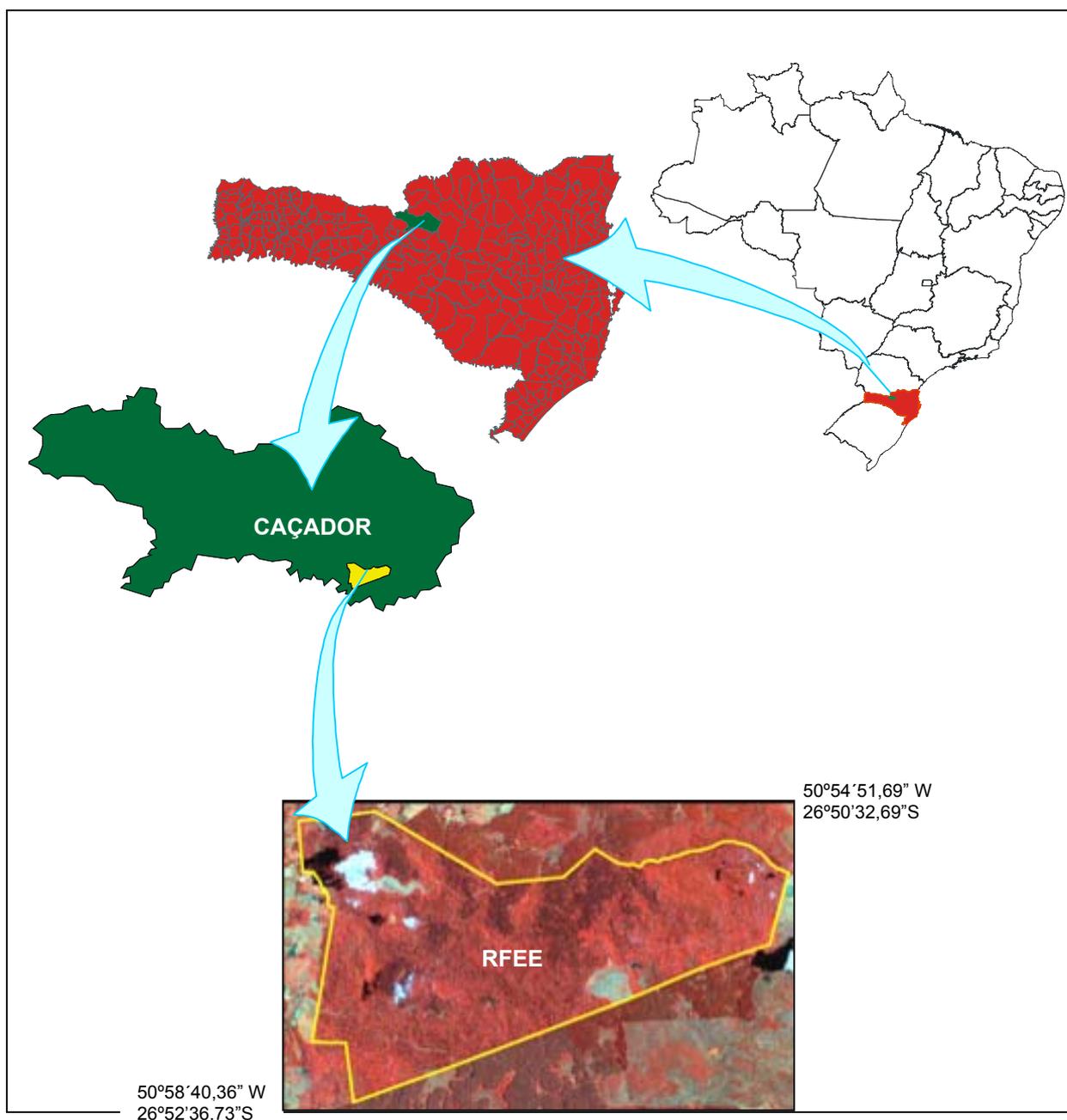
Criado no ano de 1934, originalmente com mais de 1.650 km² de área, em terras cedidas por outros municípios, o Município de Caçador alcançava grande parte da microrregião do alto Vale do Rio do Peixe, no centro-oeste de Santa Catarina, mais especificamente no centro da Região do Contestado. Com o passar dos anos, Caçador foi cedendo áreas para a formação de novos municípios circundantes e, atualmente, com 970 km², compõe a microrregião nº. 455/SC, da classificação do IBGE, e integra a Associação dos Municípios da Região do Contestado. Inserido no Planalto Ocidental Catarinense, o município localiza-se entre os paralelos 26° e 27° Sul e os meridianos 50° e 52° Oeste, limitando-se ao norte com o município de Calmon; a leste com Lebon Régis; a sudeste com Rio das Antas; ao sul com Videira e Arroio Trinta; a sudoeste com Macieira; a oeste com Água Doce; a noroeste com General Carneiro, no Estado do Paraná (THOMÉ, 1978).

Caçador possui três quartos de sua superfície integrando o Planalto da Bacia do Rio Uruguai, e um quarto a noroeste, faz parte do Planalto da Bacia do Rio Iguaçu. As duas partes são separadas entre si pela seqüência das terras altas das serras do Espigão e da Taquara Verde, estas com seus pontos mais elevados mantendo uma média de 1.200 metros acima do nível do mar, com o ponto mais alto alcançando 1.390 metros de altitude, em contraponto com os 780 metros da parte mais baixa (THOMÉ, 1978).

3.1.2 A Reserva Florestal EMBRAPA/EPAGRI (RFEE)

Localiza-se no município de Caçador, entre as coordenadas geográficas 26°50'32,69" e 26°52'36,73" de latitude sul e 50° 54'51,69" e 51°58'40,36" de longitude oeste (Fig. 9), região centro-oeste do Estado de Santa Catarina. A RFEE compreende uma área de 1.157,48 hectares.

FIGURA 9 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NO BRASIL E NO ESTADO DE SANTA CATARINA



3.1.2.1 Histórico

O governo federal de Getúlio Vargas, através da Lei nº 470 de 09/08/1937, decidiu criar a Estação Experimental do Trigo no Estado de Santa Catarina. Coube ao Ministério da Agricultura a aquisição das terras, o que ocorreu em Caçador. O imóvel que fez parte da ex-fazenda Faxinal São Pedro, pertencia ao Banco do Rio Grande do Sul S.A., que vendeu em 31/08/1938 a fração de 1.157,48 ha ao Ministério da Agricultura, porém sem os pinheiros e imbuías existentes, que já haviam sido vendidos em 29/04/1936 para a firma Busato & Cia com reserva do direito de retirar as árvores no prazo de vinte anos (EMBRAPA/EPAGRI, 1997).

Em 1948, com a finalidade de constituir uma Reserva Florestal, o presidente Dutra desapropriou (decreto nº 25.407 de 30/08/1948) 10.000 pinheiros e 1.500 imbuías pertencentes à firma Indústria Busato S/A. localizados na bacia do Ribeirão Cará no interior da RFEE. Porém quando da marcação dos pinheiros, verificou-se que não havia neste local o número de árvores estipulado no decreto presidencial. Foram então contados mais pinheiros em outras áreas, como os da região da Água Branca e os do Arroio Passoca. Havia também outros pinheiros nos fundos da Estação Experimental, pertencentes aos mesmos proprietários cujos contratos de compra e venda foram rejeitados, e os mesmos foram totalmente retirados posteriormente ao Decreto Presidencial (EMBRAPA/EPAGRI, 1997).

Anteriormente ao decreto, também foi cortada grande parte das araucárias, e só restaram 40% da área coberta anteriormente com essa espécie distribuídos em manchas ou bolsões. Nesse corte foram escolhidos os indivíduos mais acessíveis e de melhor qualidade, restando inúmeras árvores defeituosas. Da mata nativa original, hoje apenas pequenas áreas poder-se-iam dizer intocadas, principalmente aquelas localizadas em regiões de difícil acesso, como a do Ribeirão Cará (EMBRAPA/EPAGRI, 1997).

Outros terrenos adjacentes também foram adquiridos pelo Ministério da Agricultura e vieram a constituir o imóvel de 1.597,29 hectares onde foi instalada, na

década de 40, a Estação Experimental de Rio Caçador. Posteriormente em 18/05/1977 e 08/03/1982 outras três áreas foram acrescentadas com 2,92 hectares, resultando na área total de 1.600,21 hectares (EMBRAPA/EPAGRI, 1997).

Em 1974 todas as glebas da Estação Experimental de Rio Caçador foram escrituradas para a EMBRAPA. No período de 1975 a 1991, a área foi administrada pela EMPASC (Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A) e a partir de 1991 passou a ser administrada pela sua sucessora EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) (EMBRAPA/EPAGRI, 1997).

3.1.3 Geologia

A RFEE de Caçador situa-se no planalto da bacia do Rio Uruguai, da sub-bacia do Rio do Peixe, onde predominam as rochas efusivas com predominância do basalto (EMBRAPA/EPAGRI, 1997). A parte da bacia do Rio do Peixe fica a oeste da Serra Geral, em região coberta por rochas básicas (basaltos e diabásios) (THOMÉ, 1978).

Sobre grande parte da bacia do Rio Paraná, no período triássico, houve grandes erupções vulcânicas denominadas pelos geólogos “diatrofismo paranaense” ou “lavas da Serra Geral”, resultante de esforços de tensão, devido aos quais o magma basáltico extravasou pelas fendas, em derrames superficiais que se superpuseram em camadas horizontais. Os lençóis de rochas eruptivas na bacia do rio Paraná foram fundamentais na topografia da área. Os morros formados por derrames de ejeções de lavas extremamente fluídas, ocorridas calmamente com ausência de cones vulcânicos, variam do tipo ondulado ao ondulado forte. Os vales são frutos da erosão dos derrames e da formação da própria bacia hidrográfica (THOMÉ, 1978).

3.1.4 Hidrografia

Localizando-se na parte meridional-sudeste do município, a RFEE pertence à bacia hidrográfica do Rio do Peixe. Na margem esquerda, entre os seus afluentes estão o Rio Castelhanao (presente nos limites da Estação Experimental da EPAGRI) e Rio do Veado (ao sul da Reserva, fora de seus limites) (EMBRAPA/EPAGRI, 1997).

Integrante da bacia do Rio Uruguai, o Rio do Peixe tem curso que segue a direção geral da depressão da bacia do Rio Paraná. Tem suas nascentes em um banhado, a 1.100 metros de altitude no município de Matos Costa, ao norte de Caçador, pouco acima da localidade de Calmon. Desde suas cabeceiras até a influência com o Rio Uruguai, na divisa de Santa Catarina com o Rio Grande do Sul, o curso segue a direção geral nordeste e sudoeste (THOMÉ, 1978).

Pequena parte dos limites a nordeste da Reserva Florestal é servida pelo Arroio Passoca, afluente do Rio do Índio e Rio Castelhanao. O Ribeirão do Cará nasce junto do limite a leste da RFEE, percorre todo o seu interior saindo a oeste, onde seu curso deságua diretamente no Rio do Peixe, na localidade de Caixa d'Água (EMBRAPA/EPAGRI, 1997).

3.1.5 Clima

O clima foi classificado como mesotérmico (subtropical úmido sem estação seca). Segundo a classificação de Köppen, a área de estudo possui clima tipo Cfb, isto é, temperado úmido com geadas severas (com maior intensidade entre os meses de maio e setembro), predominando os ventos de direção norte, secundados pelos de direção nordeste (CALDATO et al., 1999).

Instalado a menos de 2 km da entrada da RFEE, o posto agrometeorológico da Estação Experimental de Caçador registra os dados meteorológicos desde 1942. As informações meteorológicas disponíveis referentes ao período jan/1961-out/2004, são mostrados na Tabela 2.

TABELA 2 – INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS

DADOS	VALORES
Temperatura média anual:	16,5°C
Temperatura máxima média:	21,7°C
Temperatura mínima média:	10,97°C
Temperatura máxima absoluta:	36,2°C
Temperatura mínima absoluta:	-10,4°C
Número médio anual de geadas:	26
Número de horas anual de frio abaixo de 7,2°:	996
Ventos predominantes:	do norte
Precipitação média anual:	1.608,2 mm
Média anual de dias de chuva:	139,5 dias
Umidade relativa do ar (média anual):	77,33%
Média anual de horas de insolação:	2.068,88 horas
Evaporação média mensal:	75,4mm

FONTE: POSTO AGROMETEOROLÓGICO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CAÇADOR

3.1.6 Arqueologia

Na parte centro-leste da Reserva Florestal foi encontrado um sítio-sepultamento, conhecido como *cemitério indígena*, constituído de uma elevação de terreno caracterizada como área de sepultamento primitivo da cultura Macro-Gê. Foram achados também diversos vestígios de pedra polida e fragmentos de cerâmica simples, material arqueológico atribuído à tradição Taquara. Na mesma área foram localizados diversos sítios-habitações, ou seja, casas subterrâneas como se fossem poços escavados no chão (EMBRAPA/EPAGRI, 1997).

Investigações preliminares realizadas na RFEE, indicam que em seu interior poderão ser encontrados mais vestígios pré-históricos da mesma natureza, semelhantes a outros observados na região, que supõem datação mais antiga de 1.800 anos (EMBRAPA/EPAGRI, 1997).

3.2 MATERIAIS

3.2.1 Imagem de Satélite

Para elaboração do presente trabalho foi empregada uma sub-cena do sensor óptico IKONOS, composição colorida NGB, imageada em 17 de fevereiro de 2004.

3.2.1.1 Sensor Ikonos

O satélite Ikonos II foi lançado no dia 24 de setembro de 1999, e está operacional desde o início de janeiro de 2000. A resolução radiométrica das imagens é de 11 bits (2048 níveis de cinza), o que possibilita um aumento no poder de contraste e de discriminação das imagens (ENGESAT, 2005).

Sua principal característica é que o sensor que o satélite carrega a bordo pode gerar imagens pancromáticas com resolução de um metro, multiespectrais com resolução de 4m e coloridas com resolução de 1m. As imagens coloridas são geradas a partir da combinação da resolução espacial de 1m da imagem pancromática com a resolução espectral das bandas multiespectrais. Apresenta uma visada *off-nadir* de até 60° em qualquer azimute, que o torna capaz de oferecer um período de revisita reduzido (COSTA e MAGALHÃES, 2003).

As principais características técnicas do satélite Ikonos II e de seus produtos estão resumidos na Tabela 3.

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO SATÉLITE IKONOS II

Altitude	680 km
Inclinação	98,1°
Velocidade	7 km/s
Sentido da Órbita	Descendente
Duração da Órbita	98 minutos
Tipo da Órbita	Sol-síncrona
Resolução Espacial	Pancromática: 1m / Multiespectral: 4m
Bandas espectrais	Pan 0,45 – 0,90 μ Azul 0,45 – 0,52 μ Verde 0,52 – 0,60 μ Vermelho 0,63 – 0,69 μ Infravermelho próximo 0,76 – 0,90 μ
Imageamento	13 km na vertical (cenas de 13 km x 13 km)
Capacidade de aquisição de imagens	Faixas de 11 km x 100 km até 11 km x 1000 km Mosaicos de até 12.000 km ² 20.000 km ² de área imageada numa passagem
Frequência de Revisita	2,9 dias no modo Pancromático 1,5 dias no modo Multiespectral Esses valores valem para latitude de +/- 40°. (A frequência de revisita para latitudes maiores será menor, e maior para as latitudes perto do Equador).

Fonte: ENGESAT (2005)

3.2.2 Dados Auxiliares

Foram utilizados os seguintes materiais de apoio: a) uma carta da DSG – Diretoria de Serviços Geográficos, folha Caçador SG-22-Z-A-IV-3 na escala de 1:50.000; b) levantamento planialtimétrico do Parque Florestal do Contestado na escala de 1:10.000, referenciados no Datum Horizontal SAD-69 e na projeção *Universal Transverse Mercator*, com a origem da quilometragem UTM no Equador e com o Meridiano Central 51° WGR (a oeste de Greenwich); c) fotografias aéreas verticais tomadas na escala de 1:25.000 durante Levantamento Aerofotogramétrico da empresa Cruzeiro do Sul S/A do ano de 1979.

3.2.3 Equipamentos e Software

Apresenta-se, a seguir, o ferramental usado para a consecução do SIG da RFEE.

3.2.3.1 Equipamentos

Foi utilizado um equipamento DGPS (*Differential Global Positioning System*), marca TRIMBLE, modelo GeoExplorer III, pertencente à *Embrapa Florestas*.

3.2.3.2 Software

Para o processamento dos dados foram empregados os seguintes Sistemas Computacionais: a) ENVI, versão 4.1 (RSI); b) ArcView, versão 3.2 (ESRI); c) Pathfinder Office versão 2.8 (TRIMBLE).

A base para o Sistema foi o *software* ArcView 3.2. Os *software* ENVI e Pathfinder Office, do Laboratório de Monitoramento Ambiental da Embrapa Florestas, foram utilizados complementarmente para a execução de tarefas específicas.

3.3 MÉTODOS

A metodologia usada no presente trabalho envolveu cinco diferentes etapas: a) georreferenciamento da imagem Ikonos; b) compilação da base cartográfica e do banco de dados; c) elaboração de mapas temáticos; d) caracterização do entorno da RFEE; e) elaboração do zoneamento ambiental da RFEE, descritos a seguir.

3.3.1 Correção Geométrica

Os procedimentos relativos ao georreferenciamento da imagem Ikonos utilizada no presente trabalho são detalhados em DLUGOSZ (2005). Para tanto o trabalho de coleta de pontos de controle (GCPs) foi realizado com o DGPS. O modo de rastreamento aplicado foi o diferencial cinemático, utilizando receptor de 12 canais com recepção de código C/A e portadora L1, objetivando referenciar a imagem geograficamente ao terreno por meio de sua localização espacial, utilizando o

sistema de coordenadas UTM (*Universal Transverse Mercator*). O processamento dos dados foi realizado utilizando-se o *software* Pathfinder Office versão 2.8. Utilizou-se arquivos de rastreamento de base fixa junto à empresa representante do equipamento, via *download* pela Internet.

A correção geométrica (georreferenciamento) baseada em GCPs assume que há possibilidade de se obter as coordenadas planas de determinadas feições características do terreno e localizá-las visualmente na imagem. Os GCPs foram criteriosamente escolhidos, facilmente identificáveis e uniformemente distribuídos na imagem para evitar distorções em determinadas porções da mesma e também para evitar a introdução de novos erros por dificuldade de leitura da posição dos pontos na imagem, dando-se preferência aos cruzamentos de estradas e feições visíveis desde o espaço. Em cada GCP coletado permaneceu-se com o DGPS estacionado captando dados por um período mínimo de 20 minutos, tempo em que se obtém maior precisão na correção dos dados.

Os procedimentos foram realizados no ambiente do *software* ENVI (RSI), e o modelo utilizado na correção foi o polinômio de 1º. grau (transformação afim no plano), juntamente com a interpolação do valor por meio do método da convolução cúbica.

3.3.2 Base Cartográfica

Segundo BRANDALIZE (1997), a base cartográfica é composta de um ou mais bancos de dados gráficos e de um ou mais bancos de dados alfanuméricos, possuindo cada um deles características específicas.

A base cartográfica do presente trabalho foi confeccionada a partir da digitalização manual (processo de conversão das feições cartográficas de um mapa analógico em digital - BRANDALIZE, 1997) da carta topográfica da DSG (Diretoria de Serviços Geográficos), folha Caçador SG-22-Z-A-IV-3 em escala 1:50.000, escaneizada previamente. Os níveis de informações digitalizadas foram:

hipsometria (com equidistância de 20 metros), hidrografia e pontos cotados, utilizando-se o *software* ArcView 3.2 (ESRI).

3.3.3 Banco de Dados

Associado aos temas levantados (cadastro da RFEE, levantamento pedológico, cobertura do solo, inventário florestal contínuo, entorno e zoneamento), foi criado um banco de dados alfanumérico do tipo relacional, organizado em tabelas (relações) onde as linhas correspondem aos registros e as colunas correspondem aos atributos. Gerenciado usando-se o *software* ArcView 3.2, o banco de dados permite armazenar e recuperar dados geográficos com diferentes formas geométricas (imagens, vetores, grades) bem como atributos não espaciais como as informações descritivas (classificação, tipologia, estágio sucessional, etc).

3.3.4 Elaboração de Mapas Temáticos

As *layers* envolvidas no SIG foram: solos, relevo, declividade, orientação de vertentes, caracterização de áreas de preservação permanente e reserva legal, entorno da RFEE e seu zoneamento ambiental. Os procedimentos adotados em cada caso são descritos a seguir.

3.3.4.1 Levantamento Pedológico

De acordo com EMBRAPA (1995), um levantamento pedológico é um prognóstico da distribuição geográfica dos solos como corpos naturais, e contém informações essenciais para bancos de dados e SIG, visando interpretações de grande alcance em planejamento, ordenamentos territoriais e zoneamentos, em combinação com outros fatores ecológicos determinantes do equilíbrio da produtividade.

Para a área de estudo, o levantamento pedológico semi-detalhado (escala

1:25.000) foi efetuado pelo exame dos solos, com a identificação e coleta de amostras realizados mediante sondagens com trado holandês e/ou observações em barrancos. Em cada local os perfis de solo foram observados até 1m de profundidade ou a maiores profundidades em perfis de estrada, coletando-se duas ou mais amostras (mais freqüentemente uma superficial e outra sub-superficial) e observando-se, também, as limitações e necessidades de cada classe de solo, tendo em vista sua melhor caracterização e identificação.

Maiores detalhes dos procedimentos para o levantamento pedológico, bem como procedimento laboratorial empregado pode ser obtido em KURASZ et al. (2004b).

3.3.4.2 Relevô

Os Modelos Digitais de Elevação (MDE) são utilizados para se obter informações referentes ao relevô de uma área. Estas informações podem ser de caráter qualitativo (visualização da superfície) ou quantitativo (RICHTER et al., 2003).

No caso do presente trabalho, o MDE foi gerado tendo como dados de entrada as informações topográficas: a) curvas de nível e pontos cotados da base cartográfica proveniente da carta da DSG; e b) lagos e limite da RFEE obtidos por levantamento com DGPS e posterior poligonização. O modelo de grade empregado foi a rede irregular de triângulos (TIN – *Triangular Irregular Network*) selecionada para o estudo proposto, uma vez que, de acordo com FELGUEIRAS (1997) representa melhor superfícies não homogêneas com variações locais acentuadas (relevô acidentado). Todos os processos para a geração do MDE foram executados pela extensão *3D Analyst* do software ArcView 3.2.

3.3.4.3 Carta de Declividade

A carta de declividade é uma ferramenta aplicada em trabalhos que envolvam planejamentos regionais ou fragilidade ambiental de uma determinada área, através da qual é possível delimitar a distribuição das porções de inclinação em um terreno, já que a inclinação é uma das variáveis que compõem a fragilidade de uma vertente (DE BIASI, 1992).

A carta de declividade, no presente trabalho, foi gerada pelo módulo *Spatial Analyst* do ArcView 3.2 a partir do modelo TIN. Para melhor detalhamento da imagem, utilizou-se um *pixel* de 4,23 metros, compatível com a precisão da escala 1:50.000 da base cartográfica. O valor acima foi obtido da seguinte forma: escanerizou-se a carta da DSG com resolução de 300 dpi ou *pixels*, obtendo-se 118,11 dpi/cm, conseqüentemente, na escala 1:50.000, cada *pixel* equivale a 4,23 m. As classes de declividade, em graus, tal como no caso do DEM foram também geradas de forma aleatória, tornando-se necessário o redimensionamento das mesmas. Para tanto, optou-se por utilizar a metodologia proposta por RAMALHO FILHO e PEREIRA (1996), definindo como valores de classes os limites observados na Tabela 4. As cores utilizadas para a representação das classes adotadas procuram representar a idéia de intensidade das declividades.

TABELA 4 – CLASSES DE DECLIVIDADE

CLASSE EM GRAUS	CLASSE EM %	RELEVO
< 1,72°	0 – 3	Plano
1,72° - 4,57°	3 – 8	Suave ondulado
4,57° - 11,31°	8 – 20	Ondulado
11,31° - 24,23°	20 – 45	Forte ondulado
24,23° - 45°	45 – 100	Montanhoso
> 45°	> 100	Escarpado

Fonte: ADAPTADO DE RAMALHO e PEREIRA (1996)

3.3.4.4 Carta de Orientação de Vertentes

A geração da carta de orientação de vertentes foi considerada importante para caracterizar quais porções da RFEE, devido à sua localização, poderiam ser mais susceptíveis a escorregamentos ou movimentos de massa.

De modo semelhante à carta de declividade, a carta de exposição de vertentes também foi gerada pelo módulo *Spatial Analyst* do software ArcView 3.2, a partir do modelo TIN. Adotaram-se as classes de exposição de vertentes preconizadas por RAMALHO FILHO e PEREIRA (1996), construídas com base em um octógono, cujas faces correspondem a intervalos de 45° em um círculo graduado, voltado para N (norte), NE (nordeste), E (leste), SE (sudeste), S (sul), SW (sudoeste), W (oeste), e NW (noroeste), no sentido horário. Para efeito de melhor entendimento do fenômeno representado, utilizou-se uma escala graduada de cores: quentes para as áreas que recebem maior insolação e frias para as áreas que recebem pouca ou nenhuma insolação, com maior valor para as áreas que recebem insolação máxima ou nenhuma.

3.3.4.5 Uso do Solo

O conhecimento de uso da terra foi um pré-requisito importante no planejamento integral da RFEE, pois quando essa informação é apresentada em forma cartográfica, torna-se um material indispensável na definição do grau de proteção do solo pela cobertura vegetal original e do uso racional da terra. No presente trabalho utilizou-se como base o mapa de cobertura do solo elaborado por DLUGOSZ (2005), que realizaram interpretação visual de uma imagem Ikonos em formato digital e onde poderão ser obtidos maiores detalhes sobre o procedimento metodológico utilizado.

3.3.4.6 Mapeamento das Restrições Legais de Uso (RLU)

A área da RFEE é caracterizada como propriedade particular, e deve, como tal, cumprir a Legislação Ambiental, em que se enquadram aspectos ligados à Reserva Legal (RL) e às Áreas de Preservação Permanente (APP). O artigo 2º do Código Florestal (LEI nº 4.771, de 15 de setembro de 1965), regulamentado pela Resolução 302 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), de 20 de março de 2002, estabelece critérios para caracterização de uma área como preservação permanente (ao longo de rios e lagoas, nos topos de morros, encostas com declives superiores a 45º entre outros), e determina uma distância mínima de 30 metros de cada lado das margens (para rios com até 10 metros de largura) e 50 metros de raio para os demais corpos d'água como áreas de preservação permanente (APPs). Entretanto, o inciso III do artigo 3º, estabelece área de preservação permanente com largura mínima de quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural.

O processo de obtenção das APPs ocorreu da seguinte forma: ao longo dos cursos d'água e ao redor de nascentes, várzeas e outros corpos d'água foram gerados *buffers* consistindo em seu conjunto um tema denominado "APP ideal". Em seguida foi efetuada a intersecção desse tema com as feições de uso do solo, o que resultou em duas situações: as APPs localizadas sobre os polígonos de vegetação nativa passaram a constituir o tema denominado "APPs existentes", enquanto aquelas sobrepostas a outros tipos de uso formam as "APPs a restaurar".

O artigo 16 do Código Florestal foi alterado pela Medida Provisória nº 2166-67, de 26 de agosto de 2001, e prevê que na Região Sul do país deve-se manter, no mínimo, 20% da vegetação nativa como Reserva Legal (RL), independentemente das áreas caracterizadas como preservação permanente. Importante salientar que, no inciso V, § 4º do artigo 16 da mesma MP, está implícito que para a localização da RL, deve-se observar a proximidade com outra RL, APP, UC ou outra área

legalmente protegida, critério esse que deve ser considerado no processo de aprovação de sua localização pelo órgão ambiental.

Para a RL, subtraiu-se o tema “APPs existentes” das feições de uso do solo correspondentes a vegetação nativa e o resultado constituiu a área disponível para a Reserva Legal (RL existente). O processo de obtenção das APPs e RL para a área de estudo se baseou na metodologia descrita por KURASZ et al (2004a), com todas as operações realizadas no *software* ArcView 3.2.

3.3.5 Monitoramento da Dinâmica de Crescimento Florestal

O Inventário Florestal Contínuo tem como objetivo principal fornecer, periodicamente, informações atualizadas, suficientes e confiáveis sobre o estado dos recursos florestais e suas mudanças no tempo, para embasar a definição de políticas florestais, a administração de recursos florestais e a elaboração de planos estratégicos, de curto e longo prazo, para o desenvolvimento e uso das florestas.

DA CROCE (1991), em seu estudo sobre a estrutura da vegetação na RFEE, utilizou dados do inventário florestal realizado pela EMPASC/CENARGEN em 1989. Dessa forma, para o presente trabalho, das 40 unidades amostrais com dimensões de 25m x 100m cada uma, instaladas anteriormente, foram recuperadas apenas nove, sendo realizadas as seguintes operações para sua readequação:

- a) Locação dos limites das parcelas, utilizando piquetes, balizas, bússolas e trenas para materialização dos vértices;
- b) Coleta de pontos com GPS para georreferenciamento das unidades amostrais;
- c) Raspagem com escova de aço e pintura de uma faixa de aproximadamente 3 cm, com o objetivo de padronizar o local de medição dos diâmetros ao longo dos anos, em todas as árvores encontradas dentro das unidades amostrais, com circunferência à altura do peito (CAP) igual ou superior a 62,5 cm;

- d) Medição do CAP com trena metálica de 10 metros, da altura comercial utilizando vara dendrométrica e avaliação da sanidade aparente de todas as árvores das nove parcelas;
- e) Digitação dos dados levantados em campo utilizando planilha eletrônica Excel para ser futuramente acoplada ao banco de dados do SIG.
- f) O pré-processamento dos dados foi realizado por unidade amostral, de forma a obter sucintamente informações a respeito do número total de árvores medidas; número total de espécies existentes; amplitude de CAP e altura comercial das árvores; CAP e altura comercial média; espécie predominante e sua abundância, bem como o percentual de abundância.

3.3.6 Caracterização do Entorno da Reserva

Por uma questão de estratégia do projeto, utilizou-se a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que cria o SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) como balizadora de ações em relação ao SIG da RFEE, sendo possível, desta forma, submeter a área ao processo de criação de RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural), figura programática do SNUC como unidade de uso sustentável regulamentada pelo Decreto nº 1.922, de 5 de junho de 1996 e que teve, recentemente, implementados novos incentivos consubstanciados na Instrução Normativa nº 62, de 11 de março de 2005.

A legislação que envolve as Unidades de Conservação prevê que sejam efetivados estudos de caracterização do entorno de tais áreas protegidas. A metodologia selecionada, no presente trabalho, para o enfoque do entorno da RFEE, envolve o conceito de Ecologia de Paisagem.

Um estudo da ecologia da paisagem exige sua classificação em unidades de paisagem, que são as unidades básicas de trabalho, representadas por polígonos com atributos. No presente trabalho, os descritores da estrutura da paisagem (métricas) foram calculados com o auxílio do *software ArcView 3.2*, ferramenta que

possibilita a busca e consulta dos atributos associados aos polígonos que representam as unidades de paisagem. Inicialmente gerou-se um *buffer* (zona tampão) de 2 km ao redor de todo o limite da RFEE em função das dimensões da sub-cena Ikonos. Na seqüência, realizou-se interpretação visual da imagem e poligonização das unidades de paisagem na tela do computador considerando-se os diferentes padrões tonais, o tamanho, a forma e a textura. Ao mesmo tempo em que se criavam os polígonos, materializou-se a edição dos atributos referentes às categorias e tipos de cobertura (ou unidades de paisagem) que ocorrem na área de estudo. As informações obtidas foram integradas ao SIG, o que permitiu a realização das análises espaciais que possibilitaram a descrição da estrutura e o padrão da paisagem do entorno da RFEE. A classificação em unidades de paisagem mapeadas foi, posteriormente, verificada em campo, através de visita aos locais pela equipe do projeto. Outras informações sobre a metodologia empregada poderão ser obtidas em KURASZ et al. (2005).

3.3.7 Zoneamento Ambiental

O SNUC (2000) prevê a elaboração de Planos de Manejo para as UCs. Um dos aspectos mais importantes da metodologia preconizada está vinculado ao estabelecimento de um zoneamento ambiental para cada UC.

A área da RFEE basicamente está voltada à pesquisa científica, à proteção do ambiente natural, ao desenvolvimento da educação conservacionista e ao exercício de atividades culturais. Assim, tendo por base a diversidade de *habitats* (em termos de fisionomias de vegetação) e a legislação ambiental (artigo 225 da Constituição Federal, Lei Federal nº. 4.771 de 15 de setembro de 1965 - Código Florestal, Lei do SNUC, Decreto de criação das RPPNs), foi proposto um zoneamento ambiental para a área, que contempla a criação de uma RPPN em parte do imóvel e incorpora as áreas destinadas à RL da RFEE e da Estação Experimental da Epagri.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 LIMITES DA PROPRIEDADE

Conforme mencionado no item 3.3.1, foi necessário realizar um levantamento com GPS diferencial para delimitar a área da RFEE. Para tanto, localizaram-se, por caminhamento, os marcos divisórios da propriedade. O erro horizontal encontrado foi de 1,10m, o que é superior ao previsto na Lei nº 10.267/01 que prevê a regularização fundiária de imóveis rurais. Desta forma, recomenda-se que um levantamento topográfico, com GPS geodésico ou Estação Total seja viabilizado para a área. De acordo com a matrícula nº 2/2289 do Cartório de Registro de Imóveis da Comarca de Caçador-SC, o imóvel possui uma área total de 1.157,48 ha. Entretanto, a área encontrada após poligonização dos dados de campo foi de 1.194,48 ha, valor este que passou a ser adotado na organização do SIG. Como tal diferença em termos do tamanho e limites das propriedades é muito comum, principalmente quando se trata de imóveis com registro muito antigo, recomenda-se que a verificação destes novos valores seja priorizada, para a adequação fundiária do imóvel.

4.2 GEORREFERENCIAMENTO DA IMAGEM IKONOS

As coletas de GCPs com DGPS nos marcos da divisa da RFEE foram acompanhadas por um funcionário da EPAGRI, que conhecia bem os limites da propriedade. Tal procedimento é recomendável porque a maioria dos imóveis ainda carece de marcos divisórios visíveis e inconfundíveis o que, espera-se venha a ser minimizado quando as novas normas do INCRA (Lei nº 10.267/01) estiverem sendo adotadas.

Empregou-se o DGPS GeoExplorer III com antena telescópica externa de alcance até 2,40m em bastão, e com capacidade para armazenar informações através de um pequeno cadastro pré-programado, não havendo, portanto a

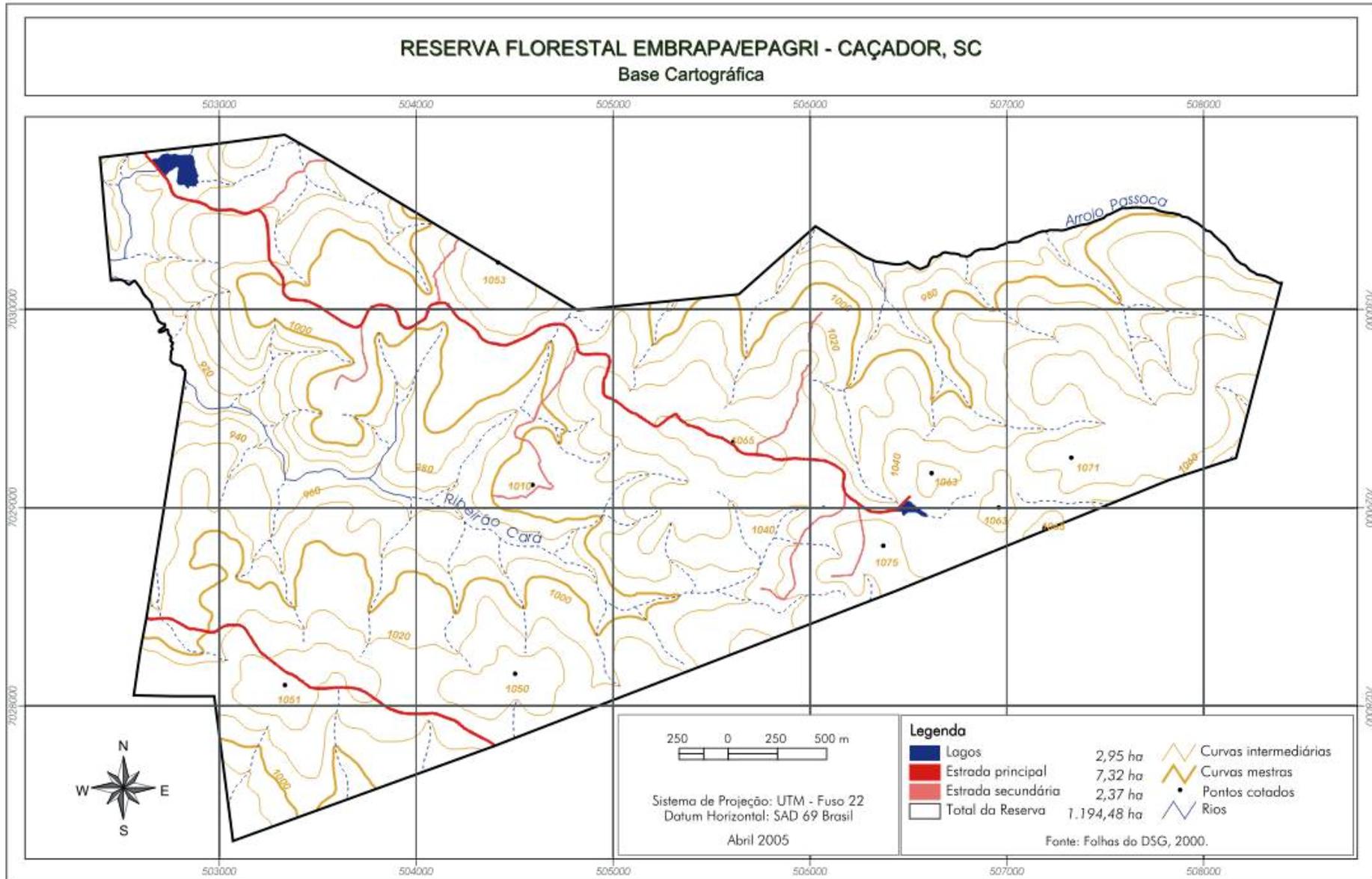
necessidade de se fazer anotações de campo. Como se esperava, houve problemas de recepção do sinal de DGPS em áreas com cobertura florestal muito densa, bem como em dias com bastante cobertura de nuvens, além de se encontrar dificuldades de recepção em determinados horários do dia, isso acontece devido ao PDOP ser ≥ 6 , o que produz uma geometria pobre dos satélites, dificultando a captação do sinal.

Para georreferenciamento da imagem foram coletados GCPs em campo conforme descrito no item 3.3.1, e em DLUGOSZ (2005). O erro encontrado foi de 3,53 metros, equivalente a 0,88 *pixels*, considerando-se a resolução espacial de 4 m apresentada pela composição Ikonos utilizada.

4.3 BASE CARTOGRÁFICA DA RFEE

A geração da base cartográfica digital constituiu fase essencial para a implantação do SIG, já que a informação geográfica é a base para as atividades e tarefas de planejamento e ordenamento do território. Os mapas da RFEE anteriormente elaborados, por estarem obsoletos, não eram suficientes nem refletiam a realidade atual da propriedade, sendo portanto, inadequados às atividades de planejamento; por isso optou-se por buscar materiais de apoio mais atualizados. A base cartográfica digital (Mapa 1) foi compilada totalmente em ambiente SIG e inclui informações gráficas sobre hidrografia, pontos cotados e curvas de nível provenientes da carta da DSG, estradas e o limite da propriedade obtidos por levantamento com GPS diferencial. Tais informações podem ser usadas em conjunto ou ser recuperadas individualmente e utilizadas em análises diferenciadas. O processo de edição da base se mostrou bastante simplificado, uma vez que o nível de detalhe na escala 1:50.000 tornou o trabalho menos complexo. Assim, em processo simultâneo operacionalizaram-se as digitalizações e também foram atribuídos detalhes referentes às *layers* para a formação do banco de dados.

MAPA 1 - BASE CARTOGRÁFICA DA RFEE



4.4 BANCO DE DADOS DO SIG DA RFEE

O segmento Banco de Dados do SIG da RFEE é composto pelas informações advindas das diferentes camadas do sistema, a saber: a) Cadastro da RFEE; b) Levantamento Pedológico; c) Inventário Florestal Contínuo; d) Uso do Solo; e) Zoneamento Ambiental e f) Entorno.

Para cada camada foi elaborada uma tabela, e os campos definidos podem ser visualizados na Tabela 5. Buscou-se configurar o banco de dados da RFEE com uma estrutura que permite fácil compreensão pela simplicidade das tabelas. Este banco de dados foi o primeiro organizado para a RFEE, sendo assim, passível de futuras complementações, adicionando-se mais campos de informações às tabelas ou coletando-se novos dados, a exemplo do Inventário Florestal Contínuo, visando sua atualização, por se tratar de uma ferramenta dinâmica.

TABELA 5- RELAÇÃO DOS CAMPOS NAS TABELAS DO BANCO DE DADOS DA RFEE

continua

TABELA	CAMPOS	OBSERVAÇÕES
CADASTRO DA RFEE	Código do polígono	
	Proprietário	
	Matrícula CRI	
	Data de criação	
	Município	
	UF	
	Área total	Unidade ha
	Perímetro	Unidade m
LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO	Código do polígono	
	Legenda	
	Descrição	
	Área	Unidade ha
INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO	Número da parcela	
	Coordenadas X	
	Coordenadas Y	
	Altitude	Unidade m
	Nº. de indivíduos	Arvores com CAP \geq 40 cm
	Nº. de espécies	
	Amplitude CAP	
	Amplitude H _{com}	
	CAP médio	Unidade cm
	H _{com} média	Unidade m

		conclusão
TABELA	CAMPOS	OBSERVAÇÕES
INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO	Frequência	Unidade n/ha
	Área da parcela	Unidade m ²
	Espécie predominante	
	Abundância da espécie	
	Percentual de abundância	Unidade %
COBERTURA DO SOLO	Código do polígono	
	Classes	
	Estágio sucessional	
	Tipologia	7 classes de vegetação
	Espaçamento	Unidade m x m
	Área	Unidade m ²
	Cultivar	
	Plantio	
	Tratos culturais	
ZONEAMENTO AMBIENTAL	Código do polígono	
	Descrição	
	Área	Unidade ha
ENTORNO	Código do polígono	
	Descrição	
	Estágio	
	Área	

4.5 LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO NA RFEE

As coletas de materiais foram efetuadas com base na escala definida como suficiente em função da heterogeneidade e/ou dimensão de cada unidade fisiográfica. Aos pontos de coleta, foram anotados alguns atributos morfológicos do solo, considerando 23 pontos amostrais potenciais por toda a área, obtendo-se uma densidade de um (1) ponto a cada 50,3 hectares, compatível com levantamentos pedológicos na escala de semi-detelhe e com a escala de publicação do mapa (1:25.000), conforme sugerido por EMBRAPA (1995). A coleta efetiva de material ocorreu em 14 amostras de solos, considerando-se a homogeneidade da área e o objetivo do presente trabalho, que é o de aprimorar as informações de solos já existentes na região. A seqüência de horizontes observada foi A - B e os solos foram classificados até o 5º nível categórico (Família). Os solos da RFEE são desenvolvidos a partir de saprólito de basalto da formação Serra Geral, formada por litologia vulcânica, cuja seqüência rochosa se enquadra entre o jurássico e o

cretáceo da Era Mesozóico. Identificou-se nove unidades de mapeamento, cujos símbolos e classificação seguem aqueles adotados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SBSC (EMBRAPA, 1999), distribuindo-se em quatro ordens: Cambissolos, Gleissolos, Nitossolos e Neossolos (Tabela 6). Maiores detalhes são encontrados em KURASZ et al. (2004b).

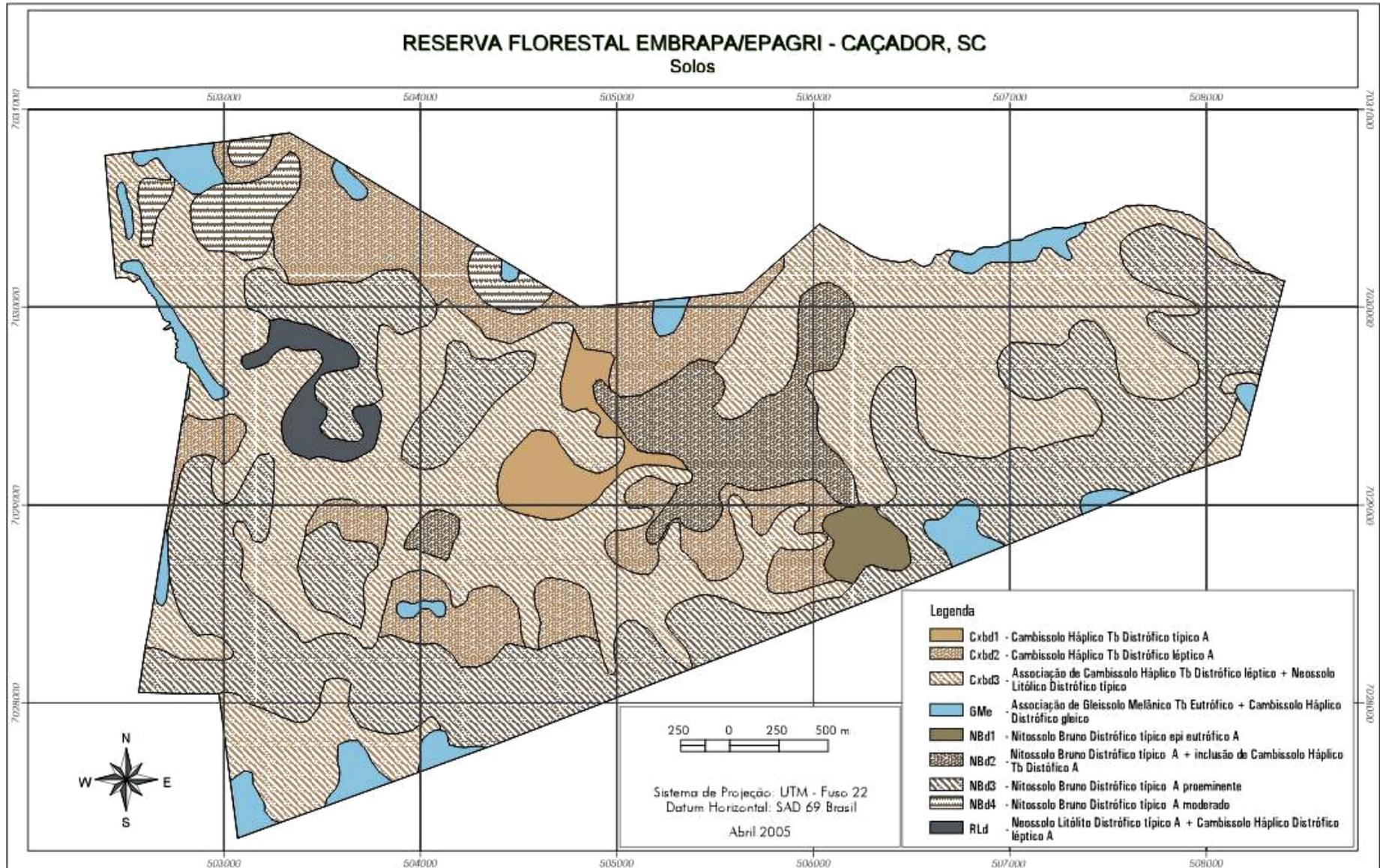
TABELA 6 - SOLOS DA RFEE

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO DOS SOLOS	ÁREA ha	%
Cxbd1	Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo suave ondulado	27,83	2,33
Cxdb2	Cambissolo Háptico Tb Distrófico léptico A proeminente, textura muito argilosa, relevo suave ondulado	161,61	13,53
Cxbd3	Associação de Cambissolo Háptico Tb Distrófico léptico, relevo ondulado + Neossolo Litólico Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado	467,40	39,13
Gme	Associação de Gleissolo Melânico Tb Eutrófico, textura argilosa (mal drenado) + Cambissolo Háptico Distrófico gleico, textura argilosa (ambos relevo plano)	51,00	4,27
Ndb1	Nitossolo Bruno Distrófico típico epi eutrófico, A moderado, textura muito argilosa, relevo suave ondulado de vertentes curtas	12,42	1,04
Nbd2	Nitossolo Bruno Distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo ondulado (inclusão de Cambissolo Háptico Tb Distrófico, A moderado)	71,43	5,98
Nbd3	Nitossolo Bruno Distrófico típico, A proeminente, textura muito argilosa, relevo suave ondulado	352,37	29,50
Nbd4	Nitossolo Bruno Distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, relevo suave ondulado	31,53	2,64
RLd	Associação de Neossolo Litólico Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso fase rochosa + Cambissolo Háptico Distrófico léptico, A proeminente, textura muito argilosa, relevo ondulado	18,87	1,58
TOTAL		1194,48	100,00

FONTE: KURASZ et al. (2004b)

Após os procedimentos de campo e laboratorial, com relação ao levantamento pedológico, foi elaborado um mapa em formato analógico por interpolação das curvas de nível da base cartográfica, delimitando as tipologias dos solos mapeadas. Assim, a conversão para o formato digital, ocorreu com a escanerização (procedimento semelhante ao citado no item 3.3.4.3), georreferenciamento e digitalização dos limites de cada classe de solo desse mapa. Finalizada essa etapa, foram utilizadas cores padrão, conforme estabelecem as normas do SBSC, para a elaboração do mapa de solos da RFEE (Mapa 2).

MAPA 2 - SOLOS DA RFE



4.6 O RELEVO NA RFEE

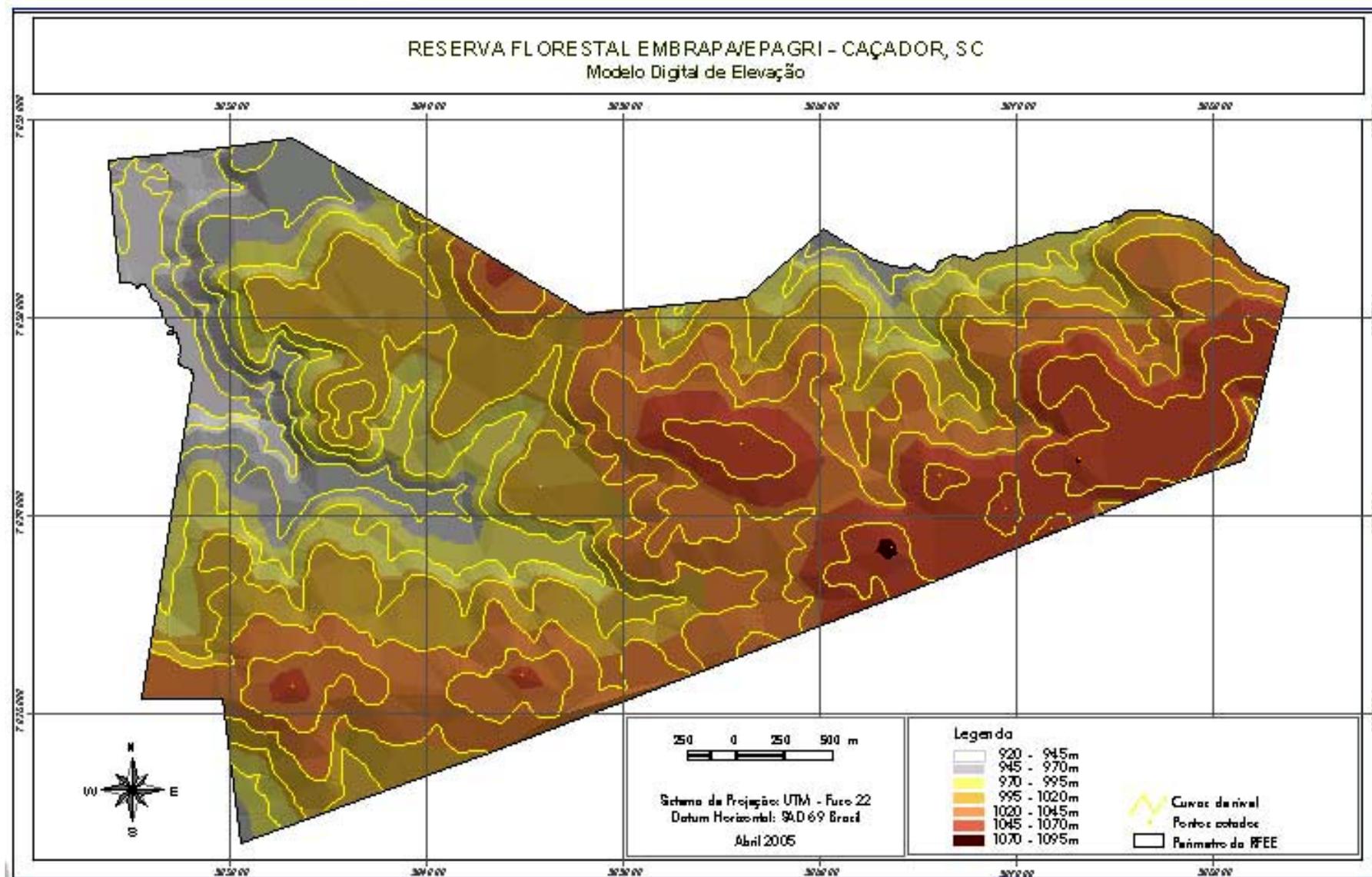
O tema relevo foi tratado sob a lógica da geração de MDE, da elaboração da carta de declividade e de exposição de vertentes.

4.6.1 Modelo Digital de Elevação (MDE) da RFEE

O MDE da Reserva foi gerado com auxílio da ferramenta *Surface* do módulo *3D Analyst* do *software* ArcView 3.2 (ver item 3.3.4.2), a partir de informações advindas das curvas de nível (isolinhas) com elevação constante e equidistância de 20 m advindas da carta da DSG. As curvas de nível são responsáveis pelo contorno e elevação do modelo da superfície e possuem pontos cotados que modelam os topos das áreas elevadas e lagos. O perímetro da RFEE funcionou como máscara para recortar a área de interesse. O processo de interpolação criou uma imagem composta por um total de 28.216 triângulos e 15.232 nós, e não requereu grande capacidade de processamento do equipamento utilizado, microcomputador Pentium IV com 256 MB de memória. MAZZER et al. (2005) comentam que o módulo *Surface* não interpola de forma adequada às curvas de nível, o que acarreta um erro de representação da curva. No caso da RFEE, apenas uma situação de erro de representação mais evidente foi percebida (ponto que conectava um espelho d'água e estrada), mas foi considerada como uma situação pontual e, portanto, não comprometeu os resultados daquela área da RFEE.

O MDE foi gerado sob a forma de carta hipsométrica 3D, com classes distribuídas de forma aleatória. Para otimizar o efeito de tridimensionalidade da imagem estabeleceram-se novas classes, de 25 em 25 metros e alteraram-se as cores hipsométricas. Adotou-se a forma de representar a altitude pela percepção visual do observador, onde cores quentes (p.e. vermelho) representam maiores altitudes (Mapa 3). Assim, a RFEE apresenta altitudes que variam de 920 a 1075 metros, caracterizando-se o relevo como predominantemente ondulado.

MAPA 3- MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO DA RFEE

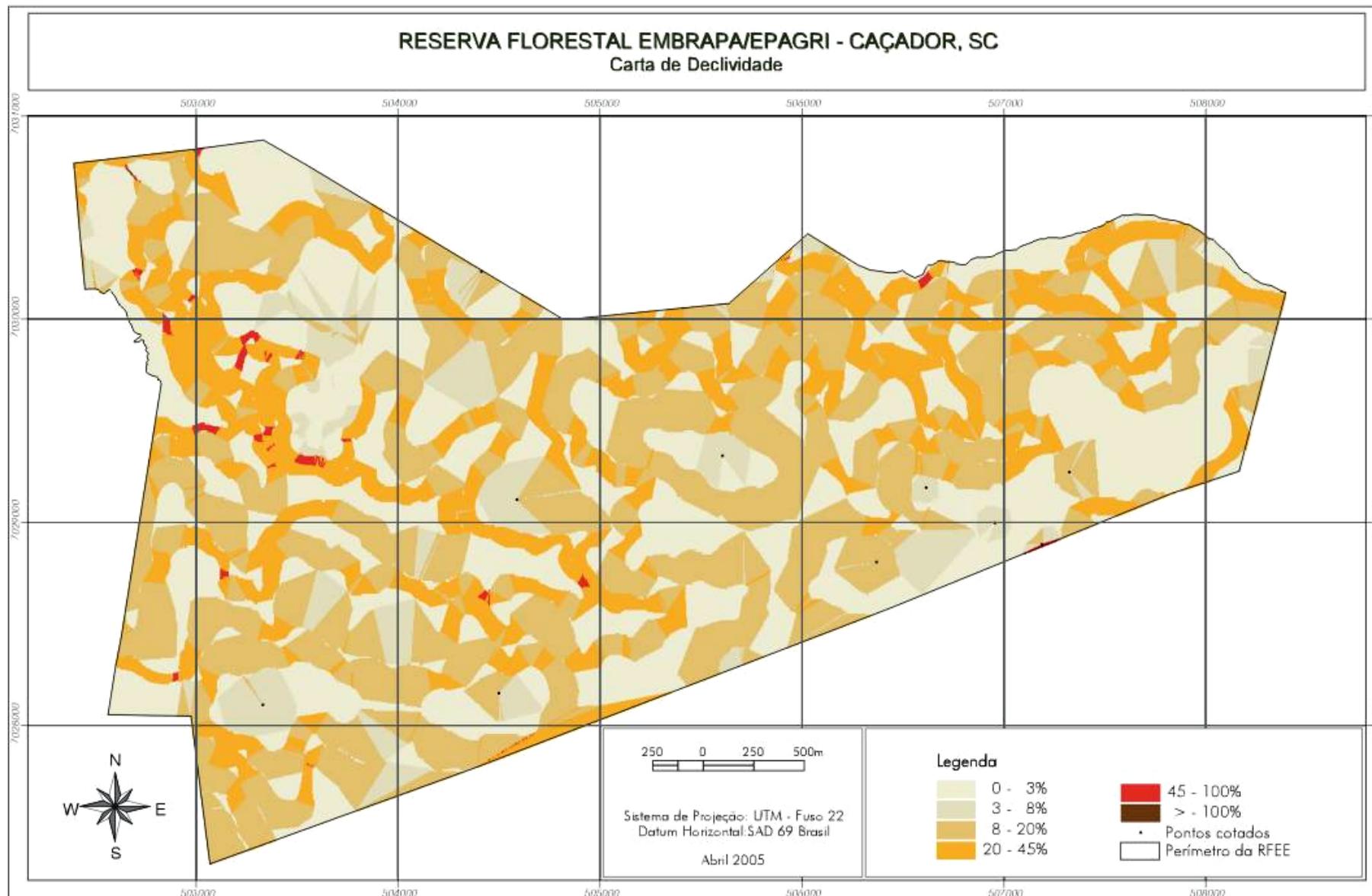


4.6.2 Carta de Declividade da RFEE

Obtida a partir do MDE com uso de uma função da ferramenta *Surface* do software ArcView 3.2, a carta de declividade (Mapa 4) permitiu o mapeamento das declividades da RFEE. Calculou-se a área das classes e obteve-se os seguintes resultados:

- a) Classe **< 3%**: representa cerca de 408,819 ha da área de estudo (34,23%). Áreas planas ou quase planas, com escoamento superficial lento ou muito lento, indicando que não existe erosão hídrica significativa, exceto em vertentes cujas rampas sejam muito longas e os solos suscetíveis à erosão;
- b) Classe **3 – 8%**: representa 86,337 ha da área de estudo (7,23%). Compreende áreas de relevo suave ondulado, onde o tipo de escoamento pode passar do lento para o médio, chegando ao rápido. A erosão hídrica oferece poucos problemas e estes podem ser controlados com práticas simples de conservação;
- c) Classe **8 – 20%**: esta classe perfaz 443,705 ha da área de estudo (37,15%), compreendendo áreas muito inclinadas ou colinosas (relevo ondulado), onde o escoamento superficial é rápido em sua maior parte. Esta classe compreende a maior parte da área de estudo;
- d) Classe **20 – 45%**: cerca de 250,990 ha da área total (21,01%) pertencem a esta classe, ou seja, áreas fortemente onduladas cujo escoamento superficial é muito rápido e, podem ser extremamente susceptíveis à erosão;
- e) Classe **45 – 100%**: esta classe representa cerca de 4,504 ha da área (0,38%), é constituída por áreas íngremes, de regiões montanhosas, onde o escoamento superficial é sempre muito rápido e os solos extremamente suscetíveis à erosão hídrica;
- f) Classe **> 100%**: representou 0,087 ha da área total (0,01%) sendo constituída por áreas escarpadas. Entretanto, constatou-se *in loco*, que a área em questão refere-se a um pequeno desnível entre a estrada e a base de um canal escoadouro do açude, sendo desconsiderada.

MAPA 4 - CARTA DE DECLIVIDADE DA RFEE



4.6.3 Carta de Exposição de Vertentes da RFEE

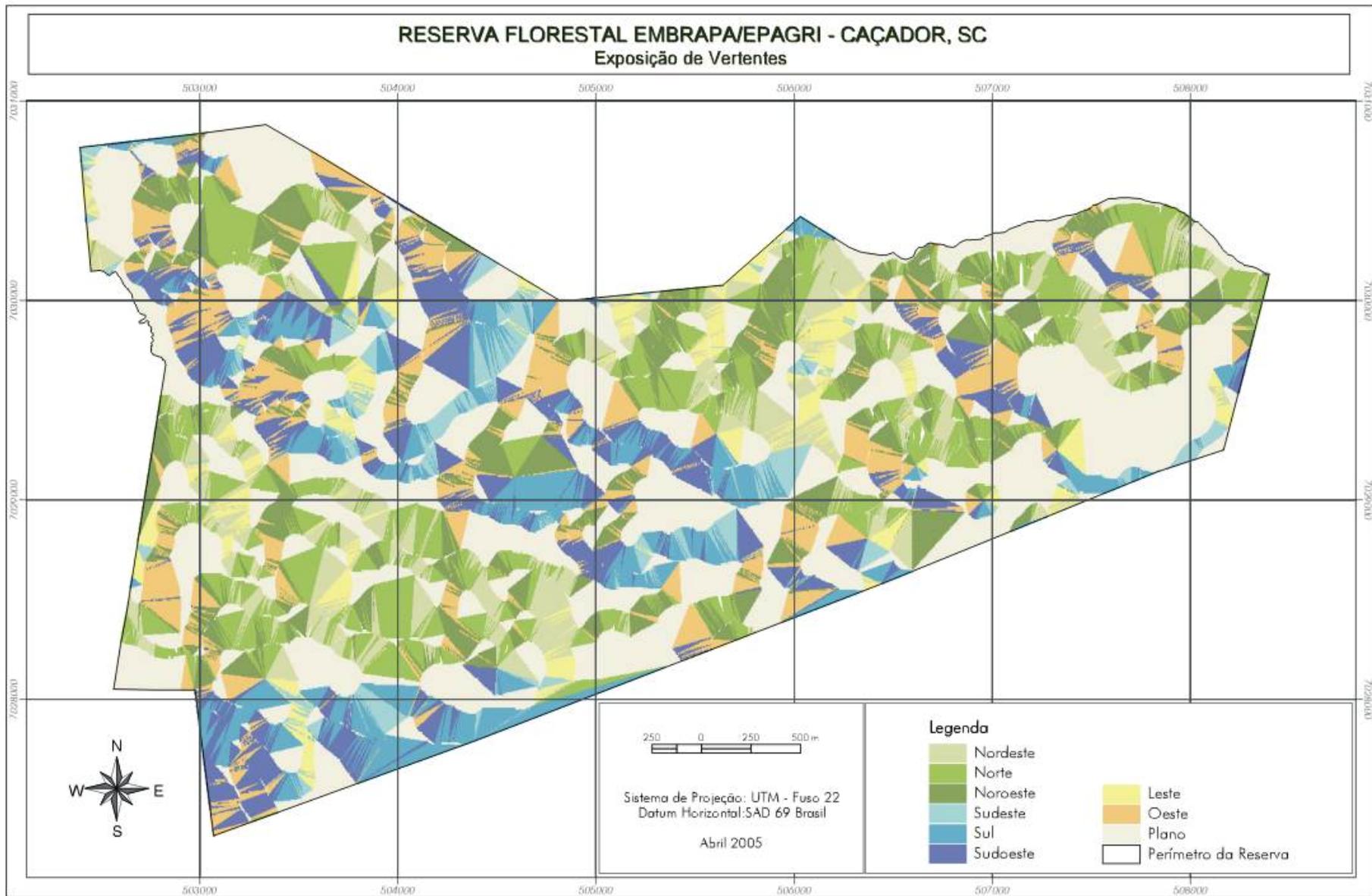
As cartas de exposição ou orientação de vertentes são representações temáticas que contribuem para a delimitação da finalidade da área, de acordo com sua posição geográfica (Norte, Sul, Leste, Oeste). No caso da RFEE, podem ser úteis na delimitação das áreas com maior ou menor insolação e na interpretação de sua influência na vegetação.

Verificou-se (Tabela 7) que a face noroeste seguida da face oeste foram as que apresentaram maiores percentuais de exposição quando se levou em consideração o relevo. Entretanto, houve um predomínio significativo de áreas em que a exposição foi total, seja qual for a sua face, ou seja, áreas que não recebem nenhuma forma de impedimento físico que dificulte a iluminação solar (Mapa 5).

TABELA 7 – QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS POR FACE DE EXPOSIÇÃO DA RFEE

FACE	ÁREA (ha)	%
Plana	433,61	36,30
Norte	92,16	7,72
Nordeste	92,12	7,71
Leste	120,88	10,12
Sudeste	51,31	4,30
Sul	47,27	3,96
Sudoeste	99,12	8,30
Oeste	123,56	10,34
Noroeste	134,45	11,26
TOTAL	1.194,48	100,00

MAPA 5 - EXPOSIÇÃO DE VERTENTES DA RFEE



4.7 USO DO SOLO NA RFEE

Informações sobre a cobertura do solo são fundamentais para o planejamento de ações de conservação ou manejo, em áreas protegidas. A classificação do uso do solo adotada no presente trabalho foi descrita por DLUGOSZ (2005). Para a efetivação do trabalho, o autor valeu-se de interpretação visual em imagem Ikonos de quatro metros de resolução espacial recente, com reambulação para aferição das classes. Desta forma, os procedimentos adotados permitiram a identificação das seguintes classes:

- a) Cultura: áreas destinadas a cultivo temporário de espécies como o milho, soja, trigo e aveia, bem como experimentação e produção de frutíferas perenes como a pêra. São áreas gerenciadas pela equipe da Estação Experimental da Epagri (Fig. 10).

FIGURA 10 - CLASSE "CULTURA" NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ (2005)

- b) Taquaras: classe de vegetação caracterizada por apresentar indivíduos com hábitos bastante agressivos e de rápido crescimento (gênero *Merostachys*) e que ocorrem com maior intensidade em áreas com histórico de intervenção antrópica anterior. São consideradas como empecilho à regeneração natural de outras espécies características da fitofisionomia FOM (Fig. 11).

FIGURA 11 - CLASSE "TAQUARAS" NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ et al. (2005)

- c) Vassourinha: vegetação arbustiva composta por regeneração de espécies pioneiras cuja predominância é de indivíduos do gênero *Baccharis*, de pequeno porte, indicativa do estágio inicial de sucessão (Fig. 12).

FIGURA 12 – CLASSE "VASSOURINHA" NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ (2005)

- d) Bracatinga/Canela-guaicá: classe característica de vegetação secundária em estágio sucessional inicial, caracterizado principalmente pela presença de indivíduos como a *Mimosa scabrella* (bracatinga) e a

Ocotea puberula (canela-guaicá), com altura de dossel entre 8 e 17 metros (Fig. 13).

FIGURA 13 - CLASSE "BRACATINGA/CANELA-GUAICÁ" NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ (2005)

e) Canelas: classe que apresenta a vegetação secundária em estágio sucessional médio, formada por espécies como a *Ocotea porosa* (imbuia) e outras espécies do gênero *Nectandra* (Fig. 14).

FIGURA 14 - CLASSE "CANELAS" NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ (2005)

f) Vassourão: vegetação secundária em estágio sucessional médio caracterizada por apresentar indivíduos com folhagem na cor cinza, bastante peculiar ao gênero *Piptocarpa* (Fig. 15).

FIGURA 15 - CLASSE “VASSOURÃO” NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ (2005)

- g) Predominância de Araucária: classe tipológica de vegetação secundária em estágio avançado de sucessão em que se observou denso agrupamento de indivíduos de *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-paraná) (Fig. 16).

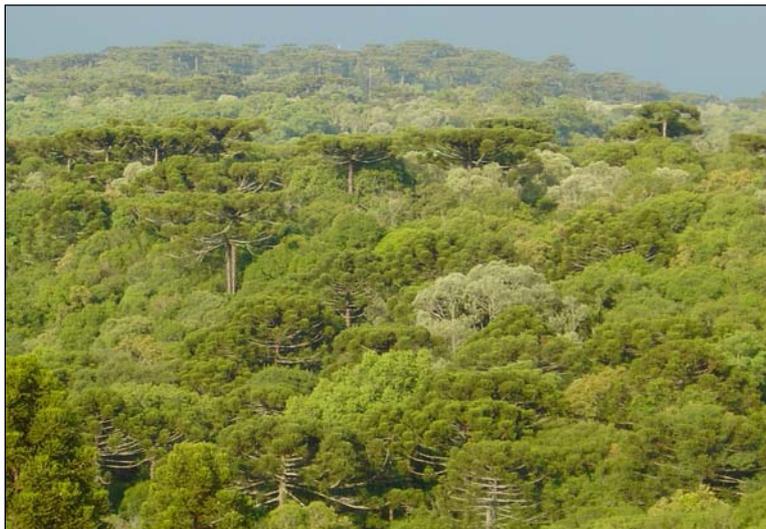
FIGURA 16 - CLASSE “PREDOMINÂNCIA DE ARAUCÁRIA” NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ (2005)

- h) Baixa densidade de Araucária: regiões de vegetação secundária em estágio avançado de sucessão com ocorrência esparsa de indivíduos de *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-paraná) (Fig. 17).

FIGURA 17 - CLASSE “BAIXA DENSIDADE DE ARAUCÁRIA” NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ (2005)

- i) Vegetação de solos úmidos: tipologia arbustiva com características próprias de vegetação que se desenvolve sobre solos com umidade elevada onde o afloramento do lençol freático e o nível de hidromorfismo não é extremo (Fig. 18).

FIGURA 18 - CLASSE “VEGETAÇÃO DE SOLOS ÚMIDOS” NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ (2005)

- j) Várzeas: caracterizada pela presença de vegetação com fisionomia herbácea e nível de hidromorfismo extremo causado pelo afloramento do lençol freático (Fig. 19).

FIGURA 19 - CLASSE “VÁRZEAS” NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ (2005)

- k) Solo exposto: área com ausência ou poucos espécimes de vegetação, localizada próximo ao açude de entrada da Reserva (Fig. 20).

FIGURA 20 - CLASSE “SOLO EXPOSTO” NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ (2005)

- l) Estradas: vias de acesso ao interior da RFEE (Fig. 21).

FIGURA 21 – CLASSE “ESTRADAS” NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ (2005)

- m) Açudes: reservatórios d'água, sendo um deles utilizado para reprodução de peixes (Fig. 22).

FIGURA 22 - CLASSE “AÇUDES” NO USO DO SOLO DA RFEE



FONTE: DLUGOSZ (2005)

A metodologia adotada por DLUGOSZ (2005) representa um refinamento no que se refere à classificação da vegetação da Reserva, uma vez que DA CROCE

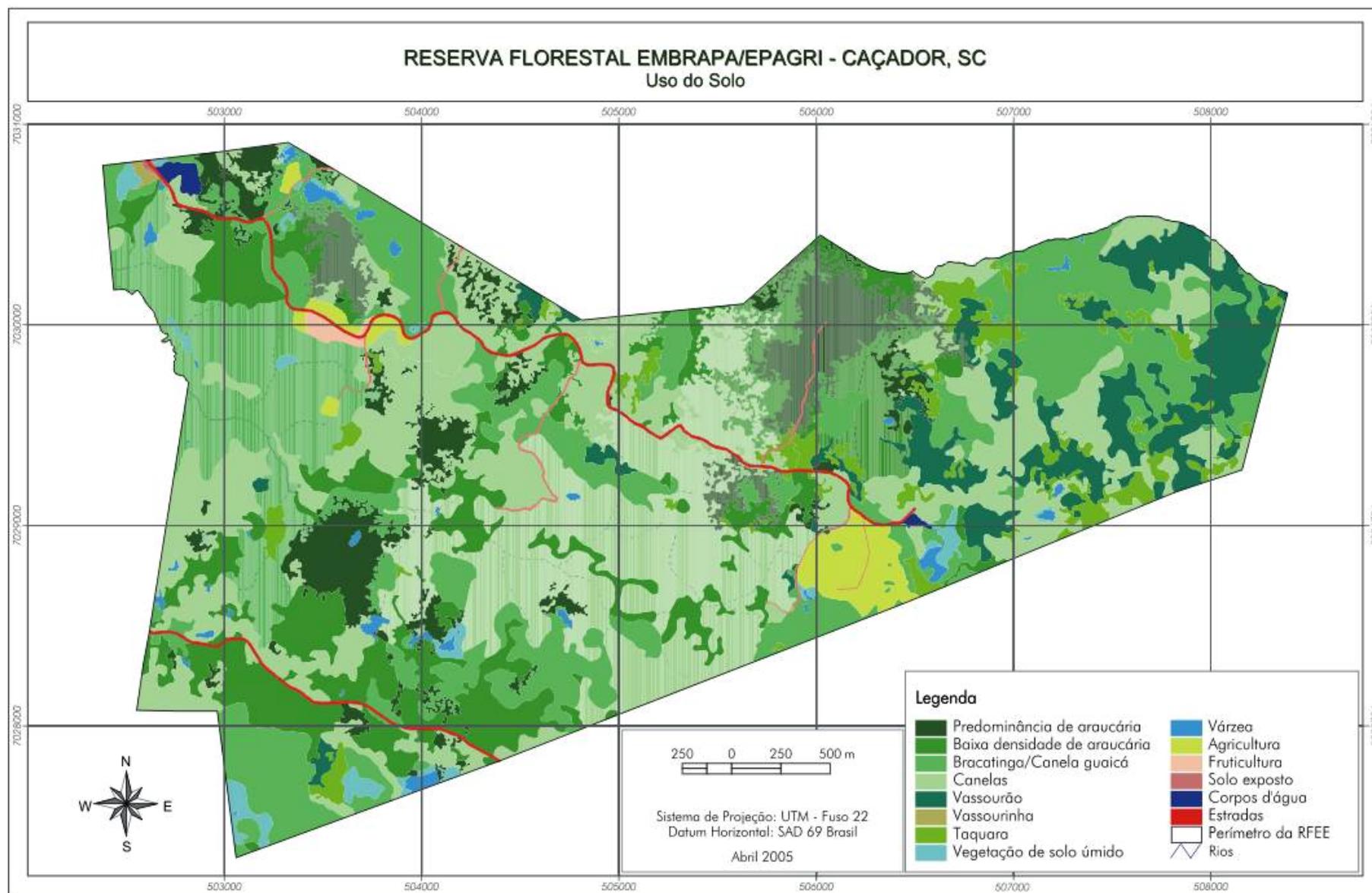
(1991), em seu trabalho para a área da mesma RFEE, utilizou o método de restituição aerofotogramétrica e obteve uma classificação da vegetação resultando em apenas duas tipologias, uma com predominância de araucária e a outra com predominância de outras espécies nativas. Observa-se que a atual classificação acusou o predomínio da classe denominada “Canelas”, com maior cobertura de área, ocupando 386,227 ha, correspondendo a 32,33% da área da RFEE. Dessa forma, percebe-se que a cobertura vegetal está em recuperação, após exploração seletiva dos indivíduos de maior dimensão e melhor forma — das espécies consideradas comerciais — no período que abrangeu desde o início do século XX até o final da década de 40, quando o poder público desapropriou a área, destinando-a à conservação.

Com base na classificação das tipologias gerada por DLUGOSZ (2005) elaborou-se um mapa (Mapa 6) ao qual se acrescentou a classe “Estrada”, alterando-se, portanto a área das demais classes consideradas por aquele autor, conforme mostra a Tabela 8.

TABELA 8 - QUANTIFICAÇÃO DAS CLASSES TIPOLÓGICAS MAPEADAS

TIPOLOGIA	TOPONÍMIA	Nº. POLÍGONOS	ÁREA (ha)	%
Baixa densidade de Araucária	BDA	64	183,913	15,40
Bracatinga/Canela Guaicá	BCG	50	201,164	16,84
Canelas	CAN	80	386,227	32,33
Cultura	C	9	26,748	2,24
Estradas	E	9	9,691	0,81
Lagos	L	2	2,952	0,25
Predominância de Araucária	PA	71	110,873	9,28
Solo exposto	SE	2	0,335	0,03
Taquaras	T	75	45,646	3,82
Várzeas	V	40	11,140	0,93
Vassourão	VO	30	84,158	7,05
Vassourinha	VA	9	117,209	9,81
Vegetação de solos úmidos	VSU	19	14,431	1,21
TOTAL	-	460	1194,487	100,00

MAPA 6 -USO DO SOLO DA RFEE



4.8 MAPEAMENTO DAS RESTRIÇÕES LEGAIS DE USO (RLU) NA RFEE

Para o Estado de Santa Catarina, a FATMA – Fundação do Meio Ambiente, é o órgão ambiental que tem como missão maior garantir a preservação dos recursos naturais do Estado. Assim, os procedimentos adotados no mapeamento das restrições legais de uso (APP e RL), que são descritos abaixo, seguiram as normas estabelecidas pela legislação competente.

4.8.1 Áreas de Preservação Permanente (APP)

De acordo com os parâmetros e limites estabelecidos pelo CONAMA (2002), foram gerados *buffers* ao longo dos cursos d'água e ao redor de nascentes, várzeas e outros corpos d'água. Com o uso das ferramentas disponíveis no *software* ArcView 3.2, chegou-se aos seguintes resultados: a APP existente para a RFEE corresponde a 295,962 ha, representando 24,77% da área total da Reserva, enquanto que a APP a restaurar é igual a 5,022 ha. A RFEE possui pouca APP a restaurar em virtude de ser uma área protegida.

4.8.2 Reserva Legal (RL)

Em Santa Catarina, a averbação da Reserva Legal (RL) do imóvel rural é regulamentada pela Instrução Normativa (IN) 15 junto a FATMA e estabelece que o proprietário deve encaminhar a documentação e seguir os seguintes procedimentos: a) requerimento com endereço completo, e justificativa do pedido; b) certidão atualizada do Registro de Imóveis (180 dias); c) planta topográfica do imóvel com locação da Reserva Legal em UTM ou Coordenada Geográfica, informando o DATUM de origem; d) requerimento para averbação da Reserva Legal no Cartório de Registro de Imóveis, em 03 (três) vias, sendo que uma ficará anexada ao processo da FATMA, conforme modelo; f) anotação de Responsabilidade Técnica –

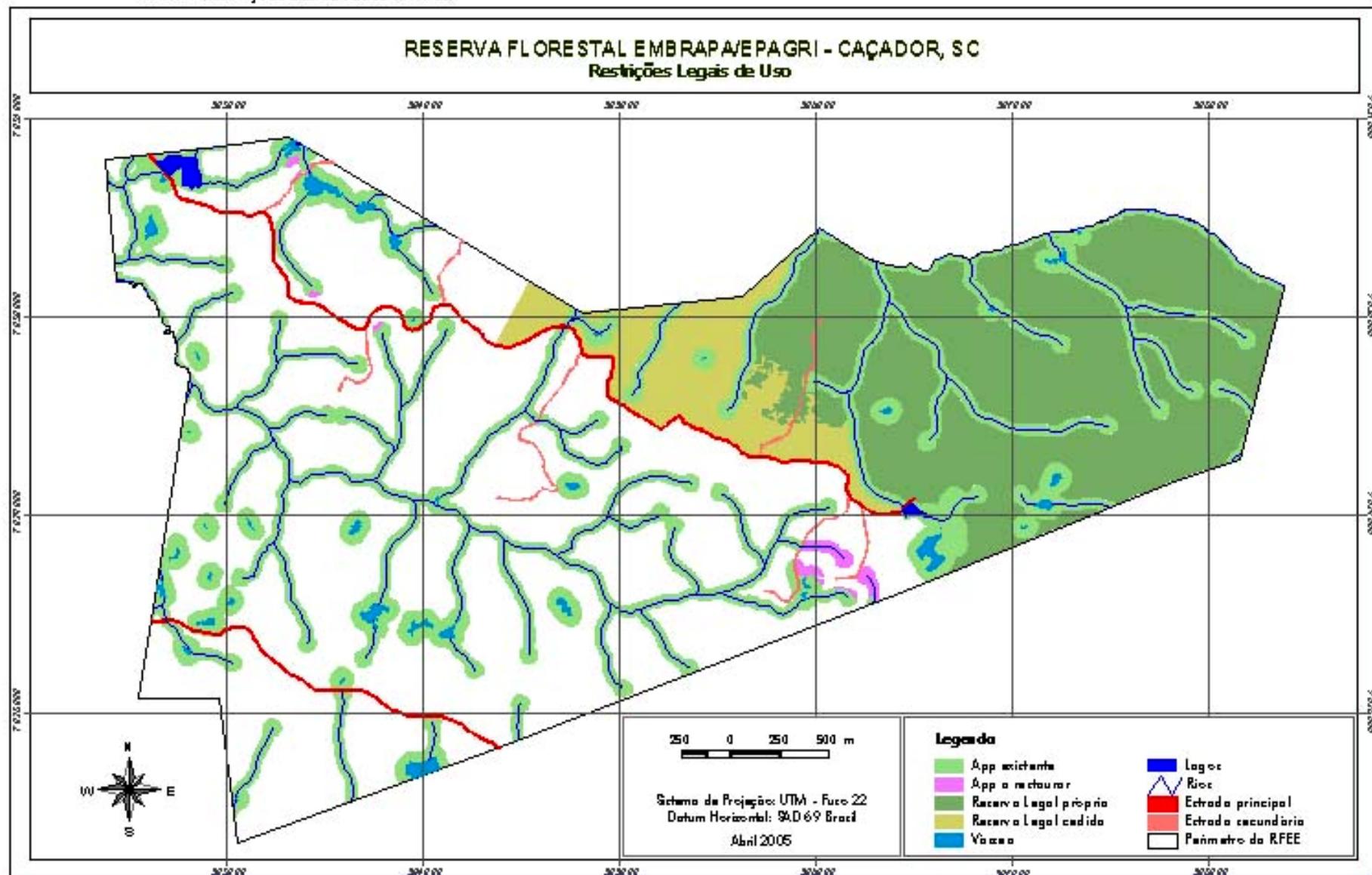
ART do responsável técnico pelo projeto; g) encaminhamento, no prazo máximo de 30 (trinta) dias, a contar da averbação definitiva, cópia da Certidão de Registro de Imóveis; h) recolhimento dos valores de análise, conforme tabela da FATMA.

Para a obtenção da área de RL, subtraiu-se da vegetação nativa a APP existente, e calculou-se a área correspondente à RL própria, a qual perfaz um total de 248,037 ha –que correspondem a 21,43% da área do imóvel – constituindo-se, portanto, em área maior que a quantidade mínima exigida pela legislação (Medida Provisória 2166-67 de 21 de agosto de 2001), que estabelece um mínimo de 20% para propriedades com área total superior a 30 ha.

Como a RFEE possui um excedente de vegetação nativa e a legislação permite ceder parte ou a totalidade dessa área para compor, a título de compensação, a RL de outro imóvel, e como a Estação Experimental da Epagri não possui área suficiente para cumprir os requisitos legais, a Reserva cederá de forma estratégica 61,946 ha, constituindo a RL cedida.

O mapa final de restrições legais de uso da RFEE pode ser visualizado no Mapa 7 e os documentos referentes ao processo que conduziu à averbação da RL da RFEE encontram-se no ANEXO 1.

MAPA 7 - RESTRIÇÕES LEGAIS DE USO DA RFEE



4.9 MONITORAMENTO DA DINÂMICA DE CRESCIMENTO FLORESTAL

O processo de recuperação e reorganização das nove unidades amostrais possibilitou a retomada dos estudos referentes à dinâmica de crescimento florestal na RFEE. Entretanto, devido à indisponibilidade das fichas de campo originais, não será possível no momento, realizar nenhum estudo temporal sobre a evolução da floresta nos últimos anos.

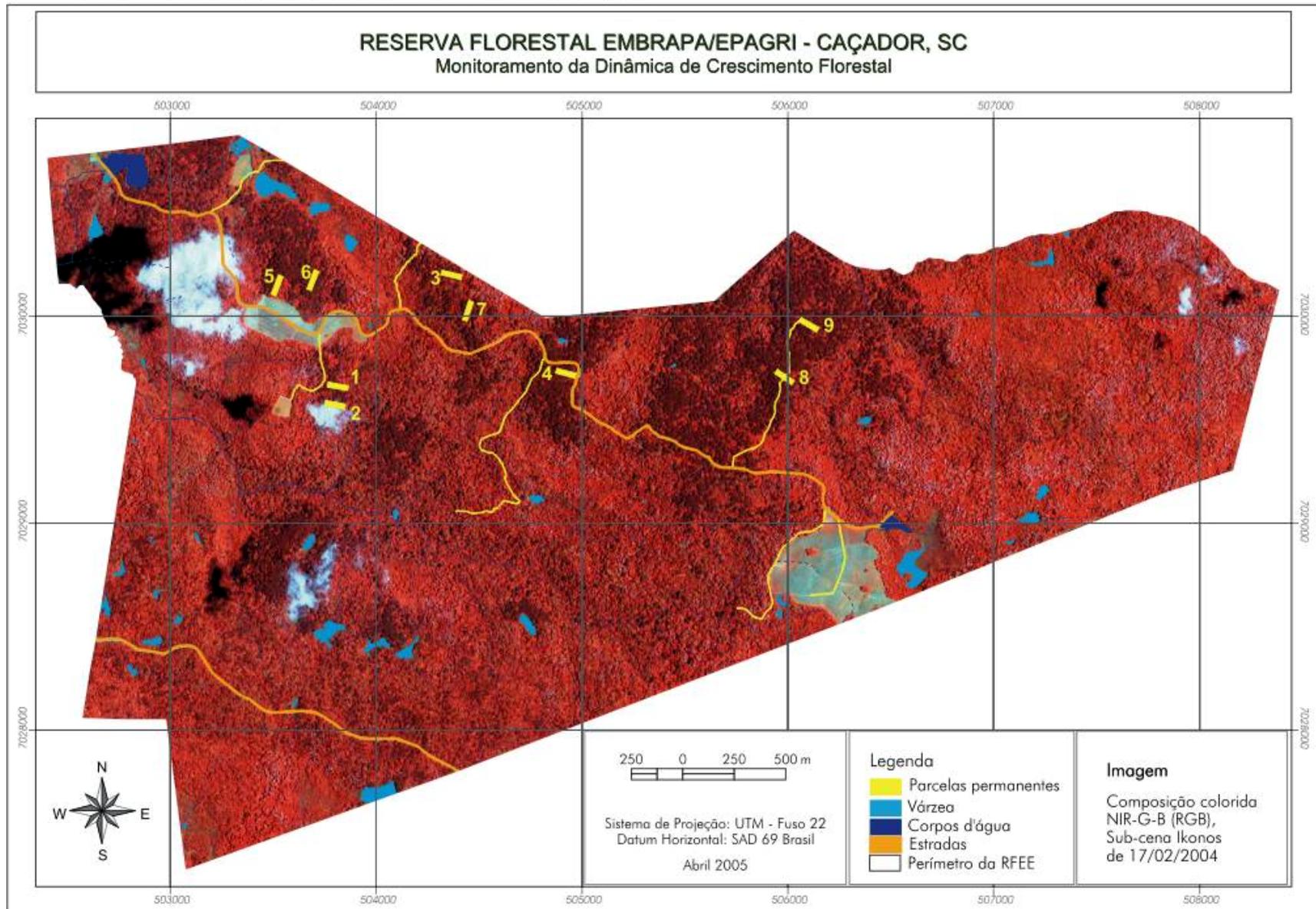
Os dados obtidos na medição das nove unidades amostrais foram organizados em “fichas de metadados” e compõem, de forma resumida, o banco de dados do SIG da RFEE, podendo ser visualizados na Tabela 9, enquanto que o mapa com a distribuição espacial das parcelas permanentes pode ser visualizado no Mapa 8.

TABELA 9 – DADOS DENDROMÉTRICOS DA PARCELAS PERMANENTES DA RFEE

VAR.	PARCELAS								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
A	43	55	67	51	70	62	47	63	39
B	15	18	17	20	15	14	14	15	12
C	63,4-462,0	63,6-388,9	62,5-377,5	62,5-369,3	62,5-415,8	63,0-389,3	63,4-359,0	62,9-311,0	68,6-369,8
D	2,0-28,0	4,0-25,0	2,0-24,0	1,5-22,0	2,5-30,0	3,0-27,0	5,0-26,0	3,7-25,0	3,5-26,0
E	179,21	128,32	124,90	141,59	144,06	143,44	148,02	142,43	147,65
F	13,61	9,47	8,35	10,91	12,52	13,28	11,98	12,79	15,21
G	Araucária	Camboatá	Imbuia	Araucária	Araucária	Araucária	Araucária	Araucária/ Imbuia	Araucária
H	15	14	17	18	21	24	13	20/20	21
I	33,33	25,45	25,37	35,29	30,0	38,71	27,66	63,49	53,85

A) N° DE INDIVÍDUOS; B) N DE ESPÉCIES; C) AMPLITUDE CAP (cm); D) AMPLITUDE H_{COM} (m); E) CAP MÉDIO (m); F) H_{COM} MÉDIO (m); G) ESPÉCIE PREDOMINANTE; H) ABUNDÂNCIA DA ESPÉCIE PREDOMINANTE; I) PERCENTUAL DE ABUNDÂNCIA (%)

MAPA 8 - MONITORAMENTO DA DINÂMICA DE CRESCIMENTO FLORESTAL DA RFEE



4.10 CARACTERIZAÇÃO DO ENTORNO DA RFEE USANDO ECOLOGIA DA PAISAGEM

Conforme mencionado anteriormente, a abordagem para análise do entorno da Reserva baseou-se em preceitos da Ecologia da Paisagem, cujos detalhes podem ser visualizados em KURASZ et al. (2005).

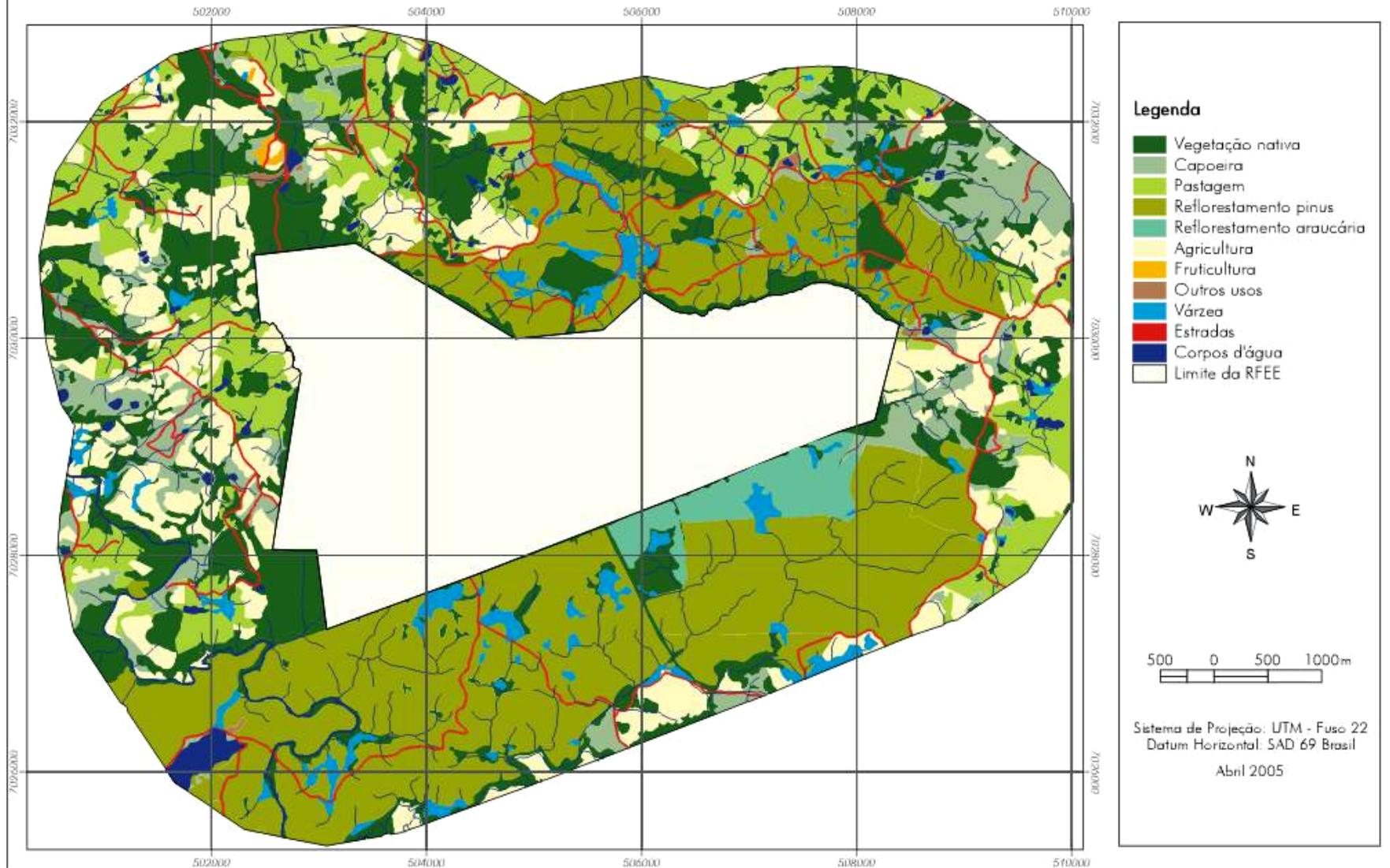
A interpretação visual da imagem Ikonos resultou em um mapa temático (Mapa 9) que reflete a forma e as relações topológicas das unidades utilizadas na análise da ecologia da paisagem, representadas por polígonos e seus atributos. A metodologia de mapeamento permitiu o delineamento de unidades de paisagem com detalhamento equivalente à escala de 1:6.000. Para esse trabalho não foi realizado o cálculo da acurácia da interpretação, uma vez que a poligonização e verificação das classes foram realizadas *in loco*, em paralelo às viagens de reconhecimento e coleta de dados na área de interesse (RFEE).

O uso do solo predominante no entorno da RFEE é representado pelos reflorestamentos, totalizando 37,54% de sua área (*buffer* de 2 km), seguidos de vegetação nativa (21,47%), conforme mostra a Tabela 10.

TABELA 10 – USO DO SOLO NO ENTORNO DA RFEE

CLASSES	ÁREA (ha)	%	NÚMERO DE POLÍGONOS
Reflorestamentos	1.666,19	37,54	47
Vegetação nativa	953,01	21,47	256
Agricultura	620,27	13,97	128
Pastagem	625,21	14,09	66
Capoeiras	329,51	7,42	84
Várzeas	141,68	3,19	109
Corpos d'água	51,80	1,17	63
Outros	9,38	0,21	11
Fruticultura	4,26	0,10	3
Estradas	37,15	0,84	11
TOTAL	4.438,46	100,00	778

ENTORNO DA RESERVA FLORESTAL EMBRAPA/EPAGRI - CAÇADOR, SC Uso do Solo



Como os reflorestamentos são os maiores confrontantes da RFEE, ocupando 30,68% do seu perímetro ao sul (~5290,85 m) com *Pinus* sp. e *Araucaria angustifolia*, e 29,53% ao norte (~5093,30 m) com *Pinus* sp, tais plantações florestais podem garantir o baixo fluxo de pessoas e caçadores circulando livremente pela área, uma vez que essas propriedades são particulares e possuem serviços de vigilância e segurança. Por outro lado, como são extensas áreas ocupadas por espécies exóticas que se adaptam facilmente às condições locais, é necessário o monitoramento e o controle de sua expansão através do Manejo Florestal. As atividades de reflorestamento atenuam o efeito de borda em fragmentos florestais, diminuindo o risco de incêndios florestais, pois os proprietários adotam práticas de prevenção e combate (VIANA e PINHEIRO,1998), normalmente ausente na maior parte das propriedades agropecuárias que não possuem reflorestamentos. Os reflorestamentos como zona tampão podem, portanto, representar um grande benefício para a conservação de fragmentos florestais nativos, fato também constatado por VIANA e PINHEIRO (1998). Cerca de 44,21% do perímetro sul da RFEE está ocupado com plantios de *Araucaria angustifolia* em estágio avançado de desenvolvimento, o que representa um ponto positivo para sua conexão com a RFEE, já que se trata de espécie nativa com sub-bosque estabelecido. Assim, pode-se considerá-los uma extensão de sua área, favorecendo a manutenção e circulação da fauna existente.

A análise da distribuição de classes de tamanho de fragmentos é útil para a definição de estratégias para a conservação da biodiversidade. A classe “vegetação nativa” apresentou o maior número de fragmentos na área estudada (256), sendo que, destes, apenas 46 (17,97%) possuem área maior que 5 ha (Mapa 10). VIANA e PINHEIRO (1998) mapearam fragmentos com área mínima de 4 ha. O presente trabalho, entretanto, considerou fragmentos com área maior ou igual a 5 ha, concordando com DITT (2002), segundo o qual, áreas menores são mais susceptíveis a erros de interpretação de

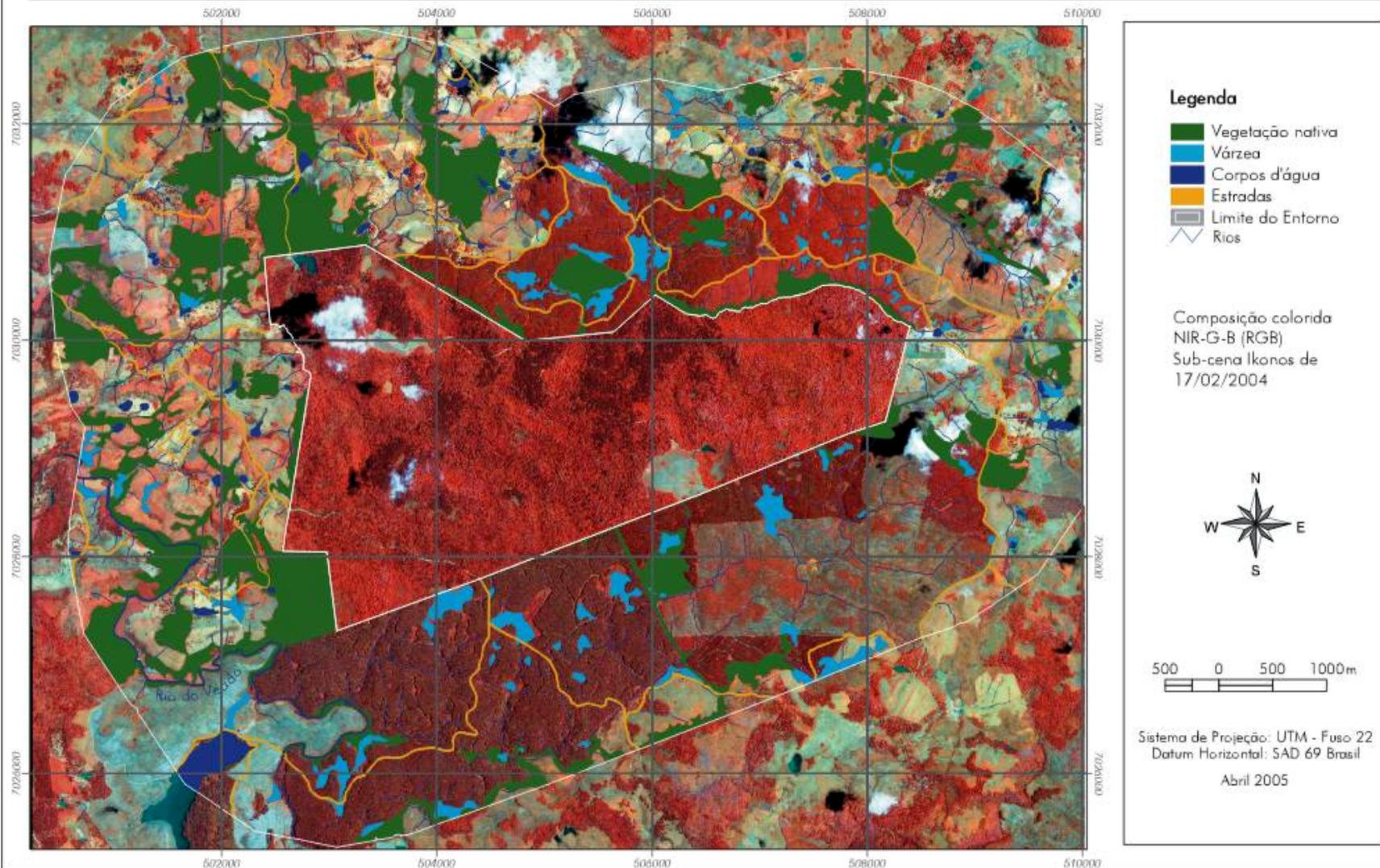
imagem. Na Tabela 11 são apresentados os resultados obtidos utilizando-se a ferramenta *Patch Analyst* do ArcView 3.2.

TABELA 11 – MÉTRICAS DE PAISAGEM PARA OS FRAGMENTOS FLORESTAIS DO ENTORNO

MÉTRICAS AVALIADAS	VALORES ENCONTRADOS
Somatório total da área dos 46 fragmentos com área > 5 ha	762,31 ha
Área total da paisagem (<i>buffer</i> de 2 km ao redor da Reserva)	4.438,46 ha
Percentual da paisagem coberta por fragmentos florestais nativos	17,18%
Densidade dos 46 fragmentos com área > 5 ha	1,04 / 100 ha
Tamanho médio dos 46 fragmentos com área > 5 ha	16,57 ha
Coefficiente de variação do tamanho dos 46 fragmentos com área > 5 ha	±78,14%
Desvio padrão do tamanho dos 46 fragmentos com área > 5 ha	±12,95 ha
Número de fragmentos com área de habitat interior	14
Somatória total dos 14 fragmentos com área de habitat interior	176,89 ha
Percentual da área de habitat interior dos 14 fragmentos	23,20%
Densidade considerando área de habitat interior dos 14 fragmentos	0,32 / 100 ha

O percentual de área coberta pelos 46 fragmentos (com área > 5 ha) estudados foi de 17,18%, o que indicou a ocorrência (densidade) de 1,04 fragmentos de 16,57 ha de tamanho médio a cada 100 ha. O desvio padrão e o coeficiente de variação do tamanho dos 46 fragmentos com área > 5 ha foram ±12,95 ha e ±78,14%, respectivamente, o que expressa a existência de uma grande dispersão dos valores observados (área dos fragmentos) em relação à média, já que 80% dos fragmentos apresentaram área inferior a 5 ha.

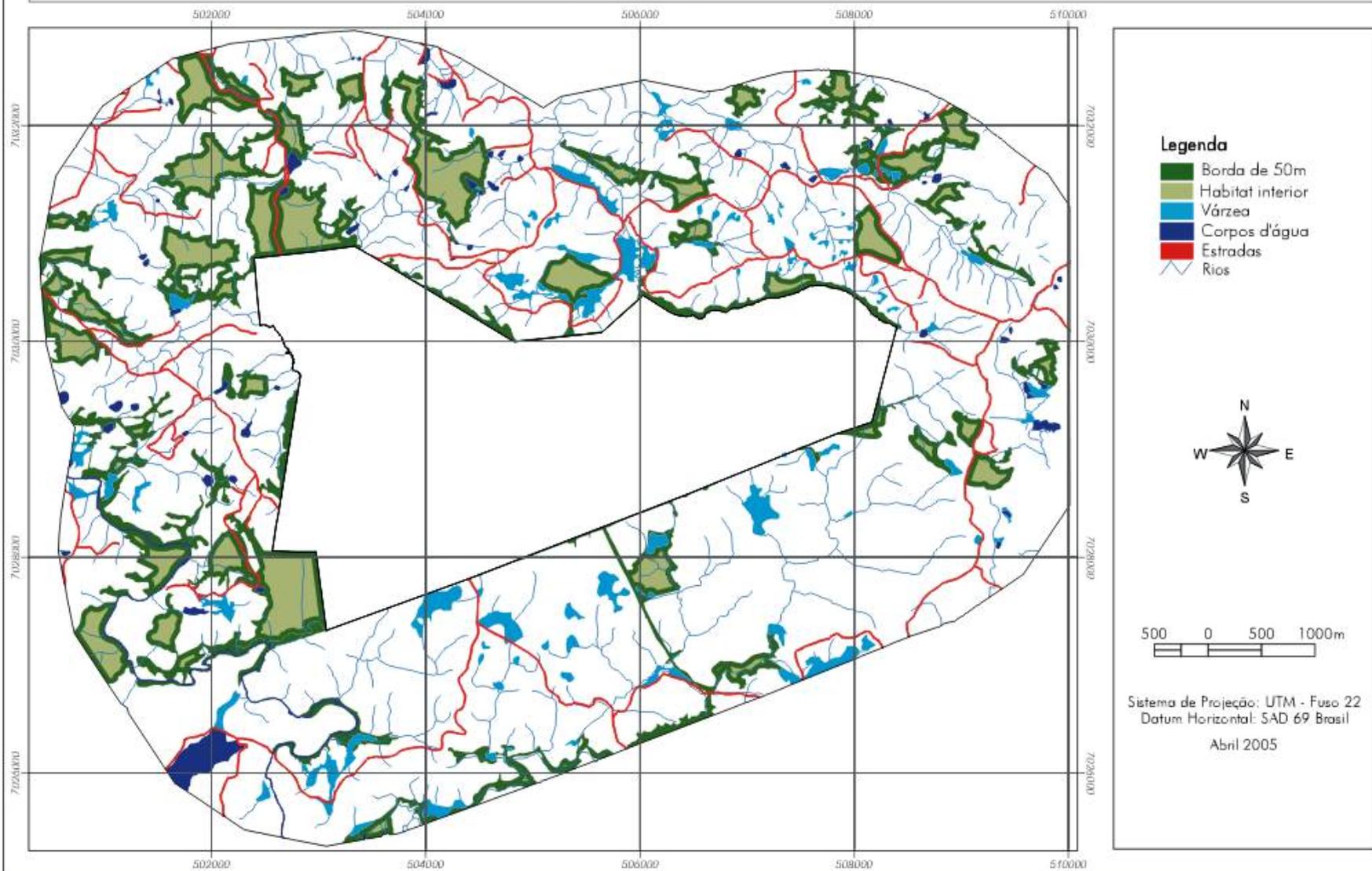
ENTORNO DA RESERVA FLORESTAL EMBRAPA/EPAGRI - CAÇADOR, SC Fragmentos no Entorno



O valor do índice de circularidade ou fator de forma é a relação entre a área de um fragmento e seu perímetro é um parâmetro útil para a análise da vulnerabilidade dos fragmentos a perturbações, já que fornece indicativos sobre o efeito de borda (VIANA e PEREIRA, 1998). Para os 46 fragmentos considerados, tal índice indicou que 15,22% dos fragmentos apresentaram forma alongada ou irregular ($0,8 > \text{índice/fator} < 0,6$), enquanto 84,78% dos fragmentos apresentaram forma alongada bastante irregular ($\text{índice/fator} \leq 0,6$), forma esta que se distancia bastante do círculo. Provavelmente são unidades com maiores probabilidades de sofrer as conseqüências negativas do efeito de borda, com área de habitat interior (área muitas vezes denominada de “core”, onde há menos influência da vizinhança e ações externas) minimizada.

Com o objetivo de se investigar qual o efeito espacial da redução no tamanho dos fragmentos no contexto da paisagem local e para caracterizar melhor a análise, exercitou-se um cenário temporal bastante provável, considerando um efeito de borda que reduziria, ao longo de um futuro próximo, o tamanho de fragmentos numa razão de 50 metros a partir de sua borda. Com esta abordagem preditiva, verificou-se que apenas 31,11% dos fragmentos manteriam área de habitat interior, ou seja, haverá uma redução de 762,31 ha para 176,89 ha, o que equivale a 23,20% da área original dos fragmentos com mais de 5 ha. Assim, em função de uma possível ação antrópica, a diminuição no número de fragmentos existentes na área estudada poderá ser acentuada no médio/longo prazo, já que a redução seria de 46 para 14 fragmentos, ou seja, de uma densidade de 1,04 fragmentos (situação atual) para 0,32 a cada 100 hectares (hipótese analisada). Tal situação também poderá estar associada ao baixo índice de circularidade da maioria dos fragmentos e às pequenas dimensões das ilhas ecológicas, o que poderá não garantir a sua permanência na área (Mapa 11).

ENTORNO DA RESERVA FLORESTAL EMBRAPA/EPAGRI - CAÇADOR, SC
Simulação de Efeito de Borda



4.11 ZONEAMENTO AMBIENTAL

A proposta de zoneamento ambiental da RFEE dividiu a área em duas partes, que são descritas a seguir.

4.11.1 RPPN

A Reserva Florestal Embrapa/Epagri está enquadrada, oficialmente, como propriedade particular. Pretende-se, em futuro próximo, converter parte da área em RPPN dada a sua vocação natural como um dos poucos fragmentos com vegetação em estágios sucessionais mais avançados em toda a região de ocorrência da Floresta com Araucária. Em função disso, o presente trabalho adotou a postura de conduzir as investigações de maneira que sua metodologia seja compatível com o que determina o “Modelo Metodológico para elaboração de Planos de Manejo para RPPNs”. Tal documento — orientador sobre os procedimentos a serem adotados para a criação de RPPNs — foi recentemente relançado e seu texto utilizado para o planejamento do zoneamento da RFEE.

Entendendo-se que a RPPN consiste em área de domínio privado a ser especialmente protegida, por ser considerada de relevante importância pela sua biodiversidade, por seu aspecto paisagístico, ou ainda por suas características – que justifiquem ações de recuperação – optou-se por alocá-la na porção sudoeste da RFEE, que é a que apresenta maior beleza cênica e menor ação antrópica. Na parte nordeste foi alocada a RL (própria e cedida) onde estão previstas futuras ações de pesquisa em manejo florestal.

A RPPN limita-se, ao Norte, com a estrada principal da RFEE, pretendendo-se, com isto, facilitar a alocação de limites e divisas quando de sua efetiva implantação. A área total alocada para a RPPN é igual a 675,45 ha, o que corresponde a 56,55% da área total da RFEE.

Continuando na linha da produção de um instrumento que contribua para a criação de RPPN no local da Reserva Embrapa/Epagri, o indicado seria, então,

considerar-se a classificação adotada para aquela categoria de UC. Desta forma, o estudo que levou à proposição do zoneamento ora apresentado, segue o roteiro metodológico proposto pelo MMA (2004). A definição das zonas consideradas no presente trabalho são, desta forma, as seguintes:

- a) **Zona de Proteção** – aquela que contém áreas com maior grau de integridade, portanto, menos alteradas. Destina-se essencialmente à conservação da biodiversidade, onde pode ocorrer pesquisa, fiscalização e formas de visitação de baixo impacto. Deverá localizar-se preferencialmente em áreas mais centrais e contar com características excepcionais como espécies raras, espécies ameaçadas de extinção, locais com maior fragilidade ambiental, manchas de vegetação única, topo de elevações e outras. Foi indicada uma área – localizada no Arroio do Cará – que atende às especificações acima. Possui 29,301 ha (4,34% dos 675,45 ha destinados à RPPN) e é composta por vegetação secundária em estágio sucessional avançado, onde há o predomínio de *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-paraná), e que apresenta-se menos alterada antropicamente.

- b) **Zona de Visitação** – é aquela constituída de áreas naturais, permitindo alguma forma de alteração humana. Destina-se à conservação e às atividades de visitação. Deve conter potencialidades, atrativos e outros atributos que justifiquem a visitação. As atividades abrangem educação ambiental, conscientização ambiental, turismo científico, ecoturismo, recreação, interpretação, lazer e outros. Essa zona permite a instalação de infra-estrutura, equipamentos e facilidades, trilhas, painéis, mirantes, trilhas suspensas, para as quais devem-se adotar alternativas e tecnologias de baixo impacto ambiental. Na RFEE estão presentes: a maior *Cedrela fissilis* (cedro) com 7,40 m de CAP de que se tem notícia ainda em pé (Fig. 23), alguns dos maiores exemplares de *Araucaria*

angustifolia (pinheiro-do-paraná), sendo que um deles possui 6,90 m de CAP (Fig. 24), *Ocotea porosa* (imbuia) com 5,90 m de CAP (Fig. 25) e espécies associadas, como um espécime de *Ilex paraguariensis* (erva-mate) e um de *Ocotea puberula* (canela-guaicá), além de uma pequena cascata que, mesmo em período de estiagem, consegue manter o fluxo de água límpida e cristalina (Fig. 26). Assim, delimitaram-se três áreas perfazendo um total de 21,950 ha, equivalentes a 3,25% da área destinada à alocação da RPPN, com previsão de alocação de trilhas e roteiros que permitam visitação controlada. Na mesma região, segundo THOMÉ (1995), foram localizados sítios-habita es, que são escava es subterrâneas e que serviam de abrigo para indivíduos da tradi o Taquara, sendo identificadas atualmente por depressões circulares, côncavas, em m dia com quatro metros de diâmetro e dois metros de profundidade. A Figura 27 permite observar a reconstitu o de uma casa subterrânea utilizada por primitivos da tradi o Taquara e seu aspecto atual;

FIGURA 23 – ESPÉCIME DE *Cedrela fissilis* COM 7,40m DE CAP



FIGURA 24– ESPÉCIME DE *Araucaria angustifolia* COM 6,90m DE CAP



FIGURA 25 – ESPÉCIME DE *Ocotea porosa* COM 5,90m DE CAP



FIGURA 26 – CASCATA DA RFEE

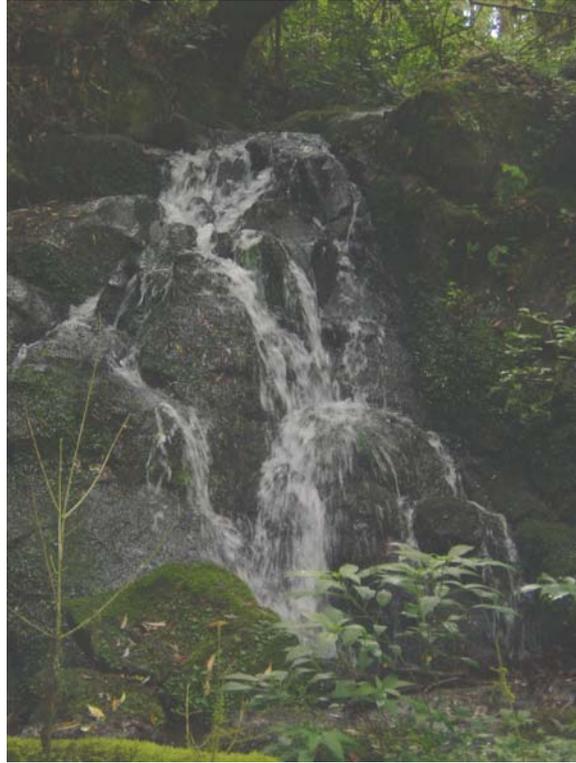
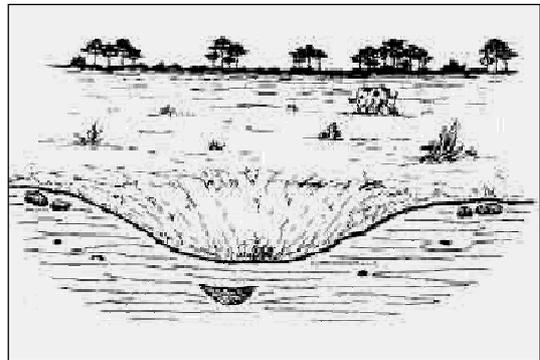
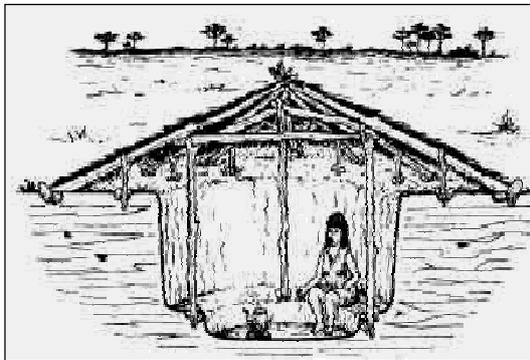


FIGURA 27 – CASA SUBTERRÂNEA DA TRADIÇÃO TAQUARA

(A) RECONSTITUIÇÃO

(B) ASPECTO ATUAL



- c) **Zona de Transição** – corresponde a uma faixa ao longo do perímetro da UC, no seu interior, cuja função básica é servir de filtro (faixa de proteção), que possa absorver impactos provenientes da área externa e que poderiam resultar em prejuízo aos recursos da UC. Segundo a literatura, as mudanças micro-climáticas mensuráveis numa paisagem estão geralmente limitadas a uma zona de 15 a 60 metros, sendo que

para alguns fenômenos físicos, a penetração máxima é de 100 metros. Contudo, distúrbios causados pelo vento podem influenciar 200 a 500 metros de borda. Desta forma, optou-se por utilizar uma faixa de 100 metros de largura como zona de transição, entendendo-se ser suficiente para o estabelecimento da integridade na área. Esta zona perfaz um total de 125,967 ha, equivalentes a 18,65% da área total da RPPN.

- d) **Zona de Recuperação** – a recuperação poderá ser natural ou dirigida, conduzida a partir de pesquisas e estudos orientadores. Essa zona permite visitação, desde que as atividades não comprometam a sua recuperação. Ela é uma zona transitória, pois, uma vez recuperada, deve ser reclassificada para uma das zonas permanentes. Atualmente essa área é utilizada na produção agrícola e sua recuperação poderá necessitar ou não de intervenções silviculturais para que possa acontecer com maior rapidez, uma vez que – devido ao constante revolvimento do solo para facilitar a produção agrícola – os propágulos ficam soterrados inviabilizando a sua germinação. Ocupa apenas 1,040 ha equivalentes a 0,15% da área da RPPN. Observa-se, assim, que se trata de área relativamente pequena, fazendo com que a evolução do processo de recuperação seja acompanhada com maior facilidade.
- e) **Zona de Pesquisa da RPPN** - área onde tenha ocorrido intervenção antrópica, contendo espécies da flora e da fauna ou fenômenos naturais de grande valor científico. Com o objetivo de conservar o ambiente natural e, ao mesmo tempo, facilitar as atividades de pesquisa científica em manejo florestal, essa zona ocupa 497,188 ha, equivalente a 73,61% do total proposto, e absorve as áreas que não foram classificadas em nenhuma zona anteriormente descrita na proposta atual da RPPN.

De forma a permitir um melhor entendimento do zoneamento proposto, a Tabela 12 permite visualizar os percentuais correspondentes a cada zona em relação a área destinada à alocação da RPPN e à RFEE; o mapa temático contendo a alocação das zonas descritas acima pode ser visualizado no mapa 12.

TABELA 12 – PERCENTUAIS DAS ZONAS NA RPPN E RFEE

ZONA	AREA (ha)	% (RPPN)	% (RFEE)
RECUPERAÇÃO	1,040	0,15	0,09
PROTEÇÃO	29,301	4,34	2,45
PESQUISA DA RPPN	497,188	73,61	41,62
TRANSIÇÃO	125,967	18,65	10,55
VISITAÇÃO	21,950	3,25	1,84
TOTAL	675,445	100,00	56,55

4.11.2 Área da Reserva externa à RPPN

Como a conversão em RPPN ocupará apenas 56,55% dos 1194,48 ha que possui a RFEE, os 519,03 ha (43,45%) restantes ficariam desprovidos de cuidados especiais. Assim, com o objetivo de apresentar o zoneamento na RFEE como um todo, na porção contígua à RPPN – doravante denominada apenas **RESERVA** – foram estabelecidas e definidas as seguintes zonas:

- a) **Zona de Reserva Legal Própria** – essa zona possui 332,254 ha e corresponde a 64,02% da área excludente à RPPN. Nesta área está inserida a Reserva Legal (RL) da RFEE, atendendo a determinação da legislação ambiental, que estabelece um mínimo de 20% da área total da propriedade sejam destinados à manutenção de cobertura vegetal arbórea. A RL própria foi recentemente averbada na respectiva matrícula do Cartório de Registro de Imóveis;
- b) **Zona de Reserva Legal Cedida** – compreende 72,460 ha, que correspondem a 13,96% da área da RESERVA. Nessa zona será

alocada parte da RL da Estação Experimental da Epagri, uma vez que a mesma não possui áreas suficientes com cobertura vegetal para atender à legislação ambiental. Assim, como a RFEE possui área com vegetação nativa, e como são áreas contíguas, considerou-se a estratégia conveniente;

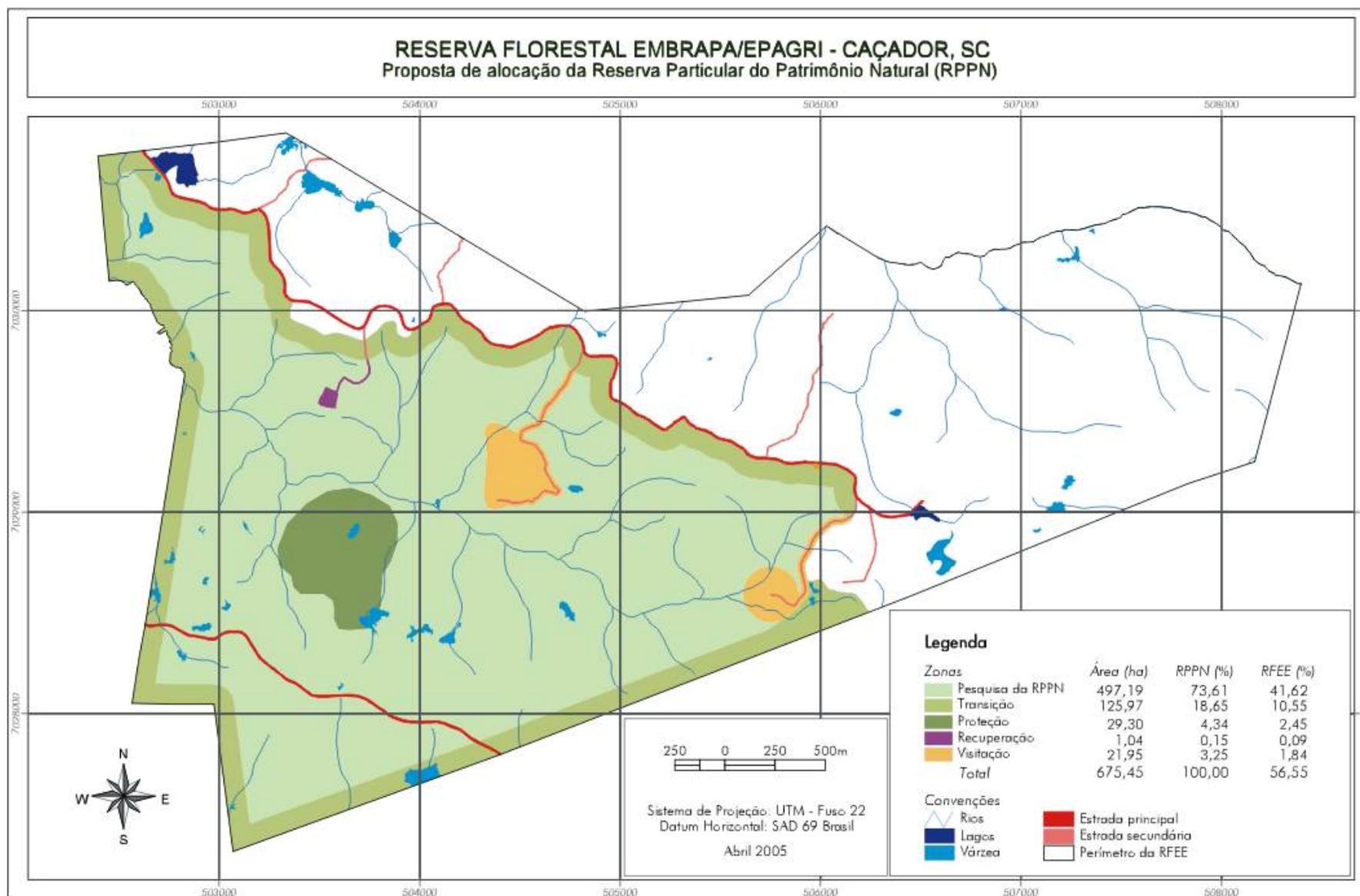
- c) **Zona de Pesquisa da Área externa à RPPN** – área onde será desenvolvida a maior parte das pesquisas científicas, essa zona com 95,624 ha corresponde a 18,42% da área excludente à RPPN, e que também poderá ser utilizada para visitação com fins educacionais;
- d) **Zona de Área Agricult vel** - refere-se a uma área onde são praticadas culturas agrícolas de subsistência, tais como o milho, a soja, o trigo. Essa zona possui 18,697 ha, correspondendo a 3,60% da área e caracteriza-se por apresentar solos de boa fertilidade e profundidade.

De forma a permitir um melhor entendimento do zoneamento proposto, a Tabela 13 permite visualizar os percentuais que correspondentes a cada zona em rela o   área externa   RPPN e   RFEE; o mapa temático (Mapa 13) mostra a espacializa o das zonas na área contígua a RPPN e o mapa 14 mostra o zoneamento como um todo na RFEE.

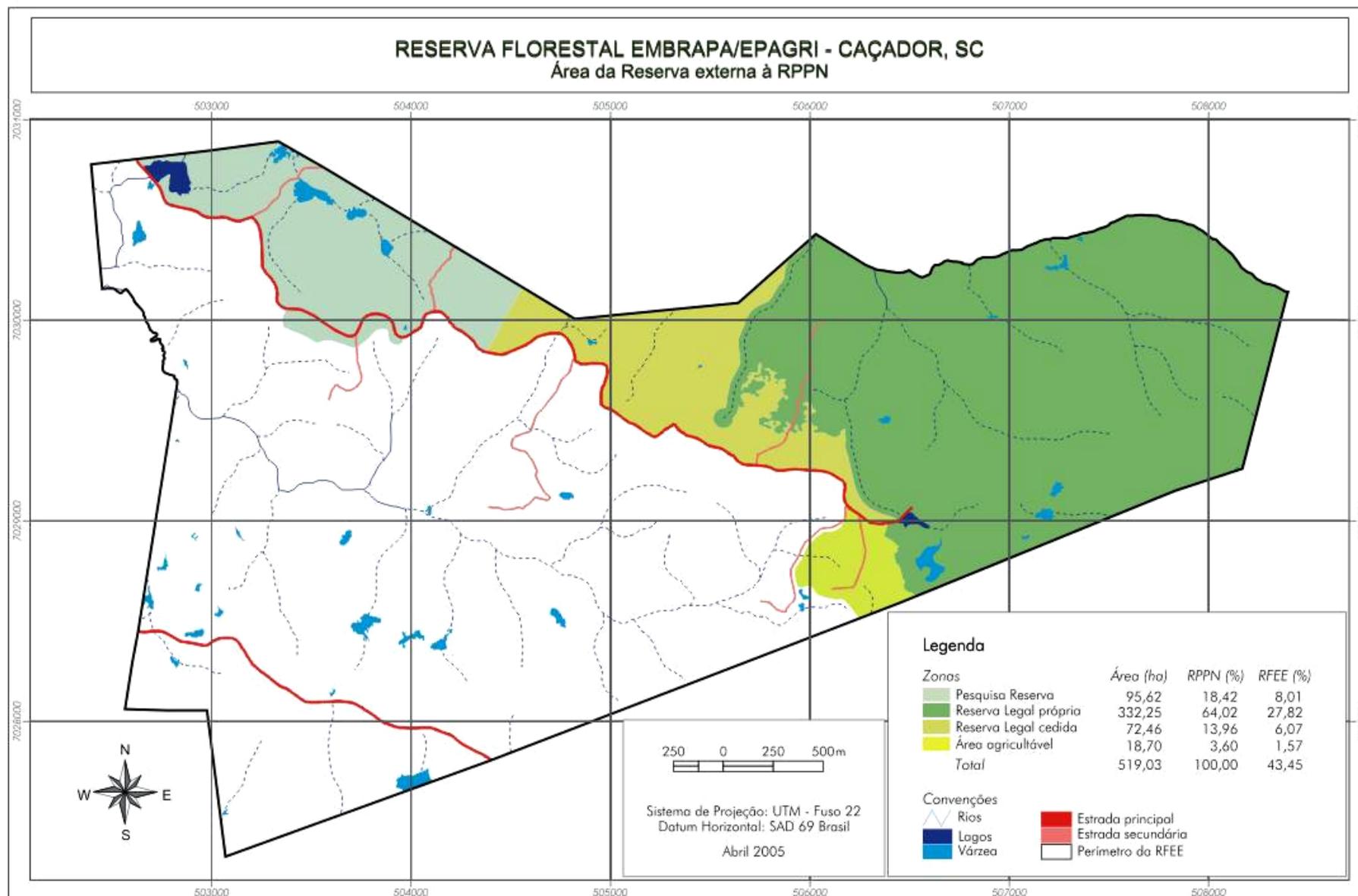
TABELA 13 - PERCENTUAIS DAS ZONAS NA ÁREA EXTERNA   RPPN E RFEE

ZONA	AREA (ha)	% (RESERVA)	% (RFEE)
PESQUISA NA RESERVA	95,624	18,42	8,01
RESERVA LEGAL CEDIDA	72,460	13,96	6,07
RESERVA LEGAL PRÓPRIA	332,254	64,02	27,82
AREA AGRICULTÁVEL	18,697	3,60	1,57
TOTAL	519,035	100,00	43,45

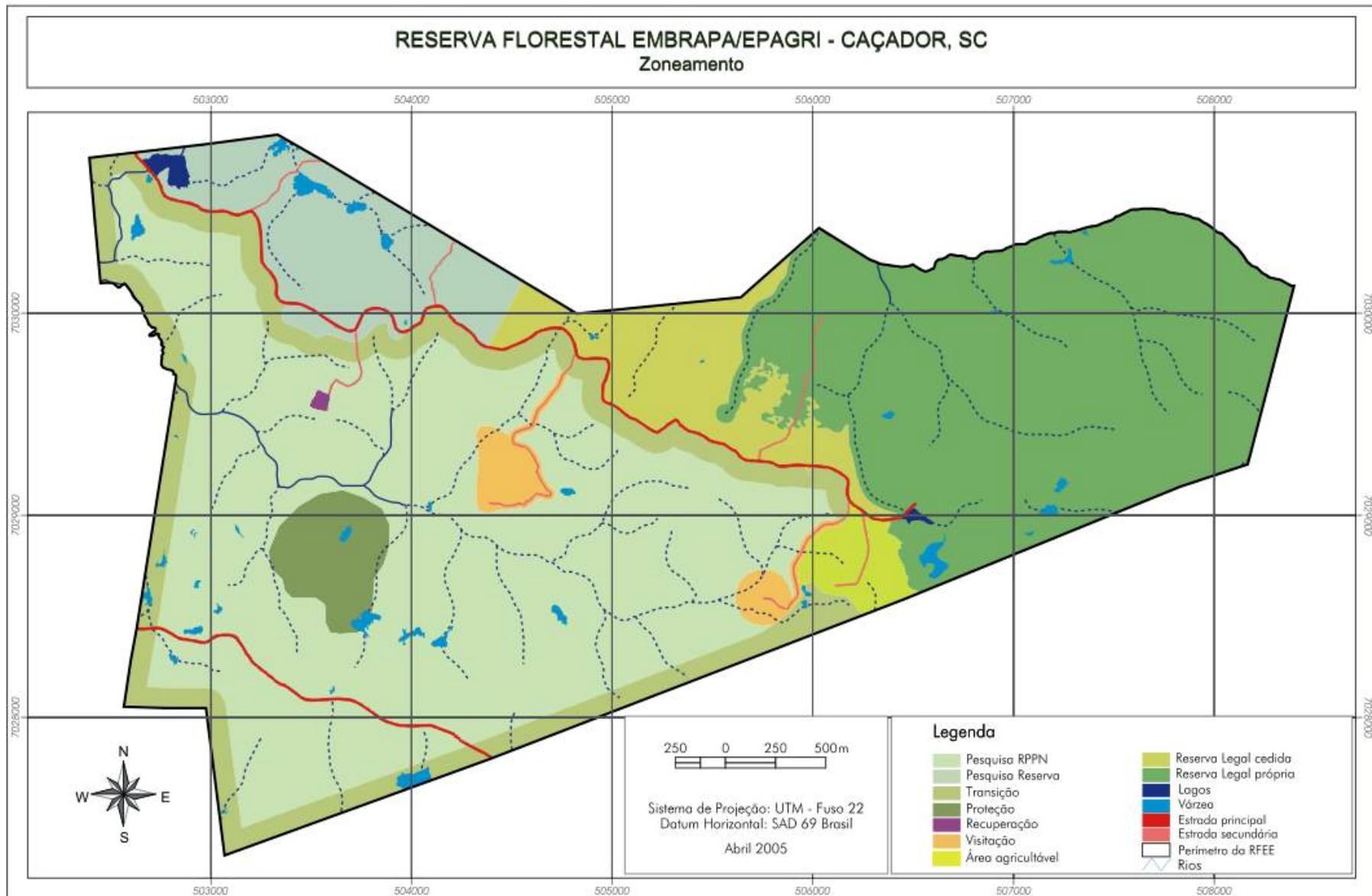
MAPA 12 - RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL DA RFEE



MAPA 13 -ÁREA DA RESERVA EXTERNA À RPPN DA RFEE



MAPA 14 - ZONEAMENTO DA RFEE



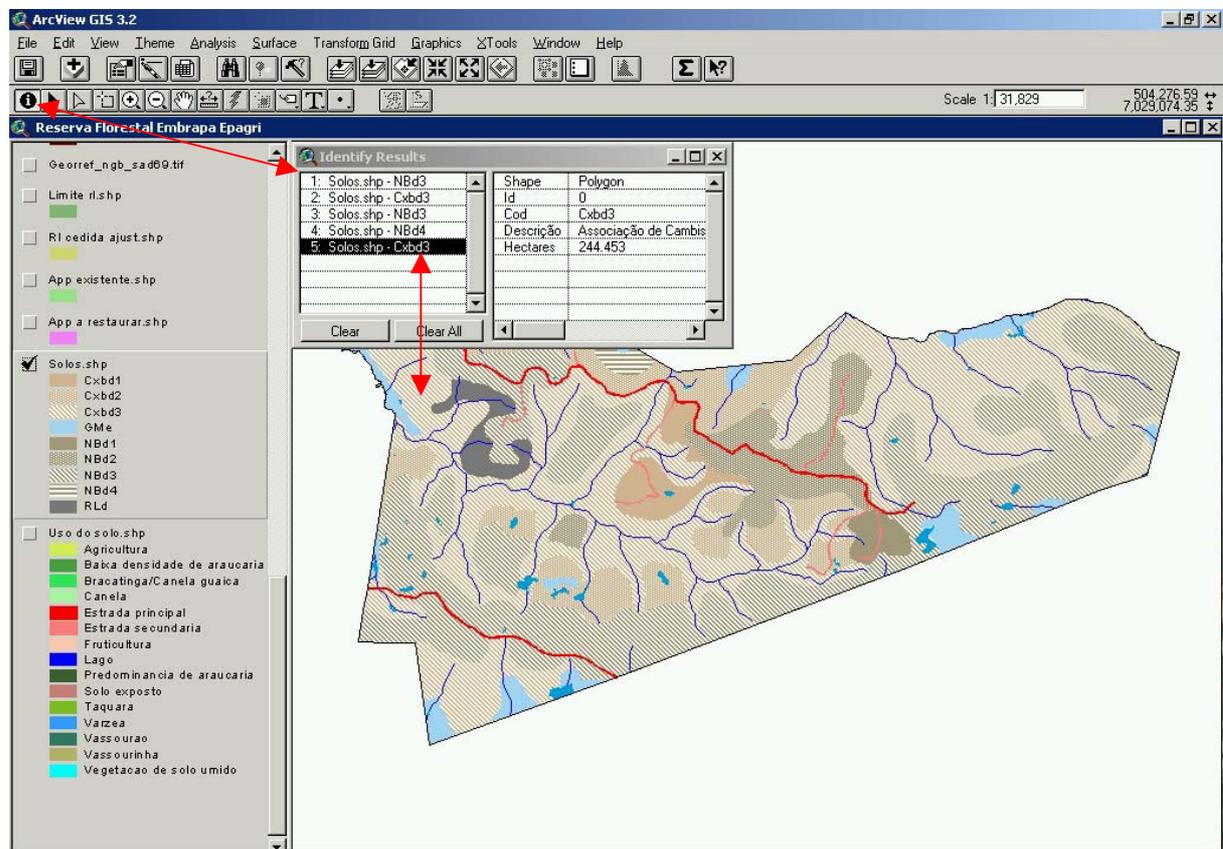
4.12 OPERAÇÕES DE CONSULTA E CRUZAMENTO

4.12.1 Consulta

Com a utilização de operações matemáticas de lógica “booleana” e análise topológica, nos programas de SIG em geral, podem-se realizar inúmeros cruzamentos de dados. Desta forma, por identificação direta das entidades procurou-se executar consultas simples, localizar feições e obter análises topológicas.

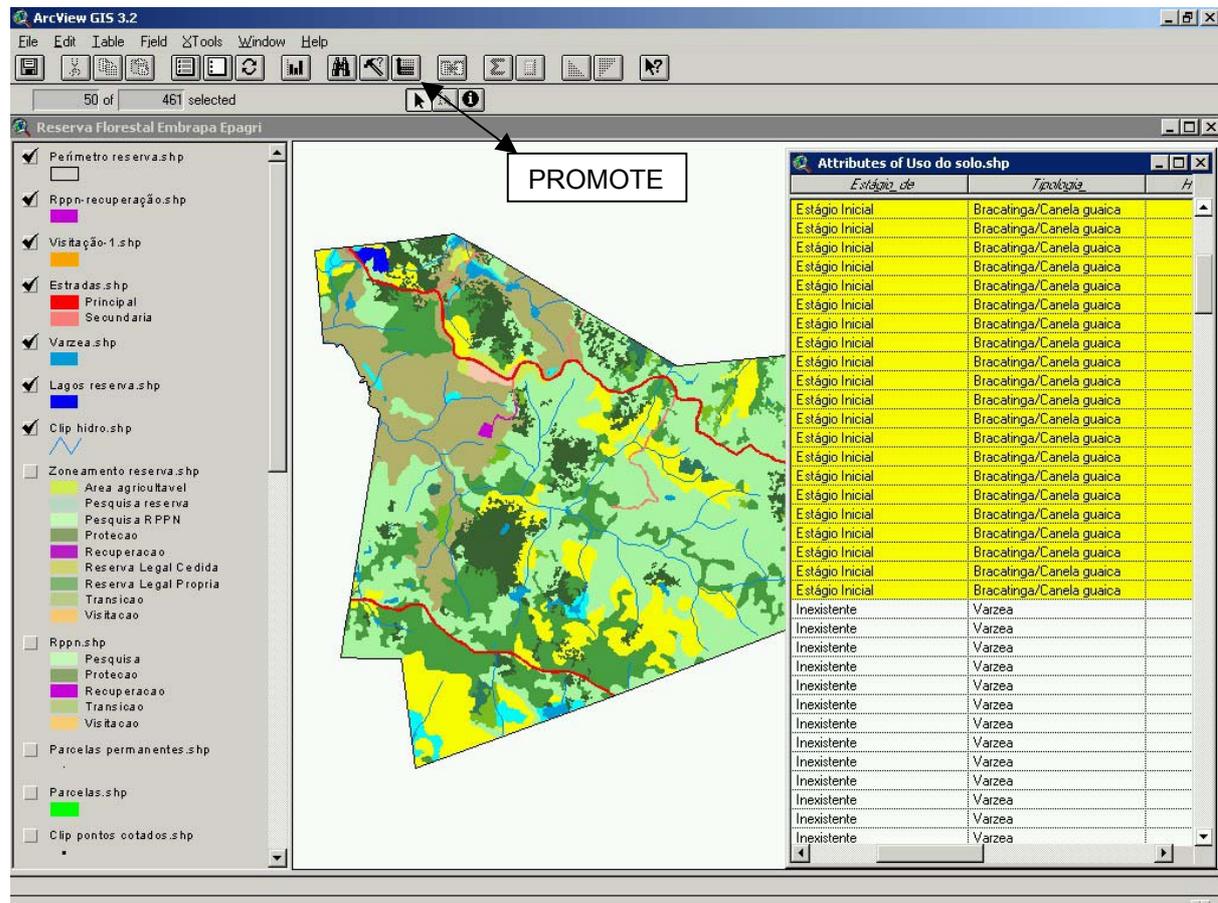
O uso da ferramenta *Identify* do *software* ArcView 3.2 possibilita a forma mais simples de consulta, uma vez que, com apenas um clique do *mouse* sobre a entidade gráfica, obtém-se instantaneamente informações constantes de listas provenientes das tabelas *Attributes* referentes a um ou vários *Themes* ativos (Fig. 28).

FIGURA 28 - IDENTIFICAÇÃO DOS ATRIBUTOS DA FEIÇÃO PELA FERRAMENTA *IDENTIFY*



A ferramenta *Select Feature* possibilita outra forma de busca direta de informações por seleção de várias feições, onde, com a abertura das tabelas por *Open Theme Table*, os campos da mesma e os elementos gráficos do *Theme* ativo apresentam-se realçados, o que permite sua identificação imediata (Fig. 29). Com a ferramenta *Promote* agrupam-se os dados no início da tabela, facilitando ao usuário sua consulta.

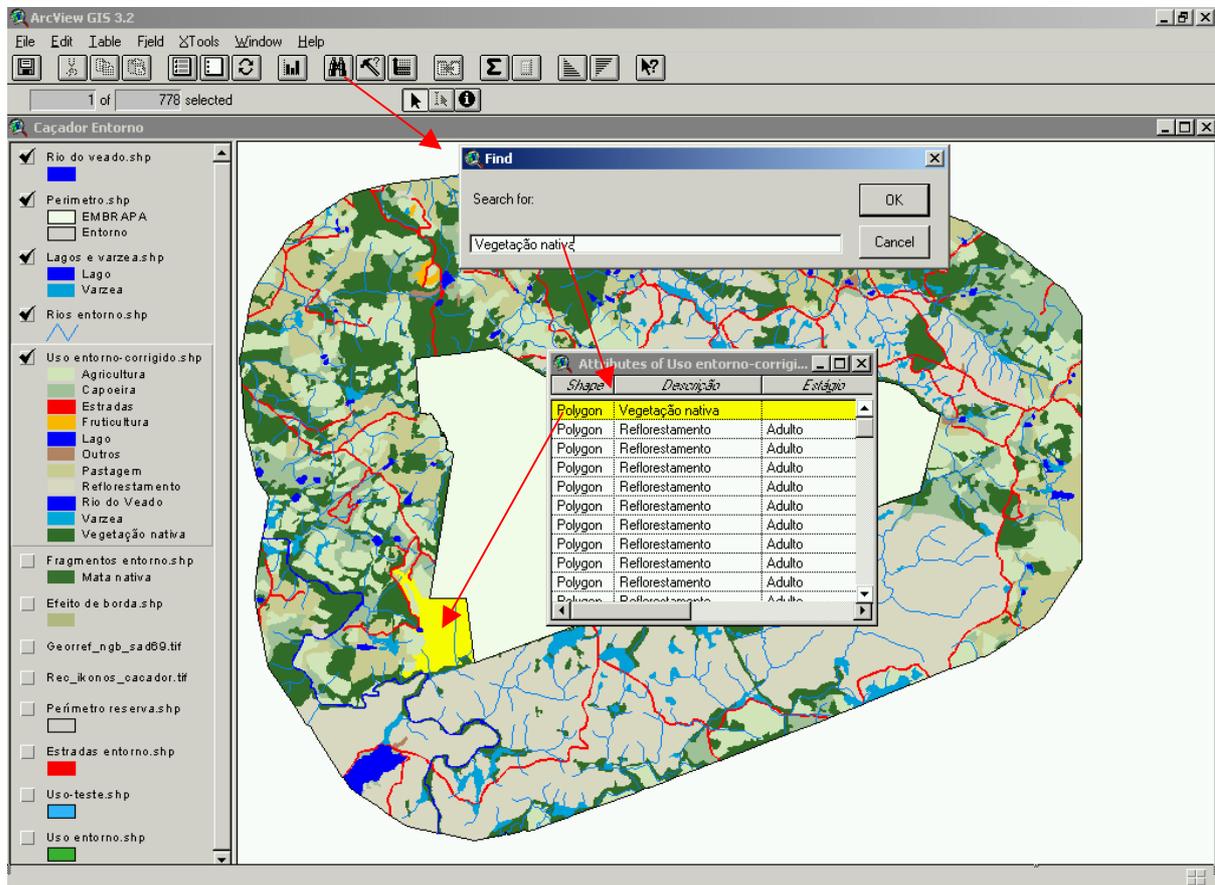
FIGURA 29 - IDENTIFICAÇÃO DE VÁRIAS FEIÇÕES PELA FERRAMENTA *SELECT FEATURE*



Buscas de feições específicas do *Theme* ativo podem ser realizadas com o uso da ferramenta *Find* (Fig. 30), que serve não apenas para consultas, mas também para detectar possíveis erros de digitação, que são comuns na elaboração do banco de dados, possibilitando assim a edição imediata das tabelas. Com essa ferramenta, apenas um elemento gráfico é localizado por vez, mesmo que existam várias entidades para a palavra da busca especificada, pois do contrário, a busca se

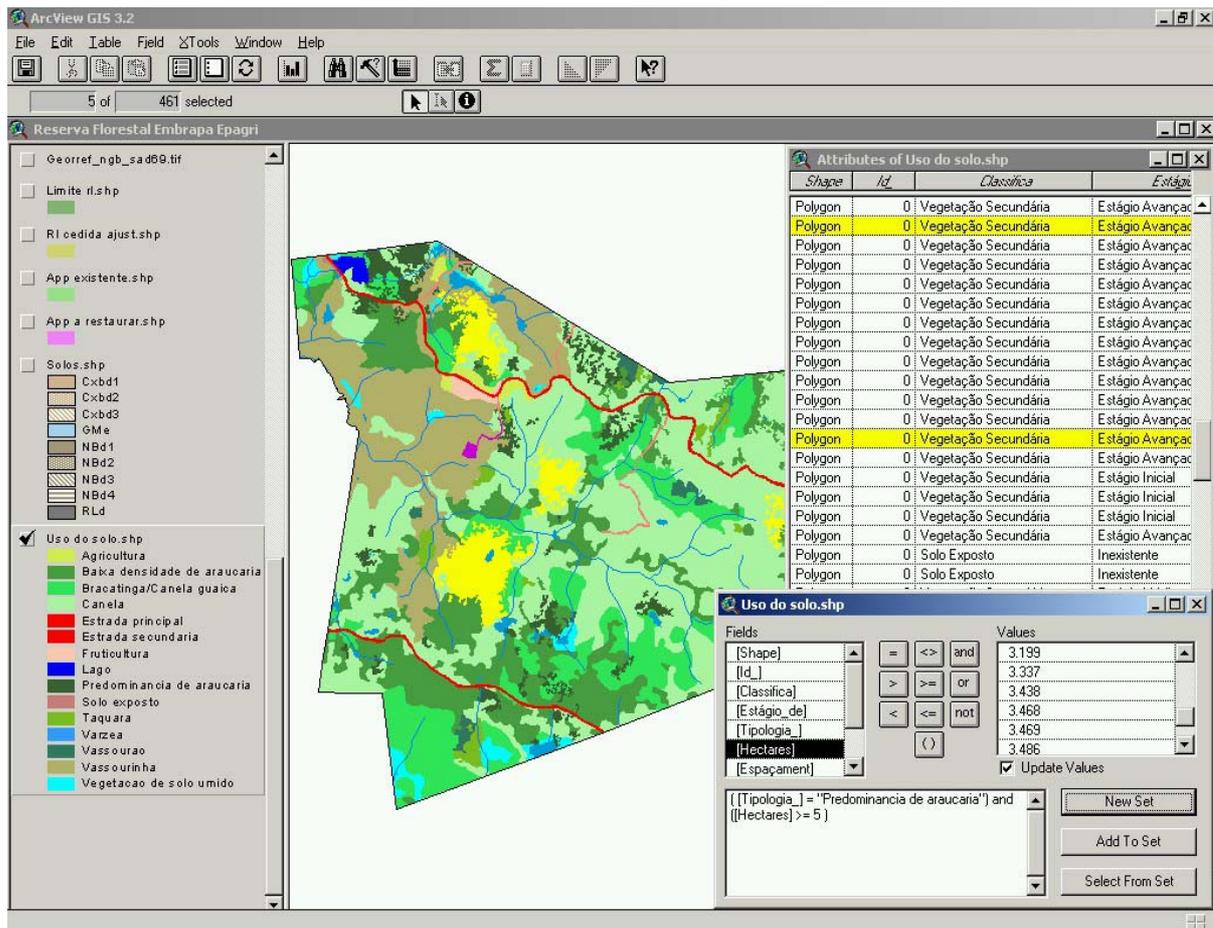
tornaria extremamente demorada.

FIGURA 30 LOCALIZAÇÃO DE ENTIDADES PELA FERRAMENTA FIND



O software ArcView 3.2 permite que se busque a resposta de questões hipotéticas para o gerenciamento da área, formulando-se algumas expressões matemáticas por *Query Builder*. Neste comando pode-se elaborar desde perguntas bem simples como “quais são os polígonos de vegetação com predominância de araucária?” através da expressão $([Tipologia_] = "Predominância de Araucária")$, até questões mais específicas como “quais são os polígonos de vegetação com predominância de araucária e com área maior ou igual a 5 ha?” cuja expressão é dada por: $(([Tipologia_] = "Predominância de Araucária") \text{ and } ([Hectares] \geq 5))$, e o resultado dessa operação pode ser visualizado na Figura 31.

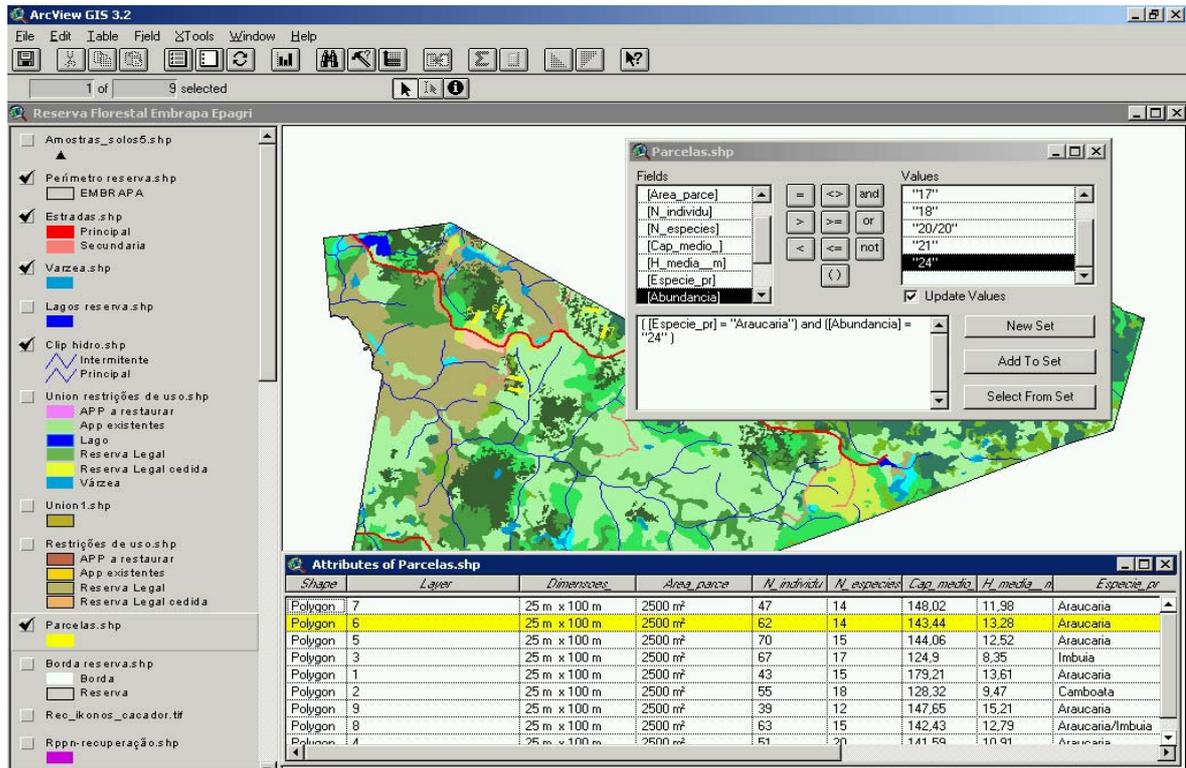
FIGURA 31- EXPRESSÕES MATEMÁTICAS PARA CONSULTA PELA FERRAMENTA QUERY BUILDER



Ainda nessa forma de consulta, obteve-se resultados satisfatórios através das seguintes questões:

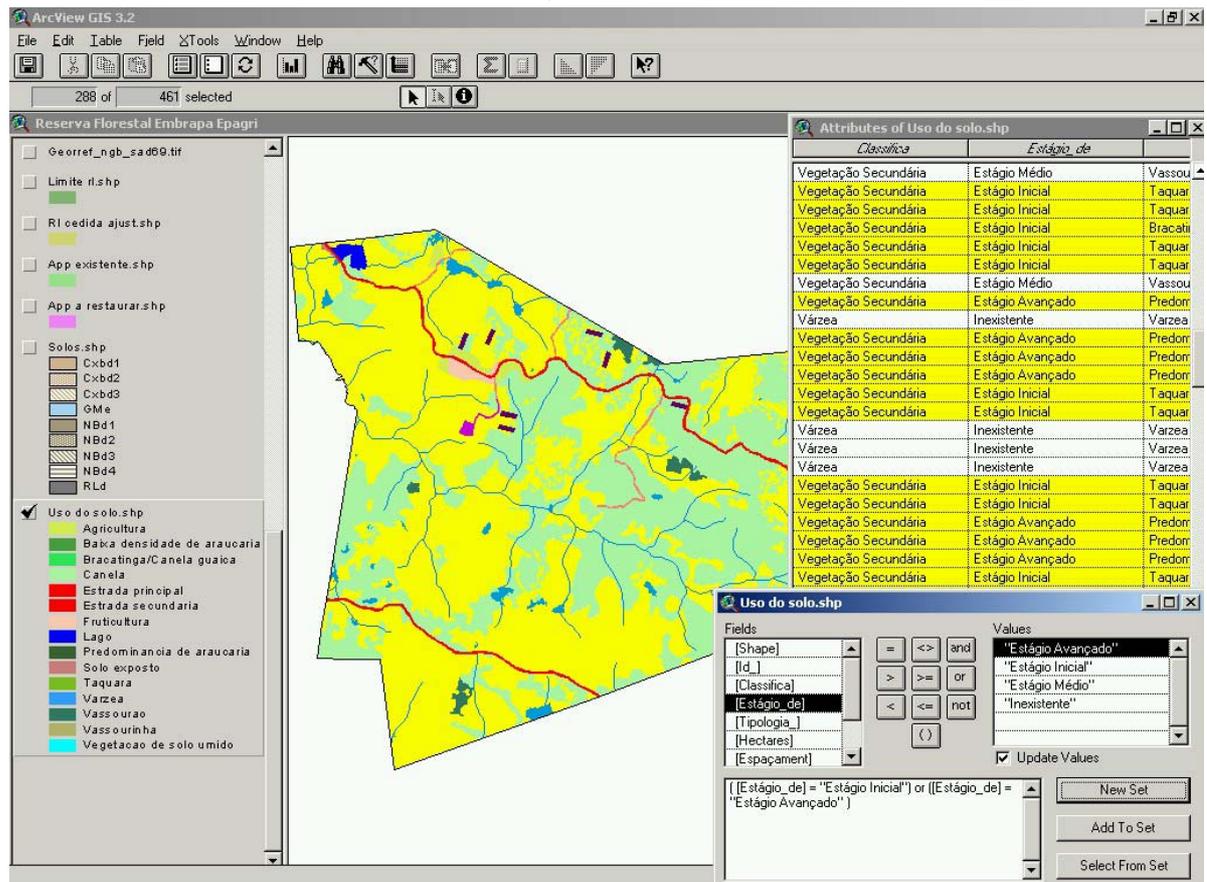
- a) quais as parcelas permanentes possuem a Araucária como espécie predominante e que apresenta abundancia igual a 15? Para isso configurou-se da seguinte forma a expressão matemática: (([espécie predominante] = araucária) and ([abundância] = 24)). Aqui utilizou-se o *and* indicando que todas as partes da expressão matemática são verdadeiras. Na Figura 32 pode-se visualizar o resultado dessa consulta.

FIGURA 32 – CONSULTA PELA FERRAMENTA QUERY BUILT COM O OPERADOR AND



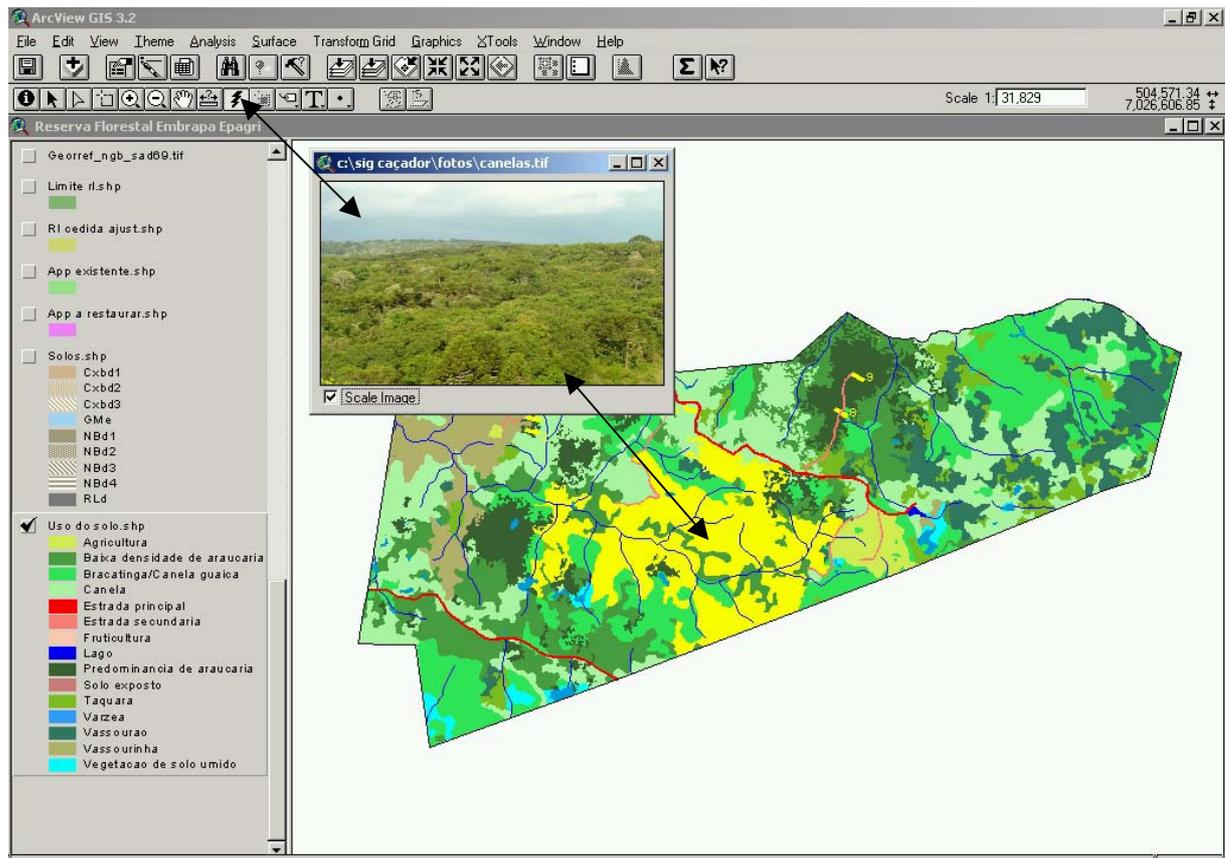
b) quais os polígonos cujo estágio sucessional sejam “inicial ou avançado”?
 A sintaxe da expressão é: ([Estágio_de] = “Estágio Inicial”) or ([Estágio_de] = “Estágio Avançado”). O uso do operador *or* determina que a última expressão pode ou não ser verdadeira, apresentando-se neste caso 283 polígonos de tipologias diferentes para o estágio sucessional, seja inicial ou avançado (Fig. 33).

FIGURA 33 - CONSULTA PELA FERRAMENTA QUERY BUILT COM O OPERADOR OR



Dentre os muitos recursos que o *software* ArcView 3.2 possui, a ferramenta *Hot Link* possibilita a consulta da característica visual da feição desejada. Dessa forma, realizou-se uma consulta, onde com um simples clique sobre a entidade que possui vínculo com a imagem, é apresentada automaticamente uma foto, e com isso, obtém-se um nível de detalhamento ainda maior para os dados gráficos. A Figura 34 mostra como o *software* disponibiliza o resultado dessa consulta.

FIGURA 34 – VISUALIZAÇÃO DE IMAGENS ASSOCIADAS ÀS FEIÇÕES PELA FERRAMENTA *HOT LINK*



4.12.2 Cruzamentos

As operações de cruzamento entre as camadas (*layers*) são a base da geração de novos temas no SIG. Uma das possibilidades de cruzamento é a utilização da função *Intersect* da ferramenta *GeoProcessing*, a qual realiza cruzamentos entre dois temas, sendo que um deles levará em consideração todas as feições (ou apenas as selecionadas), criando automaticamente um novo tema e nova tabela de dados com a junção das informações. Amplamente utilizada, principalmente na geração do tema de Restrições Legais de Uso, a função *Union*, possibilitou a junção de dois temas (uso do solo + *buffer* de restrições legais), ou seja, dissolveu os polígonos do tema de entrada (uso do solo) nas intersecções com os polígonos do tema de união (*buffer*) para criar um novo tema de saída, acumulando todas as feições no tema de saída, não havendo portanto cortes de

feições, construindo topologia para o tema de saída. Importante ressaltar que a função *Union* cruza apenas temas de polígonos. Outra forma de cruzamento que o *software* Arc View fornece é a função *Merge*, que combina as feições de ambos os temas que estão dentro da área geográfica do tema de entrada (polígono, linha ou ponto). Qualquer dado fora da extensão do tema de entrada é eliminado do tema de saída, limitando-se ao tema de polígono. *Merge* é a única operação de *overlay* onde a ordem de entrada do tema resulta um tema de saída diferente. Como exemplo, nesta operação, foram realizados dois cruzamentos envolvendo os mesmos temas com o objetivo de determinar em qual classe de solo há maior predominância da vegetação selecionada: o primeiro envolveu o USO DO SOLO, sendo selecionada a tipologia TAQUARA, e o tema SOLOS, e, no segundo, o cruzamento da tipologia ARAUCÁRIA (que envolve Predominância de Araucária + Baixa densidade de Araucária) com o tema SOLOS. Analisaram-se os novos temas criados após o cruzamento e verificou-se que as tipologias (taquara e araucária) ocorrem em praticamente todos os tipos de solo. Entretanto houve um predomínio nos dois cruzamentos para os tipos de solo Cxbd3 e NBd3, conforme mostram as Tabelas 14 e 15. Evidentemente, a interpretação dos resultados depende muito da escala utilizada, do nível de detalhe do dado primário e da representatividade da área selecionada. Desta forma os cruzamentos apresentados no presente trabalho apenas ilustram a potencialidade da ferramenta.

TABELA 14 - RESULTADO DO CRUZAMENTO TAQUARA + SOLOS

CLASSE DE SOLO	ÁREA (HA)	%
Cxbd2	3,243	7,10
Cxbd3	19,200	42,07
GMe	2,842	6,23
NBd1	0,099	0,22
NBd2	4,347	9,52
NBd3	15,185	33,27
NBd4	0,464	1,02
RLd	0,259	0,57
TOTAL	45,640	100,00

TABELA 15 - RESULTADO DO CRUZAMENTO ARAUCÁRIA + SOLOS

CLASSE DE SOLO	ÁREA (ha)	%
Cxbd1	1,874	0,64
Cxbd2	45,380	15,39
Cxbd3	108,898	36,94
GMe	6,233	2,11
NBd2	23,529	7,98
NBd3	92,894	31,51
NBd4	15,033	5,10
RLd	0,948	0,32
TOTAL	294,789	100,00

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONCLUSÕES

De acordo com os objetivos propostos no presente trabalho, e após análise dos resultados obtidos, conclui-se que:

- a) O uso de técnicas de geoprocessamento possibilitou de forma satisfatória a idealização de uma proposta para a delimitação da RL e APPs na RFEE à legislação ambiental, sendo fundamental a incorporação do mapa de uso do solo (obtido por interpretação visual da imagem Ikonos), à base cartográfica;
- b) os solos foram classificados de acordo com a literatura brasileira, apresentando um predomínio do Cxbd3 - Associação de Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico, relevo ondulado + Neossolo Litólico Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado (39,13%) sobre os demais
- c) foi possível localizar e reinstalar nove das 40 unidades amostrais anteriormente instaladas na RFEE, em 1989. Mesmo que um estudo temporal ainda não seja possível, tal procedimento permitirá acompanhar a dinâmica de crescimento dos indivíduos arbóreos em cada parcela, bem como acompanhar o ingresso de árvores nas classes consideradas ou a mortalidade de indivíduos. Desta forma, a contribuição estará sendo dada com relação a possíveis ações de manejo florestal que venham a ser previstas para a RFEE;
- d) o banco de dados disponível – o primeiro definido para a RFEE – foi concebido como sendo do tipo relacional e distribuído em seis tabelas referentes a: Cadastro da Reserva, Levantamento Pedológico, Inventário Florestal Contínuo, Uso do Solo; Zoneamento Ambiental e Entorno;

- e) o estudo do entorno da RFEE detectou que mais de 80% dos fragmentos vizinhos à Reserva possuem menos que 5 ha e, em sua maioria, possuem forma bastante irregular, além das dimensões reduzidas;
- f) a zona tampão representada pelos reflorestamentos com espécies exóticas (*Pinus* spp) e a espécie nativa *Araucaria angustifolia* constitui-se em uma das estratégias bem sucedidas para a atenuação do efeito de borda sobre a RFEE. Entretanto, a paisagem não é homogênea, se analisados os diferentes usos do solo no entorno, embora não apresente um grau de isolamento preocupante. O conjunto de descritores e índices (métricas) utilizados permitiu quantificar de maneira ainda básica a estrutura espacial das unidades de paisagem, além de algumas relações entre estes descritores. Pode-se ampliar ainda mais a conectividade entre os maiores fragmentos ao redor da RFEE pela simples obediência à legislação que prevê matas ciliares ao longo dos cursos d'água, que atuarão como corredores ecológicos;
- g) a fragmentação da vegetação do entorno da RFEE está relacionada ao processo de uso e ocupação do solo, representado por pequenos fragmentos de vegetação nativa, uso agrícola e pecuário, além dos reflorestamentos;
- h) a simulação temporal do efeito de borda pela diminuição do tamanho dos fragmentos — numa razão de 50 metros a partir de seu limite exterior — permitiu prognosticar uma redução intensa, no número de fragmentos existentes na área, passando de 46 fragmentos existentes com mais de 5 ha para apenas 14 (~30,4%), em função da atividade antrópica, caso a mesma continue acontecendo como tem acontecido até agora;
- i) a partir da elaboração do MDE e da carta de declividade, caracterizou-se o relevo na RFEE como predominantemente ondulado a plano, observando-se também que não existem declividades superiores a 45°;

- j) a aplicação da metodologia que envolve o desenvolvimento de um SIG correspondeu às expectativas do projeto, pois o sistema se mostrou bastante dinâmico, permitindo ao mesmo tempo consultas simples e a geração de outros mapas temáticos da área através de cruzamentos das *layers* originais;
- k) com a implementação do SIG passa-se a contar com um sistema que possibilita análises qualitativas e quantitativas, consultas e simulações, economizando tempo e recursos. E, principalmente pelo fato de todo o projeto estar georreferenciado, o sistema possibilita a integração com outros projetos que estão, ou que virão a ser executados na RFEE;
- l) a adaptação do Roteiro Metodológico proposto pelo IBAMA para a criação de RPPNs, no que se refere ao estabelecimento do Zoneamento Ambiental da RFEE se mostrou factível, pois os procedimentos a serem seguidos nortearam todo o processo, facilitando a definição das zonas utilizadas. O zoneamento proposto neste trabalho não pode ser considerado um produto acabado, mas uma base para análises mais profundas e auxílio aos gerentes envolvidos em tomadas de decisão. Deve-se discutí-lo com técnicos da *Embrapa Florestas* e da Epagri, para efeito de análise dos efeitos de sua implementação.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados disponibilizados pelo projeto sugerem-se as seguintes ações/programas a serem implementados na RFEE:

- a) Atualizar a *layer* de monitoramento da dinâmica de crescimento florestal incorporando mais dados referentes ao Inventário Florestal Contínuo reinstalado em 2004 e promover a espacialização de cada árvore da parcela, bem como instalar novas unidades amostrais na RFEE de forma

a possibilitar uma maior representatividade das tipologias e estágios sucessionais presentes no local;

- b) refinar a *layer* de vegetação obtendo as áreas de ocorrência/associação de taquara por caminhamento ou outra técnica;
- c) efetuar análise de vulnerabilidade para avaliação da potencialidade e compatibilidade de uso do solo;
- d) incorporar outros índices e métricas disponíveis em literatura aos já envolvidos no trabalho, possibilitando uma análise mais complexa da paisagem local, como por exemplo, a conectividade dos corredores de biodiversidade ao longo das APPs;
- e) demarcar com marcos de concreto e georreferenciar com precisão mínima exigida os vértices da RFEE de acordo com as normas da Lei 10.267/01, visando estabelecer corretamente os limites da área;
- f) utilizar os procedimentos metodológicos e implementar a criação da RPPN para a RFEE.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Zoneamento ecológico da Amazônia: questões de escala e método.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: CEPAL/IPEA. 1987.

AGRA-FILHO, S.; VIEGAS, O. **Plano de gestão e programas de monitoramento costeiro.** Brasília: MME, 1995, 85 p.

ALVES, D. S. **Sistemas de informação geográfica.** In: GEOPROCESSAMENTO. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990. P. 66-78.

ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; ANDRADE, H. Sistemas de informação geográfica na avaliação de impactos ambientais provenientes de atividades agropecuárias. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 21, p. 99-109, 2000.

ANDERSON, L; SIVERTUN, A. A GIS-supported method for detecting the hydrological mosaic and the role of man as a hydrological factor **Landscape Ecology** vol. 5 no. 2 pp 107-124, 1991.

ANDRADE, J. B. **NAVSTAR-GPS.** Curitiba, 1988. 63p. Trabalho acadêmico. Setor de Tecnologia, Departamento de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 274 p.

AZEVEDO, A. R. de.; SILVA, V. V. da.; FERREIRA, A. M. M. Análise dos fragmentos florestais na Bacia do Rio Turvo, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, RJ.. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6, 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, 2003. 646 p. cap 2, p. 79-80.

BASKERVILLE, G. L. GIS and the decision-making process. In: HEIT, M.; SHORTREID, A. (Ed.). **GIS applications in natural resources.** Fort Collins: GIS World, 1991. p.3-5.

BERNARDI, J. V.; LANDIM, P. M. B. **O uso do Sistema de Posicionamento Global/GPS para elaboração de banco de dados geo-referenciados.** Guarulhos: Revista da Universidade de Guarulhos, /SP, v. 7, n. 6, p. 73-77, 2002.

BERRY, J. K. **Spatial reasoning for effective GIS.** Fort Collins: Gis World Books. 1995, 206 p.

BIDARRA, J. **Teoria de sistemas.** Disponível em: <<http://www.univ-ab.pt/~bidarra/hyperscapes/video-grafias-7.htm>>. Acesso em: 22 ago.2001.

BRANDALIZE A. A. Funções básicas de um GIS. **FatorGis.** Curitiba, n.3, p.18-19, out./dez. 1993.

BRANDALIZE A. A. **Sistemas de informação geográfica – além do mapa.** Palestra proferida na PUC, Curitiba, 1995.

BRANDALIZE, A. A. **Cartografia digital além do mapa**. In: FÓRUM DE SECRETÁRIOS MUNICIPAIS DE OBRAS PÚBLICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. Curitiba: ESTEIO, ago. 1997, 34 p.

BRASIL. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - MMA; Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - SAE/PR, 1997.

BRASIL. Lei n. 9.985 de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação do Brasil (SNUC). Disponível em: <<http://www.senadp.org.br>>. Acesso em: 21 ago 2004.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 278, de 24 de maio de 2001. Determina ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, a suspensão das autorizações concedidas, por ato próprio ou por delegação, aos demais órgãos do Sistema nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, para corte exploração de espécies ameaçadas de extinção e dá outras providências. Disponível em: <http://www.pontoterra.org.br/car_lei278.hym>. Acesso em: 16 mar. 2004.

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment**. New York: Oxford University Press, 1986.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1985. 194 p.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford:University Press, New York, 1994.

BURROUGH, P. A. Soil information systems. In: MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. **Geographical information systems: principles and applications**. Essex: Longman Scientific & Technical, 1991. v.2, p. 153-169.

CALDATO, S. L.; LONGHI, S. J.; FLOSS, P. A. Estrutura populacional de *Ocotea porosa* (Lauraceae) em uma floresta ombrófila mista, em Caçador (SC). **Ciência Florestal**., Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 89-101, 1999.

CÂMARA, G.; et al. **Anatomia de sistemas de informações geográficas**. São José dos Campos: INPE, 1996, 206 p.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Princípios básicos em geoprocessamento**. In: Sistemas de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura. Editado por Assad, E. D. e Sano, E. E. Brasília, Embrapa-SPI / Embrapa-CPAC, 1998. p. 3-11.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. São José dos Campos: INPE, 1996.

CENTENO, J.A.S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Universidade Federal do Paraná – Departamento de Geomática. Curitiba: UFPR, 2003. 210 p.

CONAMA. Resolução 013, de 06 de Dezembro de 1990. Disponível em: <http://www.redegoverno.gov.br/defaultCab.asp?idservinfo=32115&url=http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>. Acesso em 26 jan. 2005.

CORREIA, A. H.; OLIVEIRA, G. P. de. Ferramentas de apoio ao processo de atualização de cartas topográficas com imagens de satélite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 21., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/263-SR32.pdf> Acesso em: 20 ago. 2004.

COSTA, R. F.; MAGALHÃES, A. M. W. Avaliação de imagem Ikonos geo ortoretificada para utilização do cadastro técnico municipal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 21., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/281-SG61.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2004.

CVRD Companhia Vale do Rio Doce **Plano Diretor de Uso da Reserva Natural da Vale do Rio Doce em Linhares**, 2002, 16p.

D'ALGE, J. **Atualização cartográfica por imagens de satélite**. INPE, São José dos Campos-SP, 1997. 14 p.

DA CROCE, D. M. **Caracterização espacial estrutural e fitossociológica da Reserva Genética Florestal de Caçador-SC, através da análise de componentes principais e sistemas de informações geográficas**. Santa Maria, 1991. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria.

DAVIS, F.W.; GOETZZ, S. Modeling vegetation pattern using digital terrain data. **Landscape Ecology** vol. 4 no. 1 pp 69-80, 1990.

DE BIASI, M. **A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção**. Revista do Departamento de Geografia da USP: São Paulo, n. 6, p. 45-61, 1992.

DENÈGRE, J. **Technological progress in geographical research: recent developments in satellite remote sensing and geographical information systems**. Mapping Sciences and Remote Sensing, 31(1): 3-12. 1994.

DITT, E.H. **Fragmentos florestais no Pontal do Paranapanema**. São Paulo: Annablume/Ipê/IIEB, 2002. 140 p.

DLUGOSZ, F. L. **Classificação orientada a regiões na discriminação de tipologias da floresta ombrófila mista usando imagens orbitais ikonos**. Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná.

DRAGO, D. **Elaboração de um sistema de informações geográficas (SIG) para a Estação Experimental de Rio Negro da UFPR**. Curitiba, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

EIDEN, G.; KAYADJANIAN, M.; VIDAL, C. **Capturing landscape structures: tools**. 2000. Disponível em: <<http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/landscape/ch1.htm>>. Acessado em: 10 de agosto de 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. 101p.

EMBRAPA/EPAGRI. **Parque Florestal do Contestado - Plano Diretor**. Caçador, SC, 1994. 86p.

EMBRAPA/EPAGRI. **Reserva Florestal da EMBRAPA/EPAGRI de Caçador - Plano Diretor**. 1997. 20p.

ENGESAT. **Ficha técnica resumida - Ikonos**. Disponível em: <<http://www.engesat.com.br/satelites/ikonos.htm>>. Acesso em: 27 jan. 2005.

ENVI. The environment for visualizing images. **Guia do ENVI em português versão 3.5**. 2004. Disponível em: <<http://www.sulsoft.com.br>> Acesso em: 12 nov. 2004.

FARINHA, A. **Administração de sistemas de informação I**. Apostila, 2005. Disponível em: <http://www.salesianolins.br/%7ENotas/apostilas/Graduacao/Prof%20Antonio%20Farinha/Apostila_ADM_SIS_INF_I_2005.pdf> Acesso em: 21 fev. 2005.

FELGUEIRAS, C. A. **Apostila do Curso de Modelagem Digital do Terreno e Aplicações**. São José dos Campos: INPE. 1997. 48 p.

FOOTE, K. E.; LYNCH, M. **The Geographer's Craft Project**. Department of Geography, The University of Colorado at Boulder, 1995. Disponível em: <<http://www.multimidia.prudente.unesp.br/gis/gis9.html>>. Acesso em: 06 jan 2005.

FORMAN, R. T. T. **Land Mosaics - the ecology of landscapes and regions**. Cambridge: Cambridge University Press, 632 p., 1995.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons. 619 p., 1986.

FREITAS, C. O. A.; BRANDALIZE, M. C. **Recuperação ambiental da área degradada pela mineração de xisto em São Mateus do Sul-PR**. Trabalho apresentado no GISBRASIL 97, 1997, Curitiba. 1 CD_ROM.

GATRELL, A. C. Concepts of space and geographical data. In: MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. (eds) **Geographical Information Systems: principles and applications**. Longman, London. Pp. 119-34, vol. 1, 1991

GENTRY, A.H.; LOPEZ-PARODI, J. Deforestation and increased flooding of the upper Amazon. **Science**, 210, 1345-1355, 1980.

GILPIN, M.E.; HANSKI, I. **Metapopulation dynamics**. Academic Press, London. 1991. 336 pp.

GOODCHILD, M. F.; PARKS, B. O.; STAYERT, L. T. **Environmental modelling with GIS**. Oxford univ. Press. Oxford, 1993.

GOODCHILD, M., **Spatial Analysis with GIS: Problems and Prospects**. In Proc GIS/LIS'91, V.1, 1991, pp.40-48, 1991.

GOOSSENS, R; D'HALUIN, E. ;LARNOE, G. Satellite image interpretation (SPOT) for the survey of the ecological infrastructure in a small scaled landscape (Kempenland, Belgium) **Landscape Ecology** vol. 5 no. 3 pp 175-182, 1991.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1994. 406 p.

GUIMARÃES, H. **Metodologias para intercâmbio de dados entre programas de CAAD, SGBD, PDI, SGI em exploração mineral**. Tese de mestrado, UNICAMP, 1994. 153 p.

HAINES-YOUNG, R.; GREEN, D. R.; COUSINS, S. Landscape ecology and spatial information systems. In: HAINES-YOUNG, R.; GREEN, D. R.; COUSINS, S. (Eds.) **Landscape ecology and geographic information systems**. London: Taylor & Francis, 288 p., 1993.

HARDT, L. P. A. Estudos da paisagem om uso do geoprocessamento. In: SEMANA DE ESTUDOS FLORESTAIS, 28., 1997. **Anais...** Curitiba:Centro Acadêmico de Engenharia Florestal 96/97, 1997.

HIRSCHHEIM, R.; KLEIN, H. K.; LYTTINEM, K. **Information systems development and data modeling: conceptual and philosophical foundations**. Cambridge: Cambridge Universitu Press, 1995.

HOFFER, R. M. Basic concepts of geographicic information systems and remote sensing for forest resource management. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, 1991. P.305-331.

HOFMANN-WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H.; COLLINS, J. **GPS: theory and practice**. 3.ed. Wien: Springer. 2001.

IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Portaria n. 37-N, de 03 de abril de 1992.

IBAMA-GTZ. **Roteiro metodológico para gestão de área de proteção ambiental**. DIREC, 2001.

INNES, J. L.; KOCH, B. Forest Biodiversity and its assessment by sensing. **Global Ecology and Biogeography Letters** 7, 397-419, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, Diretoria de Agropecuária, Superintendência de Recursos Naturais. Termos de referência para uma proposta de zoneamento ecológico-econômico do Brasil. Rio de Janeiro, 1986, 98 p.

INTERGRAPH. **Image Translator**: user's guide, 1997.

JANZEN, D.H. The eternal extremal threat. In: Soulé, M.E. (Ed.) **Conservation Biology: The science of scarcity and diversity**. Sunderland: Sinauer Associates, p. 286-303, 1986.

JOHNSON, L.B. Analyzing spatial and temporal phenomena using geographical information systems *A Review of Ecological Applications Landscape Ecology* vol. 4 no. 1 pp 31-43, 1990.

KAREIVA, P. Population Dynamics in Spatially Complex Environments: theory and data. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 330: 1990, p.175-90.

KIMMERLING, A. J. **Geographical information systems and cartography**. Proceedings of the seminar on teaching conventional and digital map production lines. Istambul: ICA, p. 35-47. 1994. Disponível em: <http://www.multimidia.prudente.unesp.br/cartosig/Bibliografia/body_bibliografia.html>. Acessado em: em 06 jan 2005.

KRONKA et al.. Técnicas de geoprocessamento no levantamento da vegetação e na estruturação de bases cartográficas de unidades de conservação do Instituto Florestal de São Paulo. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 4., 2000, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Atílio A. Disperati, 2000. p. 57-68.

KURASZ, G. et al. Adequação de fazenda experimental à legislação fundi;aria e ambiental: estudo de caso. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 6., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Copiadora Gabardo Ltda, 2004a. p. 286-287.

KURASZ, G. et al. Levantamento semidetalhado de solos para atualização de legenda na Reserva Florestal Embrapa/Epagri de Caçador-SC. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 3., 2004, Colombo. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2004b. 1 CD-ROM.

KURASZ, G. et al. Diagnóstico da situação do entorno da Reserva Florestal Embrapa/Epagri de Caçador usando imagem de alta resolução Ikonos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 1585-1592. CD-ROM, ISBN 85-17-00018-8.

KURASZ, G. et al. Uso de geotecnologias e topografia na regularização fundiária da Embrapa Florestas. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA

FLORESTAS, 2., 2003, Colombo. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 042A. (Embrapa Florestas. Documentos, 86).

LAGO, I. F. **Integração GPS e GLONASS aplicada aos levantamentos geodésicos**. Curitiba, 2001. 101p. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná.

LAURANCE, W. F.; LAURANCE, S. G.; FERREIRA, L. V.; MERONA, R. J. M.; GASCON, C.; LOVEJOY, T. E. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. **Science**, v. 278, p. 1117-1118, 1997.

LECKIE, D. G.; GILLIS, M. D. **Forest inventory in Canada with emphasis on map production**. *Forestry Chronicle*, Ottawa, v. 71, n. 1, p. 74-88, Jan/Feb., 1995.

LEES, B. G.; RITMAN, K. **Decision-tree and rule-induction approach to integration of remotely sensed and GIS data um mapping vegetation in disturbed or hilly environments**. *Environmental Management*, 15(6): 823-831. 1991.

LEICK, A. **GPS: Satellite surveying**. 2. ed. New York: J.Wiley. 1995.

LEITE, L. L. P. **Introdução aos sistemas de gerência de banco de dados**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda. 1980, 138p.

LIMA E SILVA, P. P.; et al. **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. Rio de Janeiro:Thex Ed. 1999, 247 p.

LOCH, C.; et al. **Suporte cartografico digital do sistema de informações geográficas da rede de distribuição de energia (CELESC) com emprego de técnicas de sensoriamento remoto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 21., 2003, Belo Horizonte. *Anais...* Disponível em: http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/009-C05.pdf. Acesso em: 20 ago. 2004

LOISELLE, B.A.; BLAKE, J.G. Population variation in a tropical bird community. **Bioscience** 42, 838-845, 1992.

LUIZ, S.; OLIVEIRA, C. G. de.; OKIDA, R. **Comparação entre diferentes métodos de correção geométrica em imagem Radarsat-1 no Flona Tapajós**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11, 2003. Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte:INPE, p. 325-332, 2003.

MAGUIRE, D. An overview and definition of GIS. In: MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M.; RHIND, D. (eds) **Geographical information systems: principles and applications**. New York, John Wiley and Sons, 1991. p. 9-20.

MAGUIRE, D., J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. **Geographical information systems**. New York: Longamn Scientific & Technical, vol. 1., 649 p., 1993.

MAZZER, A. M.; GONÇALVES, M. L.; SANTANA, N. A. Elaboração de produtos cartográficos básicos para estudo geomorfológico no contexto hídrico da Baía da Babitonga, SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA,

10. Disponível em: <<http://www.geografia.igeo.uerj.br/xsbgfa/cdrom/eixo3/3.4/308/308.html>>. Acessado em: 01 fev. 2005.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Portland: USDA, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122p.

MCGARIGAL, K; MARKS, B.J. **Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Corvallis: Oregon State University, 1994.

MEDEIROS, C. B.; PIRES, F. Banco de Dados e Sistemas de Informações Geográficas. In: ASSAD, Eduardo D. & SANO, Edson E. **Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura**. Brasília: SPI - EMBRAPA, 1998. p 31-45.

MEDEIROS, J. S. de. **Banco de Dados Geográficos e Redes Neurais Artificiais: Tecnologias de Apoio à Gestão do Território**. São Paulo. Dpto. de Geografia – FFLCH – USP. Julho, 1999. Tese de Doutorado.

MEENTEMEYER, V. Geographical perspectives of space, time, and scale. **Landscape Ecology** vol. 3 nos. 3/4 pp 163-173, 1989.

MELO-FILHO, J. A. de.; LIMA, J. P. C. de. **Manejo Ambiental: o aprofundamento dos conhecimentos específicos e a visão holística**. Floresta e Ambiente. v. 7, n.1, p. 292-307, jan./dez. 2000.

MENEGUETTE, A. **Curso Virtual de Cartografia e SIG**. Disponível em: <<http://www.multimidia.prudente.unesp.br/cartosig/SIG/sig.html>> Acesso em: 06 jan. 2005.

MILANO, M. S. Unidades de Conservação – Conceitos Basicos e Princípios Gerais de Planejamento, Manejo e Administração. In: Manejo de áreas naturais protegidas, Curso, 03 a 20 de junho de 1997, Curitiba: UNILIVRE, p. 1-60.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH - Documento básico - Diretrizes para o SNIRH Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – UCC-SNIRH/SRH/MMA Outubro/2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/estudos/doc/docbasic.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2005.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Modelo Metodológico para elaboração de Planos de Manejo para Reservas particulares do Patrimônio Natural (RPPN)**. Brasília, Junho de 2004. disponibilizado em meio digital como versão para discussão, 2004.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: UNESP, 2000.

MOSCOVICI, F. **Equipes dão certo – A multiplicação do talento humano**. Rio de Janeiro: Ed. Olympio, 1996, 240p.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. **Landscape ecology: theory and application**. 2.ed. Ed.Springer-Verlag, 1994

NCDCDS. **The Proposed Standard for Digital Cartographic Data**. The American Cartographer 15(1): 23-31. 1988.

NELLIS, M. D.; BRIGGS, J. M. The effect os spatial scale on Konza landscape classification uisng textural analysis. **Landscape Ecology**, n.2, p.93-100, 1989.

NERO, R.W.; MAGNUSON, J.J. Effects of changing spatial scale on acoustic observations of patchiness in the Gulf Stream. **Landscape Ecology**, vol. 6, n. 4, p. 279-291, 1992.

O'NEILL', R.V.; et al. Multiple landscape scales: An intersite comparison **Landscape Ecology** vol. 5 no. 3 pp 137-144, 1991.

OLIVEIRA, Y.M.M. de; et al. Planos de Manejo Em Áreas Florestais Protegidas com ênfase às Unidades localizadas no Sul do Brasil. In: Semana do Estudante Universitário, 1, 2003 – Florestas e Meio Ambiente. **Série Documentos 88**. CD-Rom. Embrapa Florestas ISSN 1679-2599, 2003.

OLIVEIRA-FILHO, P. C. **Implementação de sistemas de informação geográfica para a gestão da empresa florestal**. Curitiba, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná.

PARRON, L. M.; SOUZA,-SILVA, J. C.; CAMARGO, A. J. A. de. **Reservas ecológicas da Embrapa Cerrados: Caracterização e zoneamento**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 80p.

PASTOR P; BROSCART,M. The spatial pattern of a northern conifer-hardwood landscape. **Landscape Ecology**, vol. 4, n. 1, p. 55-68, 1990.

PAVLIK, B. M. Conserving plant species diversity: the challenge of recovery. In: SZARO, R.C.; JOHNSTON, D. W. **Biodiversity in Managed Landscapes – Theory and Practice**. New York: Oxford University Press, 778 p., 1996.

PIVELLO, V. R.; et al. **Banco de dados em SIG para ecologia aplicada: exemplo do Cerrado Pé-de-Gigante, SP**. CIG: 1999. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/cig1n3a4.html>> Acesso em out 2003.

PRESSEY, R. L. **Reserve coverage and requirements in relation to partitioning and generalization of land classes: analyses for western New York Wales**. Conservation Biology, v.8, p. 1506-1517, 1995.

RAFAELI NETO, S. L.; DALMOLIN, Q.L.; ROBBI, C. **Banco de dados em sistemas de informações geográficas**. Curitiba, 1994. Trabalho acadêmico (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Setor de Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná.

RAMALHO-FILHO, A.; PEREIRA, L. C. **Avaliação da aptidão agrícola das terras do Brasil**: potencial de terras e análise crítica das principais métodos de avaliação. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1996, 27p.

REX, K.V.; MALANSON, G.P. The fractal shape of riparian forest patches **Landscape Ecology** vol. 4 no. 4 pp 249-258, 1990.

REZNIECK, A. A. Are small reserves worthwhile for plants? **Endangered species Update**, vol. 5(2), p. 1-3, 1987.

RICHTER, M.; SILVA, L. de C. V. da; MENEZES, P. M. L. de. Aplicação de MDE como suporte em estudos geocológicos: caso das APAS da Serra da Mantiqueira e da Serrinha do Alambari, RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais ...** Belo Horizonte: INPE, 2003. p. 373-376.

ROBINSON, G. J., LEE, F. An automated generalization system for large topographic maps. In: **Innovations in GIS – selected papers from the First National Conference on GIS Research UK**. Editor: Michael F. Workboys. Taylor & Francis, 1994.

ROIG, H. L.; CROSTA, A. P. Aplicação do sistema de informações geográficas ao zoneamento da Reserva Extrativista do alto Juruá. **Caderno de Informações Georreferenciadas**. UNICAMP. v.1, n. 1(6), 1996.

ROSS, J. L. S. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia – Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH)**. São Paulo: USP, n.9, 1995.

ROTTA, E.; OLIVEIRA, Y.M.M. de. Área de distribuição natural da bracatinga (*Mimosa scabrella*). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 1981, Colombo, PR. **Anais do seminário sobre atualidades e perspectivas florestais - Bracatinga, uma alternativa para reflorestamento**, v.5, p.1-24, 1981.

ROTTA, E.; OLIVEIRA, Y.M.M. de. Área de distribuição natural da bracatinga (*Mimosa scabrella*). **Série Documentos**, 5, EMBRAPA-URPFCS, 1982.

SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J; MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**. 1991.

SEABRA, V. da S.; MEDEIROS, D. R.; CRUZ, C. B. M. A importância da correção geométrica de imagens orbitais na atualização cartográfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 21., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Disponível em: http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/239-SR28.pdf. Acesso em: 20 ago. 2004.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy**. Berlin: de Gruyter. 1993.

SHIDA, C. N.; SANTOS, R. F. dos.; RODRIGUES, M. A. Avaliação da paisagem para o planejamento ambiental, Parque Nacional da Serra da Bocaina – SP/RJ. In:

CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6, 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, 2003. 646 p. cap 2, p. 95-96.

SILVA, R. **Banco de dados geográficos: uma análise das arquiteturas duas (Spring) e integrada (Oracle Spatial)**. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SIMÕES, M. **Unidades ecológicas-econômicas e novas técnicas na identificação como subsídio para o planejamento regional**. Trabalho apresentado no GISBRASIL 97, 1997, Curitiba. 1 CD_ROM.

STAR, J.; ESTES, J. **Geographic Information Systems – an introduction**. Prentice Hall, 1990. 302 p.

TAKEUCHI, K; LEE, D. K. A framework for environmental management planning -A landscape-ecological approach. **Landscape Ecology** vol. 3 no. 1 pp 53-63, 1989.

TAVARES, P. A qualidade da base de dados gráfica para o geoprocessamento. **Fator GIS**, Curitiba, n. 3, p. 40-41, out/dez. 1993.

TAYLOR, D. R. F. GIS and developing nations. In: MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. (eds) **Geographical information systems: principles and applications**. Essex: Longman Scientific & Technical, 1991. v.2. p. 115-125.

TEIXEIRA, A. L. A.; MORETTI, E.; CRISTOFOLETTI, A. Introdução. In: **Introdução aos sistemas de informação geográfica**. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 1992. p. 7-9.

TEIXEIRA, A.; MATIAS, L.; NOAL, R. et al.. Qual a melhor definição de SIG. **Fator GIS**, Curitiba, n. 11, p. 20-24, out/dez. 1995.

The Concise **Dictionary of Ecology**. Editor: Michael Allaby. Ed. Oxford University Press, 1994.

THOMÉ, N. **Ciclo da madeira: História da devastação da Floresta da Araucária e do desenvolvimento da Indústria da madeira em Caçador e na Região do Contestado no século XX**. Caçador: Universal, 1995, 177 p.

THOMÉ, N. **Isto é Caçador. Estudo geográfico do município**. Caçador: Imprensa Universal. 1978. 1ª ed. 177 p.

TOBLER, W. R. Geographic information systems research agenda: the scientific community perspective. In: Aangeenbrug R. T. Schiffman Y. M. (eds) **International Geographic Information Systems (IGIS) Symposium**. Arlington, Virginia, vol.1 NASA, Washington DC, pp. 49-52, 1988

TURNER, M.G. Spatial and temporal analysis of landscape patterns **Landscape Ecology** vol. 4 no. 1 pp 21-30, 1990.

TURNER, M.G.; et al Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape pattern **Landscape Ecology** vol. 3 nos. 3/4 pp 153-162, 1989.

TURTON, S.M.; FREIBURGER, H. Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, Northeastern Australia. In: Laurance, W. F.; Bierregaard, R.O. (Eds.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. London: The University of Chicago Press, 616 p., 1997.

USDA FOREST SERVICE, 1995. **Spectrum User's Guide**. Ecosystem Management Analysis Center. Fort Collins, CO.

VENTURI, N. L. GIS aplicado na área florestal. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 4., 2000, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Atilio A. Disperati, 2000. p. 143-157.

VERBOOM, B.; VAN APELDOORN, R. Effects of habitat fragmentation on the red squirrel, *Sciurus vulgaris* L. **Landscape Ecology** vol. 4 nos. 2/3 pp 171-176, 1990.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A.; BATISTA, J. L. F. Dynamics and Restoration of Forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. In: Laurance, W. F.; Bierregaard, R.O. (Eds.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. London: The University of Chicago Press, 616 p., 1997.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A., A., J.; MARTINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. In: II CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, 1992. p. 400-407.

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

WANG, C. B. **Techno vision II**. São Paulo: Makron Books, 1998. 190 p.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETA, C. R.; KIRCHNER, F. F. GPS: ferramenta de apoio na realização de inventário florestal. **FLORESTA**. CURITIBA, n.32(1): p.135-141, jan./jun. 2002.

WEBER, E. J.; HASENACK, H. O uso de SIG no ensino de ciências ambientais. Disponível em: <<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/artigos/sigamb2.pdf>>. Acessado em: 16 abr. 2004.

WEBOPEDIA. Enciclopédia on-line especializada em tecnologia da computação. Disponível em: <http://www.webopedia.com/TERM/g/garbage_in_garbage_out.html> Acesso em: 03 jan. 2005.

WIENS, J.A.; MILNE, B.T., Scaling of 'landscapes' in landscape ecology, or, landscape ecology from a beetle's perspective **Landscape Ecology** vol. 3 no. 2 pp 87-96, 1989.

WILSON, M. Biodiversity and Ecological Processes. p. 96-107. In: SZARO, R.C.; JOHNSTON, D.W. **Biodiversity in Managed Landscapes - Theory and Practice**. New York: Oxford University Press, 778 p., 1996.

ANEXO I



REQUERIMENTO PARA AVERBAÇÃO DE RESERVA FLORESTAL LEGAL

A EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, empresa pública federal, inscrita no CNPJ/MF sob nº 00.348.003/0001-10, proprietária do imóvel denominado RESERVA FLORESTAL DE CAÇADOR, situado no local conhecido por Bom Sucesso - Estrada da Caixa d'Água, Município de Caçador, neste Estado, matriculado (transcrito) sob o nº 2289 do livro nº 02, fls. 01, do Cartório de Registro de Imóveis da Comarca de Caçador, Circunscrição da Comarca de Caçador, vem através deste requerer perante a autoridade florestal do Estado de Santa Catarina, a averbação da Reserva Florestal Legal, com a área de 248,31 ha, correspondentes a 21,45% do total da propriedade, compreendida nos limites indicados no mapa em anexo. Entende-se de suma importância a averbação da referida área em cumprimento ao disposto na legislação ambiental e tendo em vista tratar-se a área de um dos mais significativos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista no Sul do Brasil.

Nestes termos pede deferimento

Brasília, 13 de dezembro 2004

Atenciosamente,

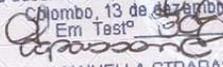



CLAYTON CAMPANHOLA
Presidente



SERVIÇO NOTARIAL E REGISTRAL DE GUARAITUBA - COLOMBO - PR
Renato Strapasson - Titular
Rodovia BR 476 - (Estrada da Ribeira) Km. 3, n.º 1001 - Fone: (41) 663-3511

Reconheço por Semelhança a assinatura de JOEL FERREIRA PENTEADO JUNIOR, visto a ausência da parte (CN 11.63.4). Dou Fé. 0003*708040.
Colombo, 13 de dezembro de 2004 - 14:31:03h.
Em Teste da Verdade


MANUELLA STRAPASSON BUSSOLARI

Ministério da Agricultura
e do Abastecimento

Empresa Brasileira de
Pesquisa Agropecuária

Centro Nacional de
Pesquisa de Florestas

O nosso prefixo mudou para 666

Estrada da Ribeira, km 111 Tel.: (041) 766-1313
Colombo, PR, Brasil Fax: (041) 766-1276
Caixa Postal, 319 (041) 766-1692
CEP 83411-000

Averbação da Reserva Florestal Legal (IN-15)
postmaster@cnpf.embrapa.br

Modelo de Termo para Averbação

TERMO DE AVERBAÇÃO DE RESERVA FLORESTAL LEGAL-TARFL

Pelo presente Termo de Averbação de Reserva Florestal Legal, aos 23 dias do mês de agosto de 2004, o Senhor e/ou Firma EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, empresa pública federal, inscrita no CNPJ/MF sob nº 00.348.003/0001-10, proprietária do imóvel denominado RESERVA FLORESTAL DE CAÇADOR, situado no local conhecido por Bom Sucesso - Estrada da Caixa d'Água, Município de Caçador, neste Estado, matriculado (transcrito) sob o nº 2289 do livro nº 02, fls. 01, do Cartório de Registro de Imóveis da Comarca de Caçador, Circunscrição da Comarca de Caçador, declara perante a autoridade florestal do Estado de Santa Catarina, que também assina o presente termo, tendo em vista o disposto no art. 16, alínea "a" e parágrafo 2º da Lei nº 4.771/65 e suas alterações - Código Florestal, que a floresta ou forma de vegetação existente, com a área de 248,31 ha, correspondentes a 21,45% do total da propriedade, compreendida nos limites indicados no mapa em anexo, fica compondo a:

RESERVA FLORESTAL LEGAL, gravada como de utilização limitada nos termos da legislação florestal. A autoridade florestal, abaixo identificada e com sua assinatura, declara que a área supra descrita foi localizada dentro da propriedade referida, conforme prevê o art. 16 do Código Florestal. O proprietário compromete-se, por si, seus herdeiros e sucessores, a fazer o presente gravame sempre bom, firme e valioso, bem como averbá-lo à margem do registro imobiliário respectivo perante o Cartório competente, nele depositando a planta ou croqui da propriedade com a área de Reserva Legal, que faz parte integrante do presente termo.

E, para que surta seus jurídicos e legais efeitos, firmam o presente termo, em 03 (três) vias de igual teor, na presença das testemunhas abaixo indicadas, que igualmente assinam o presente termo e rubricam a planta/croqui que o acompanham.

PROPRIETÁRIO: Paulo Roberto Furlan

AUTORIDADE FLORESTAL: _____

TESTEMUNHAS: _____

João Tadeu Greboge Almeida
Gerente de Projetos Especiais
Mat.: 235568-0

* Limites e confrontações da reserva legal constantes na planta que integra o presente termo.

Paulo Roberto Furlan
Cartório Distrital de
CAÇADOR/SC

FATMA/GEPES

13 DEZ 2004

C E R T I D ã O - CERTIFICADO que o presente título foi apresentado para averbação em 15 de dezembro de 2004, prenotado sob nº 57.970, no livro competente nº 1-E, AVERBADO sob nº 3/2289 no Registro Geral, escriturado pelo sistema de fichas...../

O referido é verdade e dou fé.
Caçador, 26 de janeiro de 2005.

(Emolumentos: isento) *M*

OFÍCIO DE REGISTRO DE IMÓVEIS
CORREGEDORIA-GERAL DA JUSTIÇA DO ESTADO DE SANTA CATARINA
Seio de Firmado
ARH 33071
RUA ...
CEP ...
Baptista Adami, 611
...000 - CAÇADOR - SC

Alberto Formighieri
Díscal Titular
Chancel em Direito

M. Medico
Marta Teresa Piccinini Dalmedida
Escrevente

SERVIÇO NOTARIAL E REGISTRAL DE GUARAITUBA - COLOMBO - PR
Renato Strapasson - Titular
Rodovia BR 476 - (Estrada da Ribeira) Km. 3, n.º 1001 - Fone: (41) 563-3511

Reconheço por Semelhança a assinatura de JOEL FERREIRA PENTEADO JUNIOR. Dou fé. "0003" 706054" Colombo-PR, 13 de dezembro de 2004 -

14:31 5h.
Em Teste da Verdade
MANUELLA STRAPASSON BUSSOLARI
ESCREVENTE

Lei 13.228 de 10/7/2001
FUNARPEN
SEED DE
AUTENTICIDADE
TABELIONATO
NOTAS
Nº BAW40165

CERTIDÃO

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
ESTADO DE SANTA CATARINA
COMARCA DE CAÇADOR



RUBRICA
[Assinatura]

REGISTRO GERAL

MATRÍCULA Nº
2289

FICHA
N.º 1

REGISTRO DE IMÓVEIS

IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL: Terreno rural, com a área de 11.574.817,55m² (Onze milhões, quinhentos e setenta e quatro mil, oitocentos e dezesseite metros e cinquenta e cinco decímetros quadrados), situado na Fazenda São Pedro, 1ª Distrito desta Comarca, cujas divisas são as seguintes: ao Norte, por quatro linhas secas com diversos rumos tendo respectivamente 942,0 m 1.775,1 m 827,0 m e 530,0 m com terras pertencentes a Müller & Irmãos, até encontrar o arroio da Pascoa e por ele acima, dividindo com terras do Estado do Rio Grande do Sul, até os banhados onde começa a formar-se o aludido arroio, no Cerro Branco; a Leste, por uma linha seca medindo novecentos e doze metros, com terras do Estado do Rio Grande do Sul, até encontrar a divisa com a propriedade de Capitulino Junior de Moraes; ao Sul, por uma linha seca e reta, uma extensão de cinco mil e quatrocentos e sessenta metros, dividindo com terras de Capitulino Junior de Moraes, até encontrar-se as caídas para o Rio do Veado ou Toldo; a Oeste, por uma linha reta, até sair na chapada, medindo setecentos e quinze metros, daí por outra linha reta sempre por cima da chapada, com a extensão de quatrocentos e nove metros e cinco centímetros, daí por outra linha reta, com hum mil seiscentos e quarenta e três metros, até encontrar o arroio do Cará e por ele abaixo, até encontrar uma outra linha reta, com seiscentos e nove metros que encontra as terras de Müller & Irmãos, referidos no início destas divisas confrontando sempre, a Oeste, com terras do Estado do Rio Grande do Sul. = = = = =

PROPRIETÁRIO: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. = = = = =

REGISTRO ANTERIOR: Sob nº 1.553, fls. 11, do livro nº 3A, deste Cartório.-Caçador, 07 de março de 1978.-Dou fé.-Oficial Titular CAF/FM.

AVERBAÇÃO 1/2289 - ADJUDICAÇÃO DE ÁRVORES. Conforme averbação constante a margem do referido registro anterior, datada de 29-09-64, em cumprimento de Mandado Judicial foram adjudicadas em favor do sr. Luiz Busato, 1.500 imbuías existentes na área desta matrícula.-Caçador, 07 de março de 1978.-Dou fé.-Oficial Titular CAF/fm.

REGISTRO 2/2289 - INCORPORAÇÃO, sobre a totalidade do imóvel objeto da presente matrícula, conforme requerimento devidamente assinado pelo Dr. Evandro Menezes Reis, brasileiro, casado, advogado, residente e domiciliado em Brasília - DF., inscrito no CPF sob nº 001.585.001, procurador para esta finalidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA., com embasamento na Lei nº 5.851 de 07-12-72, Decreto nº 72.020 de 28-03-73 e no despacho do Exmo.Sr. Ministro da Agricultura de 13-03-74, publicado no D.O.U. em 02-08-74. **TRANSMITENTE:** MINISTÉRIO DA AGRICULTURA.-**ADQUIRENTE:** EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA., empresa pública, com personalidade jurídica de direito privado, com sede em Brasília - DF., inscrita no CGCMF sob nº 00.348.003/0001-10.-**VALOR:** Cr\$ 1.314.000,00 que se refere ao terreno objeto da matrícula supra, referindo-se também aos terrenos objeto das matrículas nºs. 2285, 2286, 2287 e 2288.-Caçador, 07 de março de 1978.-Dou fé.-Oficial Titular: CAF/fm.

AVERBAÇÃO 3/2289 - RESERVA LEGAL FLORESTAL Conforme requerimento arquivado e prenotado neste Ofício sob nº 57.970, em 15/12/2004, instruído com Termo de Compromisso datado de 23-08-2004 e Planta Topográfica, **fica averbado** que **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA**, empresa

MATRÍCULA Nº
2289

Maria Teresa Piccini Dalmedico
Escrivente

SEGUIE NO VERSO

CONTINUAÇÃO

pública federal, com sede em Brasília-DF, inscrita no CNPJ sob nº 00.348.003/0001-10, proprietária do presente imóvel, declarou perante a autoridade florestal do Estado de Santa Catarina - **FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - FATMA**, que também assinou o referido Termo, tendo em vista o disposto no art. 16, alínea "a" e parágrafo 2º da Lei nº 4.771/65 e suas alterações " Código Florestal", que a floresta ou forma de vegetação existente, com a área de 248,31 hectares correspondente a 21,45% do total do presente imóvel, compreendida nos limites indicados na planta topográfica, fica compondo a Reserva Legal Florestal, gravada como de utilização limitada nos termos da referida legislação. A autoridade florestal, declarou que a área supra foi localizada dentro da propriedade referida, conforme prevê o art. 16 do Código Florestal. A empresa proprietária comprometeu-se por si, e sucessores, a fazer o presente gravame sempre bom, firme e valioso. Caçador, 26 de janeiro de 2005. (Emolumentos: isento). Dou fé. Maria Teresa Piccinini Dalmedico-Escrevente: *M. Dalmedico*
MTPD.



OFÍCIO DE REGISTRO DE IMÓVEIS
COMARCA DE CAÇADOR - SC
CERTIFICO, que até à data abaixo mencionada, é tudo o que consta nesta matrícula da qual extrai a presente certidão. O referido é verdade e dou fé.
Caçador, 26 JAN. 2005
M. Dalmedico
Maria Teresa Piccinini Dalmedico
Escrevente

Certidão fornecida em decorrência de Registro/Averbação válida por trinta dias

Ofício Registro de Imóveis
Rua: Victor Baptista Adami, 611
CEP 89500-000 - CAÇADOR - SC

SEGUE



DIRETORIA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO - DIPO
GERÊNCIA DE LICENCIAMENTO FLORESTAL - GEPES
Caixa Postal - 1254
Rua Felipe Schmidt, nº 485, Centro.
Fone: (048) 224-8299; FAX: (048) 223-7755,
88.010-001 - Florianópolis - SC

PARECER TÉCNICO Nº/LR - 032/04

DE: LUCIAN RITZMANN
PARA: GEPES

ASSUNTO: Análise de Projeto de Averbação de Reserva Legal.

PROPRIETÁRIO: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -
EMBRAPA.

Em atenção ao Projeto para averbação de Reserva Legal do imóvel rural denominado Reserva Florestal de Caçador, em Bom Sucesso – Estrada da Caixa d'Água, município de Caçador/SC, com Matrícula nº 2289, livro 02, fls. 01 CRI de Caçador/SC, com área total de 1.157,48 ha e 248,31 ha (21,45 %) Reserva Legal própria e com 295,96 ha de área de preservação permanente – APP, Processo VEG-1158-CRP, após análise consideramos que o Projeto atende as orientações técnicas para a manutenção da vegetação da área referida, bem como atende o art. 16 da Lei 4.771/65 e Medida Provisória 2166-67/01, com ART/CREA/SC nº 2004029810-4 d Eng^a Ftal. Maria Augusta Doetzer.

Conclusão: relativo a solicitação de aprovação do Projeto para Averbação da Reserva Legal, com os considerandos acima, nosso entendimento é pelo **deferimento** do pedido.

É o nosso parecer;

Florianópolis, 29 de novembro de 2.004.

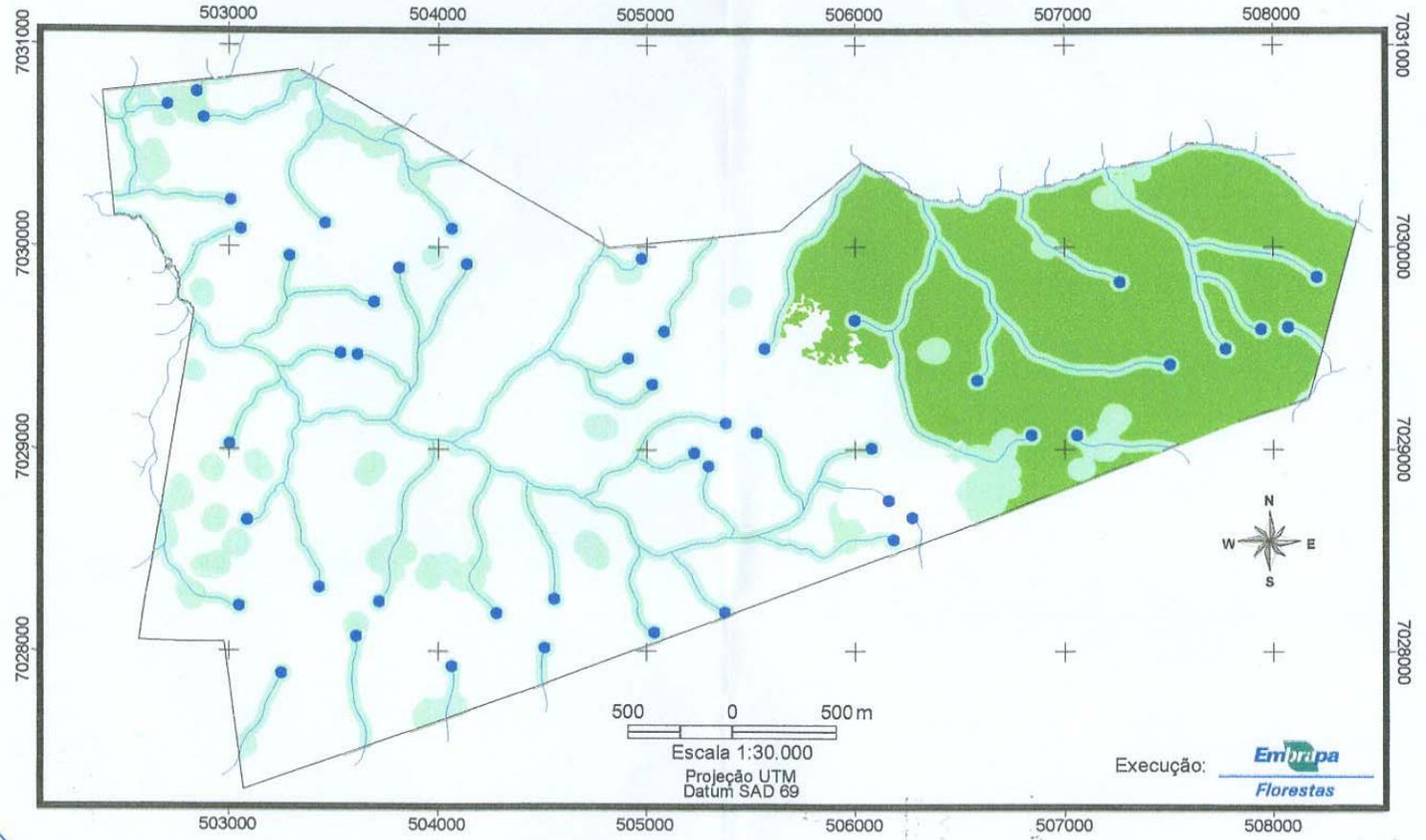
LUCIAN RITZMANN
Eng.º Florestal
Matrícula n.º 235525-6.
CREA/SC - 6447-D ART-1823745-1

014935630818



João Taddei Greboge Almeida
Gerente de Projetos Especiais
Mat.: 235568-0

Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal da Reserva Florestal Embrapa/Epagri em Caçador - SC



Matrícula do imóvel: 2.289
Registro cartório: 01 Livro: 02 Folha: 01
Município/UF: Caçador/SC

Maria Augusta Doetzer Rosot
Maria Augusta Doetzer Rosot - CREA: 16185-D/PR
Responsável Técnico

Legenda	Área (ha)
● Nascentes	-----
— Curso d'água	-----
□ Limite de propriedade	1.157,48
■ Reserva Legal	248,31
■ Área de Preservação Permanente	295,96