UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA HUMANA

FERNANDA PEREIRA RIGHI

A CARTOGRAFIA AMBIENTAL COMO SUPORTE PARA O ESTUDO DAS
UNIDADES DE PAISAGEM: O CASO DA RESERVA BIOLÓGICA DE SÃO
DONATO – RS.

- Edição Revisada -

São Paulo

2012

FERNANDA PEREIRA RIGHI

A cartografia ambiental como suporte para o estudo das unidades de paisagem: o caso da reserva biológica de São Donato – RS.

- Edição Revisada -

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Geografia Humana

De acordo

Orientadora: Prof. Dr^a. Fernanda Padovesi
Fonseca

São Paulo

2012

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação

Serviço de Biblioteca e Documentação

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

Fernanda, Righi

F571c A cartografia ambiental como suporte para o estudo das unidades de paisagem: o caso da reserva biológica de São Donato – RS. / Righi Fernanda; orientador Fernanda Padovesi. - São Paulo, 2012. 118f.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Humana.

1. Cartografia. 2. Paisagem. 3. Unidades de Conservação. I. Fonseca, Fernanda. Orient. II. Título.

Nome: RIGHI, Fernanda Pereira.

Título: A cartografia ambiental como suporte para o estudo das unidades de paisagem: o caso da reserva biológica de São Donato – RS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Geografia Humana

Aprovado em: 04 de outubro de 2012.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Davis Gruber Sansolo
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Campus do Litoral Paulista

Prof. Dr. Marcello Martinelli
Universidade de São Paulo
Departamento de Geografia

Prof. Dr^a. Fernanda Padovesi Fonseca
Universidade de São Paulo
Departamento de Geografia

Dedico esta dissertação,

À minha mãe, por seu carinho e apoio incondicional ao longo dessa jornada, sem ela nada teria sentido.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo, representada pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão da bolsa de mestrado para a realização da pesquisa.

Agradeço à Prof. Dr^a. Fernanda Padovesi Fonseca pela orientação e amizade construída ao longo dos últimos anos, obrigada pela oportunidade de aprendizado e pela confiança em mim depositada.

Aos professores, Dr. Marcelo Martinelli e Dr^a Sueli Ângelo Furlan, pelas sugestões, críticas e desafios propostos no exame de qualificação.

Aos meus colegas e professores da pós-graduação, que contribuíram para o meu crescimento intelectual, sobretudo, à Ludmila Girardi e Caroline Araújo pela amizade conquistada.

Aos meus amigos gaúchos e paulistas pelo apoio e amizade sincera, mesmo com as minhas ausências. Aos paulistas, obrigada pela acolhida e aos gaúchos, agradeço pela eterna conexão com nossas raízes, em especial à Marta Martins e Marco Rogério Gonçalves que sempre oraram por mim.

À minha família, pela companhia de uma vida inteira, que mesmo distante sempre torceu por mim, principalmente aos meus irmãos Wiliam e Flávia Pereira Righi e à minha mãe Gleci Pereira Righi.

Agradeço sinceramente a todos que fizeram parte dessa caminhada, e que de alguma maneira contribuíram para o meu amadurecimento intelectual e pessoal.

Por fim, agradeço a Deus, em suas mais diversas formas, pela força, quando tudo parecia sem solução, pela luz, em meio à escuridão. Sem dúvida, se não fosse por ele, essa jornada não chegaria ao fim.

Quando o verde das pastagens
se dourar os arrozais,
Tu saberás pela paisagem
por que cantam os cardeais.
(João Chagas Leite)

RESUMO

RIGHI, F. P. **A cartografia ambiental como suporte para o estudo das unidades de paisagem:** o caso da reserva biológica de São Donato – RS. 2012. 118f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Com crescimento da degradação ambiental, houve um grande investimento em unidades de conservação, que resultou no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Embora o SNUC almeje regulamentar as unidades de conservação, muitas dessas tem dificuldade em proteger o meio ambiente, como é o caso da reserva biológica de São Donato, situada entre os municípios de Itaqui e Maçambará - RS, cujo objetivo é proteger o banhado São Donato, frente à expansão da agricultura e da pecuária. Assim, o objetivo da dissertação é contribuir para o estudo das unidades de paisagem da reserva biológica de São Donato, através da cartografia ambiental. Para isso, foram traçados objetivos específicos: (1) elaborar mapas temáticos - hipsométrico, clinográfico e uso do solo; (2) proceder uma análise multitemporal do uso do solo; (3) propor uma cartografia de unidades de paisagem da reserva biológica; (4) avaliar essas unidades de paisagem, quanto ao grau das intervenções antrópicas. Portanto, a partir do conceito de paisagem definido por Bertrand (1968) e da metodologia proposta por Martinelli; Pedrotti (2001) para a cartografia de unidades de paisagem foram identificadas dez unidades de paisagem na reserva biológica de São Donato, sendo que as unidades com maior interferência antrópica estão em expansão, enquanto que as unidades naturais encontram-se em dinâmica de retração, devido ao crescimento da atividade agropecuária no entorno da unidade de conservação, sobretudo do cultivo do arroz irrigado.

Palavras-chave: Cartografia, Unidade de Paisagem, Meio Ambiente.

ABSTRACT

RIGHI, F. P. **The environmental mapping as a support for the study of landscape units:** the case of the biological reserve of São Donato - RS.2012. 118f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

With growing environmental degradation, there was a large investment in protected areas, which resulted in the National System of Conservation Units (SNUC). Although this system aims to regulated conservation units, many of these have difficulty in protecting the environment, such as the biological reserve of São Donato, located between the towns of Itaqui and Maçambará - RS, in order to protect the São Donato wetland, given the expansion of agriculture and livestock. The objective of this research is to contribute to the study of landscape units of the biological reserve of São Donato, through the environmental cartography. For this, specific objectives were outlined: (1) elaborate thematic maps; (2) make a multitemporal analysis of land use, (3) propose a cartography of landscape units of biological reserves; (4) evaluate these landscape units, the degree of human interventions. Therefore, from the concept of landscape defined by Bertrand (1968) and the methodology proposed by Martinelli; Pedrotti (2001) for cartography of landscape units were identified ten scenic drives in the biological reserve of São Donato, and units with greater human interference are increasing, while the natural units are in dynamic retraction, due to the growth of farming in the surrounding conservation area, especially the cultivation of rice.

Keywords: Cartography, Landscape Units, Environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esboço teórico do funcionamento de um geossistema.....	23
Figura 2: Classificação tipológica dinâmica de Bertrand.....	25
Figura 3: Esboço da sistematização das unidades inferiores de Bertrand..	28
Figura 4: Origem e evolução do conceito de hemerobia.....	32
Figura 5: Esquema da comunicação polissêmica.....	45
Figura 6: Esquema da comunicação monossêmica.....	45
Figura 7: Componentes da imagem gráfica.....	46
Figura 8: As variáveis visuais e suas propriedades perceptíveis.....	48
Figura 9: Banhado São Donato.....	57
Figura 10: Formações vegetais da reserva biológica de São Donato.....	65
Figura 11: Etapas do processo investigativo.....	72
Figura 12: Esquema do raciocínio de síntese aplicado na pesquisa.....	77
Figura 13: Esquema dos cruzamentos realizados para a definição das unidades de paisagem.....	79
Figura 14: Porcentagem das áreas de uso do solo na reserva de São Donato.....	89
Figura 15: Localização e fotografia do canal de drenagem que corta a reserva biológica de São Donato.....	92
Figura 16: Ocorrência das unidades A1 (ao fundo) e A4.....	97
Figura 17: A planície alagada com vegetação herbácea da unidade A4....	98
Figura 18: Ocorrência das unidades B1 (ao fundo) e B2.....	99
Figura 19: Ocorrência das unidades B3 (ao fundo) e C2.....	99
Figura 20: Ocorrência da unidade C1.....	100
Figura 21: Ocorrência das unidades D1 (ao fundo) e D4.....	102

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Localização da reserva biológica de São Donato – RS.....	15
Mapa 2: A localização da reserva biológica de São Donato na Campanha Gaúcha.....	56
Mapa 3: Mapa geomorfológico da Campanha Ocidental, a partir do RADAMBRASIL.....	62
Mapa 4: Mapa da vegetação da Campanha Ocidental, a partir do RADAMBRASIL.....	64
Mapa 5: População absoluta da Campanha Ocidental.....	66
Mapa 6: Densidade demográfica na Campanha Ocidental.....	67
Mapa 7: Unidades de conservação na Campanha Ocidental.....	70
Mapa 8: Mapa base da reserva biológica de São Donato.....	82
Mapa 9: Mapa hipsométrico da reserva biológica de São Donato.....	84
Mapa 10: Mapa clinográfico da reserva biológica de São Donato.....	86
Mapa 11: Mapa do uso do solo da reserva biológica de São Donato.....	88
Mapa 12: Evolução multitemporal do uso do solo na reserva biológica de São Donato.....	91
Mapa 13: Mapa das unidades de paisagem da reserva biológica de São Donato.....	96
Mapa 14: Hemerobia na reserva biológica de São Donato.....	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Área média dos estabelecimentos agropecuários, quantidade produzida de arroz e efetivo de bovinos nos municípios da Campanha Ocidental, em 201.....	69
Tabela 2: Área das classes temáticas do mapa hipsométrico da reserva biológica de São Donato.....	83
Tabela 3: Área das classes temáticas do mapa clinográfico da reserva biológica de São Donato.....	85
Tabela 4: Evolução do uso do solo na reserva biológica de São Donato, entre os anos de 1990 e 2010.....	90

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1. A PAISAGEM NA GEOGRAFIA.....	18
1.1 Da paisagem ao geossistemas.....	18
1.2 Pressupostos para a classificação dos geossistemas.....	24
1.3 A sistematização geossistêmica de Georges Bertrand.....	27
1.4 O conceito de hemerobia para avaliar paisagens.....	31
2. CARTOGRAFIA DE UNIDADES DE PAISAGEM.....	35
2.1 Breve histórico do desenvolvimento da cartografia.....	35
2.2 A definição da Cartografia.....	39
2.3 2.3 Pressupostos da Cartografia Temática.....	44
2.4 Cartografia de unidades de paisagem: uma síntese ambiental.....	49
3. RESERVA BIOLÓGICA DE SÃO DONATO.....	55
3.1 Campanha Ocidental: contexto regional da reserva de São Donato..	55
3.2 Histórico da ocupação da Campanha Ocidental.....	58
3.3 Características físico-naturais da Campanha Ocidental.....	60
3.4 Características socioeconômicas da Campanha Ocidental.....	66
4. METODOLOGIA.....	71
4.1 Procedimentos metodológicos.....	71
4.2 Procedimentos técnicos.....	71
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	00
5.1 Resultados Parciais.....	81
5.2 As unidades de paisagem na reserva biológica de São Donato.....	93
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109

INTRODUÇÃO

Em razão da evolução e do crescimento da degradação ambiental promovida pelas sociedades humanas, o meio ambiente tem sido amplamente discutido em diversas esferas científicas. No Brasil, um dos países mais ricos em megadiversidade, os ecossistemas tem sido degradados através do desmatamento, da conversão de paisagens naturais em reflorestamentos, lavouras e pastagem, além da expansão industrial e urbana. Embora haja estes problemas, nos últimos 40 anos o país tem se destacado na conservação do meio ambiente, principalmente por meio da proliferação de parques e reservas.

Entre a década de 1970 e 1990, houve um grande investimento em parques e outras unidades de conservação, assim como um crescimento na capacidade de conservação, através do desenvolvimento de uma comunidade científica voltada a esta temática, que culminou na formulação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), através da lei 9.985/2000¹. (MITTERMEIER et al., 2005)

O SNUC definiu as categorias das unidades de conservação, estabelecendo regras para a criação, implantação e gestão dessas áreas, em níveis federal, estadual e municipal. Assim, as unidades de conservação, entendidas como espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes à proteção, foram divididas em dois grupos, as unidades de proteção integral e as unidades de uso sustentável. As unidades de proteção integral admitem apenas o uso indireto dos recursos naturais, enquanto as unidades de uso sustentável compatibilizam a conservação com o uso racional dos recursos ambientais. (SNUC, 2000)

Embora o SNUC almeje regulamentar a criação de unidades de conservação, esses espaços protegidos enfrentam alguns problemas para a sua implementação, devido a vários fatores, sendo eles: a burocracia governamental, a escassez de recursos financeiros para a desapropriação de

¹ Essa lei de 18 de julho de 2000 regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

terras, a insuficiência de recursos humanos para a fiscalização e gerenciamento das áreas de proteção e a falta de infraestrutura e equipamentos para a sua administração. (PRIMACK; RODRIGUES, 2001)

Deste modo, muitas unidades de conservação tem dificuldade em cumprir a função de proteger o meio ambiente, como é o caso da reserva biológica² de São Donato, situada entre os municípios de Itaqui e Maçambará, na região sudoeste do Rio Grande do Sul (Mapa 1). Essa unidade de conservação foi criada através do decreto estadual nº 23.798/1975³, com o objetivo de proteger o banhado São Donato, frente à expansão da agricultura e da pecuária.

É importante salientar que na dissertação consideraremos os banhados como áreas alagadas permanente ou temporariamente, onde se desenvolve uma vegetação adaptada a esta condição. A palavra banhado, tem origem do espanhol “bañado”, sendo utilizada principalmente no Rio Grande do Sul, embora no restante do país seja conhecido como brejo, pântano, pantanal, charco, varjão, alagado entre outros. (BURGER, 2000)

Neste sentido, a reserva biológica de São Donato apresenta alguns problemas, como a demarcação de seus limites e a presença de lavouras e pastagens dentro da unidade de conservação. No decreto de criação, os limites da reserva biológica foram estabelecidos apenas sobre o banhado São Donato, enquanto que a sua demarcação efetiva foi realizada sobre uma área superior. Na pesquisa, consideraremos que a unidade de conservação possui uma área total de 13.591 ha, conforme Thais Brandão et al. (2007), mesmo que alguns autores considerem apenas os 4.392 hectares, referentes ao banhado São Donato.

² Segundo a lei 9.985, art. 10º, a reserva biológica tem como objetivo “a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais.”

³ Esse decreto estadual de 12 de março de 1975 cria vários parques estaduais e reservas biológicas no estado do Rio Grande do Sul, entre eles o Reserva Biológica de São Donato, numa área ao longo da BR-472, entre as cidades de Itaqui e São Borja, incluindo o banhado São Donato.

Mapa 1: Localização da reserva biológica de São Donato – RS.

Já a presença de lavouras na área da unidade de conservação deve-se aos incentivos do Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis⁴ (Pró-Várzea) de 1981, cuja finalidade era promover o aproveitamento das áreas de várzea nas propriedades rurais. Com base nesse programa, os agricultores da região passaram a drenar as áreas alagadas, utilizando-as para o cultivo do arroz irrigado. Segundo a Fundação Zoobotânica (2002), desde a criação da reserva biológica, 70% do banhado de São Donato foi transformado em lavouras de arroz.

Diante disso, podemos afirmar que estes problemas ambientais são nitidamente sociais, pois emergem de como a sociedade se relaciona com a natureza. (MARTINELLI; PEDROTTI, 2001) Logo, a Geografia é uma das ciências que aborda esta complexa relação entre a sociedade e a natureza, na medida em que busca compreender os arranjos espaciais em suas diversas escalas. Neste sentido, a cartografia ambiental tem a preocupação de representar no mapa a complexidade desses fenômenos, tendo como base uma cartografia crítica, que incorpore todas as relações e contradições do meio ambiente, valendo-se da paisagem como entidade integradora entre o social e o natural.

Desta forma, a presente dissertação tem como objetivo contribuir para o estudo das unidades de paisagem da reserva biológica de São Donato - RS, através da cartografia ambiental. Contudo, para alcançar este objetivo foram traçados alguns objetivos específicos, entre os quais: (1) elaborar mapas temáticos - hipsométrico, clinográfico e uso do solo - da reserva biológica; (2) proceder uma análise multitemporal do uso do solo na unidade de conservação; (3) propor uma cartografia de unidades de paisagem da reserva biológica; (4) avaliar as unidades de paisagem, quanto ao grau de naturalidade e artificialidade das intervenções antrópicas na unidade de conservação, afim de identificar as áreas prioritárias à conservação.

⁴ O Pró-Várzea tem sua origem através do decreto 86.146/1981. Esse programa foi criado, originalmente, pelo Ministério da Agricultura no campo da irrigação agrícola e previa a utilização intensiva das áreas de várzea para a agricultura, entretanto, atualmente é coordenado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e tem por objetivo estabelecer bases técnicas, científicas e políticas para a conservação e o manejo sustentável dos recursos naturais das áreas de várzea, principalmente, na região amazônica.

Diante disso, a dissertação encontra-se organizada em cinco capítulos. O primeiro trata da questão da paisagem, fazendo uma breve reflexão sobre a evolução desse conceito na Geografia e enfatizando a importância da concepção do geossistema para a análise dos fenômenos ambientais. Nesse sentido, além dos pressupostos da teoria geossistema proposta por Georges Bertrand (1968), é apresentado o conceito de hemerobia, enquanto metodologia para a análise de unidades de paisagem da reserva biológica de São Donato.

O segundo capítulo aborda o conceito de cartografia, enquanto forma de representação das complexidades ambientais, através da proposta de Semiologia Gráfica, criada por Jacques Bertin (1967) e da metodologia para a cartografia de unidades de paisagem de Marcelo Martinelli e Franco Pedrotti (2001). Nesse sentido, o capítulo faz um breve relato da história do desenvolvimento da cartografia e das suas principais definições, seguido pelos pressupostos da cartografia temática e pela cartografia das unidades de paisagem, entendida como uma síntese ambiental.

O terceiro capítulo refere-se à caracterização da reserva biológica de São Donato, no qual foram discutidos os elementos naturais e sociais, sob dois enfoques, um regional e outro local, simultaneamente. Diante disso, é realizada uma leitura da localização da área de estudo na microrregião da Campanha Ocidental, seguida pelo histórico da ocupação da área, e pelas caracterizações dos atributos físico-naturais e socioeconômicos. Já o quarto capítulo é descrito o processo investigativo, onde são expostos os procedimentos metodológicos e técnicos aplicados na pesquisa para se atingir os resultados esperados.

No quinto capítulo são apresentados os resultados obtidos na pesquisa e a sua análise, com a apresentação da proposta de cartografia das unidades de paisagem para a reserva biológica de São Donato, juntamente com a descrição e a avaliação hemeróbica destas unidades. Por fim, são apresentadas as considerações finais sobre os resultados obtidos na pesquisa.

1. A PAISAGEM NA GEOGRAFIA

Neste capítulo discutiremos o conceito de paisagem enquanto uma categoria de análise da Geografia, partindo de uma breve reflexão sobre a evolução desse conceito até a inserção da concepção do geossistema, enquanto proposta de análise para os fenômenos ambientais. Diante disso, o capítulo encontra-se dividido em quatro partes, que envolvem a questão da paisagem na Geografia, seguida pelos pressupostos para a classificação dos geossistemas, pela sistematização taxonômica dos geossistemas proposto por Georges Bertrand em 1968, e pela apresentação do conceito de hemerobia para avaliar as unidades de paisagem da reserva biológica de São Donato.

1.1 Da paisagem ao geossistema.

Na Geografia, o conceito de paisagem é referencial na análise dos fenômenos ambientais. Esse termo, na linguagem comum, por exemplo, é definido como um espaço do terreno que abrange o alcance da visão. Porém, essa palavra possui diversas conotações, que variam em função do contexto e do profissional que a emprega. (METZGER, 2001) Nesse sentido, podemos distinguir dois conjuntos de acepções sobre o significado desse termo, o primeiro que se refere à imagem de um território à primeira vista, geralmente de caráter artístico; e a outra acepção de caráter mais científico, que se refere à paisagem geográfica, definida como uma porção da superfície terrestre com características próprias, resultante das interrelações entre os elementos naturais e sociais.

Para os geógrafos, a paisagem é o ponto de partida para a compreensão global da natureza, tendo evoluído no pensamento geográfico através dos fundamentos lançados pela escola alemã, mas também com participação da escola russa. Esse conceito corresponde à tradução da palavra alemã "*landschaft*", e se vinculou aos naturalistas e exploradores do século XIX como paisagem. Através das observações praticadas nas viagens científicas

de Alexander Von Humboldt, esse conceito foi introduzido na Geografia. (TRICART; KILIAN, 1982)

De acordo com Jean Paul Metzger (2001), Humboldt, no início do século XIX, empregou o termo paisagem no sentido de “característica total de uma região terrestre”. Neste sentido, ele e os demais naturalistas, ao observar inúmeras e contrastantes paisagens, buscaram explicações sobre essa diversidade, partindo da observação sistemática dos seus elementos componentes, através do raciocínio lógico, para explicar a causalidade das conexões contidas nas paisagens. (RODRIGUES, 2001)

Portanto, Humboldt é considerado um dos fundadores da Geografia Moderna através de seu estudo da natureza sob a ótica geográfica, valorizando os princípios da causalidade e da comparação, enfatizando a ideia de paisagem por uma concepção holística. (CONTI, 1998)

A partir da metade do século XX, novas concepções são criadas e o estudo das paisagens ganha novo ímpeto, principalmente, a partir da Teoria Geral dos Sistemas proposta por Ludwig Von Bertalanffy. Essa teoria, desenvolvida com base na segunda lei da termodinâmica, promovia tanto a investigação científica dos sistemas nas diversas áreas do conhecimento, quanto sua aplicação tecnológica e discussão como novo paradigma científico. Segundo Kenneth John Gregory⁵ (1992 apud RODRIGUES, 2001, p.72), a Teoria Geral dos Sistemas propõe que:

[...] os sistemas podem ser definidos como conjuntos de elementos com variáveis e características diversas, que mantêm relações entre si e entre o meio ambiente. A análise poderá estar voltada para a estrutura desse sistema, para seu comportamento, para as trocas de energia, limites, ambientes ou parâmetros.

Percebe-se por esta definição, que nessa teoria a ênfase é dada a interrelação e interdependência dos elementos que compõem o sistema, visto como uma totalidade integrada, na medida em que propõem a sua análise

⁵ GREGORY, K. J. A natureza da Geografia Física. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

conectada com o meio ambiente, portanto, impossível de estudar seus elementos isoladamente.

A partir disso, a teoria dos sistemas é disseminada a todos os campos da ciência. Um dos primeiros ramos científicos a utilizar a Teoria Geral dos Sistemas foi a Ecologia, através de Arthur Tansley, em 1935, com o conceito de ecossistema. Para esse autor, o ecossistema era visto como sendo um modelo teórico da paisagem. Já na Geografia, o primeiro a utilizar a teoria dos sistemas em seus estudos, foi o biogeógrafo alemão Carl Troll, em 1939, ao empregar o termo ecologia da paisagem, no entanto, devido à atenção dada aos elementos físicos da paisagem, seus estudos aproximaram-se mais da ecologia, ao invés dos estudos geográficos. (METZGER, 2001)

Desse momento em diante, surgiram diversas propostas de modelos conceituais para o estudo da paisagem, embasados na lógica dos sistemas, promovendo inúmeras reformulações no próprio conceito de paisagem. Cleide Rodrigues (2001, p.72) cita algumas propostas conceituais embasadas pela Teoria Geral dos Sistemas na Geografia:

A abordagem *ecodinâmica* de Tricart (1977), ou os próprios esquemas de classificação propostos por Sotchava (1977, 1978) e por Bertrand (1972) [...], assim como os preceitos de Hack (1960) na Geomorfologia, quando aprofunda a ideia de equilíbrio na natureza e da existência de ajustes recíprocos entre sistemas, subsistemas e entre suas variáveis.

Todavia, essa influência da teoria dos sistemas na Geografia só ganha escopo, a partir da tomada de consciência de que o homem é parte integrante da natureza. Assim, os fatores sociais passam a ser ponderados juntamente com os elementos naturais e, portanto, a ideia de paisagem adquire enquadramento natural e social. Em vista disso, o conceito de paisagem ressurge no final da década de 1960, com o incremento da concepção do geossistema⁶ proposto por V. B. Sotchava (1977), na tentativa de resolver os problemas metodológicos de estudo da paisagem. Para Sotchava, o

⁶ A concepção do geossistema proposta por Sotchava é uma adaptação da noção de ecossistema criada por Tansley, inserido nele a categoria espacial.

geossistema consistia em um sistema natural de nível multiescalar, no qual o os elementos que o compõem, particulares ao local, encontram-se conectados por trocas de matéria e energia, em um só conjunto. (FRÓVOLA, 2007)

Neste sentido, o geossistema evidencia não apenas os componentes da natureza, mas as conexões entre eles, resultando em um estudo da dinâmica, da estrutura, da natureza e da evolução dos sistemas, tornando-se um instrumento lógico para compreender os problemas do meio ambiente. Entretanto, o grande diferencial do geossistema é a abordagem dialética entre a necessidade da análise e da síntese. Se por um lado, a análise requer um estudo mais detalhado, especificando cada elemento do ambiente, a síntese é o contrário, pois busca a visão de conjunto, a totalidade. (Tricart⁷, 1977 apud DIAS, 1998, s.n.)

De acordo com Cleide Rodrigues (2001), Sotchava considerava que os geossistemas, embora fossem considerados “fenômenos naturais”, deveriam ser analisados a partir de fatores econômicos e sociais que influenciassem na sua estrutura, uma vez que essas influências antropogênicas poderiam representar um estado diverso, em relação ao seu estado original. Esse estado derivado pode ser mantido por meio de outras intervenções técnicas, também passíveis de reconhecimento.

A teoria geossitêmica de Sotchava apresenta cinco princípios básicos. O primeiro considera a natureza como “sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados, passíveis de delimitação”. Isto significa que a natureza está articulada através de conjuntos em movimento, que estabelecem trocas de matéria e energia, tanto em nível interno, quanto externo. Afirmo ainda que esses conjuntos (geossistemas) possuem uma organização geográfica que permite a sua delimitação. O segundo princípio analisa o geossistema bilateralmente, onde temos uma estrutura homogênea que caracteriza o geômero e, as qualidades integrativas, que caracterizam o geócoro. Já o terceiro princípio de Sotchava é a noção de dinâmica, onde é possível classificar os geossistemas conforme seu estado sucessivo, adquirindo um caráter preditivo, o que permite identificar a direção ou balanço

⁷ TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

dos processos, incorporando a ele o fator antrópico. O quarto princípio refere-se à sistematização ou modelagem do geossistema, que deverá ser subsidiada pela mensuração direta das trocas, circuitos, balanços de matéria e energia nos sistemas e subsistemas. Por fim, o quinto princípio refere-se à delimitação dos geossistemas. Para Sotchava, a delimitação das unidades sintéticas deve renunciar a justaposição das características reconhecidas pela análise, e buscar a síntese das relações. (RODRIGUES, 2001)

Apesar da contribuição de Sotchava para a formulação da teoria geossistêmica, seus direcionamentos metodológicos para o estudo das paisagens foram bastante questionados. Jean Tricart (1979) faz algumas críticas acerca da proposta de Sotchava. Para ele, os princípios para a classificação dos geossistemas, conforme a homogeneidade e heterogeneidade da paisagem, não são claras, além de restringirem-se apenas as paisagens soviéticas.

Diante da não aplicabilidade da classificação dos geossistemas de Sotchava as complexas paisagens francesas, a teoria dos geossistemas teve que ser reformulada. Assim, Georges Bertrand (1968) propõe uma releitura da teoria do geógrafo russo, através de uma proposta do estudo global da natureza⁸, onde reflete sobre a paisagem a partir de uma visão sistêmica. Nesta proposta, Bertrand (2004, p.141) define a paisagem não apenas como uma simples adição de elementos geográfico dispersos no espaço, mas como:

[...] uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, dos elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

A partir dessa definição, fica evidente que a paisagem não trata apenas do enquadramento natural, mas a paisagem total, na qual o homem passa a ter papel importante. Desta maneira, Bertrand considera o geossistema como uma categoria espacial caracterizada por relativa homogeneidade, cuja estrutura e

⁸ Essa proposta está no texto "Paysage et Géographie Physique Globale: esquisse méthodologique.", publicado originalmente em *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, Toulouse, v. 39 n. 3, p. 249-272, 1968.

dinâmica resulta da combinação entre o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica (Figura 1). O potencial ecológico do geossistema é determinado pelos fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos, enquanto a exploração biológica é caracterizada pela vegetação, solos e fauna. Percebe-se que a exploração biológica depende do potencial ecológico para o seu desenvolvimento, principalmente no que se refere à vegetação. Já a ação antrópica é caracterizada por qualquer interferência humana no meio, que desestabilize o geossistema.

Figura 1: Esboço teórico do funcionamento de um geossistema.

Fonte: Adaptado de Bertrand (2004).

Para Bertrand, o geossistema está em estado de clímax quando o potencial ecológico e a exploração biológica entram em equilíbrio de forças, entretanto, devido à dinâmica, o clímax tem um espaço-tempo muito breve. Em decorrência dessa dinâmica, o geossistema não apresenta, necessariamente, uma grande homogeneidade fisionômica, portanto na maior parte do tempo “ele é formado de paisagens diferentes que representam os diversos estágios da evolução do geossistema”. (BERTRAND, 2004, p. 147)

De acordo com o esboço teórico do geossistema, criado por Bertrand, qualquer geossistema se caracteriza por uma estrutura própria, que coincide

com uma rede de interações, baseada no trinômio potencial ecológico/exploração biológica/ação antrópica. Portanto, é aplicável a qualquer paisagem, desde que compreendida a ideia de dinâmica e integração.

A partir dos níveis que compõem o geossistema é possível estabelecer uma classificação taxonômica para as paisagens, uma vez que, estes introduzem, sem dificuldade, a dimensão temporal e a perspectiva dinâmica e evolutiva a elas. Para Bertrand, na escala do geossistema que ocorrem a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e, que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes ao geógrafo. Logo, propôs uma sistematização taxonômica do geossistema no intuito de resolver os problemas de método para estudar os geossistemas, todavia é importante compreender alguns pressupostos dessa sistematização, na medida em que permitem compreender a gênese da visão geossistêmica. (BERTRAND, 2004)

1.2 Pressupostos para a classificação dos geossistemas

O ponto de partida para a definição das unidades de paisagem é a sua própria fisionomia. Nesse sentido, Bertrand acreditava que a vegetação era a expressão geoecológica da paisagem, isto é, ela caracterizava o elemento integrador e sintetizador da paisagem. Entretanto, afirmava que apenas a fisionomia não representava o funcionamento desta, logo, optaria por uma tipologia dinâmica, que classificasse os geossistemas de acordo com seu caráter evolutivo, uma vez que o estudo da paisagem à luz de sua evolução histórica englobaria todos os aspectos paisagísticos. (BERTRAND, 2004)

Essa tipologia dinâmica da paisagem apoia-se na teoria bio-resistásica de Erhart. Essa teoria considera a importância que cobertura vegetal exerce na evolução das paisagens, ao passo que, serve de proteção contra os processos morfogenéticos. Logo, a expressão biostasia significaria o equilíbrio biológico, os meios morfologicamente estáveis, enquanto que resistasia seriam os meios que sofreram alguma ruptura em seu equilíbrio biológico. Nesse sentido, nos meios em biostasia ocorre à predominância da pedogênese, em detrimento da

morfogênese, e nos meios em resistasia há a predominância da morfogênese. (TRICART; KILIAN, 1982; DIAS, 1998)

Com base nisso, a tipologia dinâmica adotada por Bertrand considera o estágio evolutivo da paisagem, sua situação clímax e o sentido geral da dinâmica (progressiva, regressiva ou estável). Propõe, ainda, uma classificação tipológica dinâmica para os geossistemas na perspectiva do tempo e do espaço, onde o tempo refere-se à herança histórica dos geossistemas e o espaço a sua justaposição. A classificação tipológica dinâmica de Bertrand envolve seis tipos de geossistemas, agrupados em dois grupos dinâmicos distintos, conforme mostra a figura 2 abaixo.

Figura 2: Classificação tipológica dinâmica de Bertrand.

Os geossistemas em biostasia referem-se às paisagens em que a geomorfogênese é nula, portanto, o potencial ecológico é, relativamente, estável. A evolução do geossistema é determinada pela pedogênese e por processos bioquímicos, que aliados à intervenção antrópica podem provocar uma dinâmica regressiva da vegetação e dos solos, não comprometendo, gravemente, o equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica. Desta forma os geossistemas em biostasia podem ser classificados conforme o grau de estabilidade em: geossistemas climáticos, onde o clímax é conservado e a intervenção humana limitada; geossistemas paraclimáticos surgem no decorrer de uma evolução regressiva, através da modificação parcial do potencial ecológico ou exploração biológica, devido à ação antrópica; geossistemas degradados com dinâmica progressiva surgem em áreas onde cessou a interferência antrópica, com exploração biológica progressiva, e geossistemas degradados com dinâmica regressiva representam as paisagens

fortemente humanizadas, onde a ação antrópica é preponderante. Já nos geossistemas em resistasia, a geomorfogênese domina a dinâmica das paisagens. A erosão, o transporte e o acúmulo de sedimentos geram a estabilidade das vertentes e a modificação do potencial ecológico, que consequentemente, afetará a exploração biológica. Os geossistemas em resistasia dividem-se em: geossistemas com geomorfogênese natural, onde a erosão limita o desenvolvimento natural da vegetação e dos solos, e geossistemas regressivos com geomorfogênese ligada à ação antrópica, são paisagens em resistasia bioclimática cuja geomorfogênese é provocada pelo homem. (BERTRAND, 2004)

A teoria bio-resistásica exclui a possibilidade da dialética com a natureza, uma vez que, opõe períodos de biostasia com resistasia, sendo que na realidade, esses fenômenos coexistem e se relacionam entre si. Para resolver este impasse, Jean Tricart (1977) propõe um modelo de classificação para as unidades de paisagem com base na dinâmica dos ecótopos⁹, definida como ecodinâmica. (TRICART, 1979)

No modelo ecodinâmico, essas unidades são definidas a partir da intensidade, da frequência e da interação entre os diversos componentes da dinâmica e dos fluxos de matéria e energia, promovendo uma abordagem sistêmica da paisagem. Para Tricart, as unidades ambientais seriam classificadas em: meios estáveis, meios intergrades e meios fortemente instáveis. Os meios estáveis correspondem aos meios em biostasia, onde a pedogênese é o processo mais expressivo, devido à proteção dada pela cobertura vegetal ao substrato. Nos meios fortemente instáveis, a morfogênese predomina na dinâmica natural, sendo determinada por paroxismos naturais, como o tectonismo e o vulcanismo, ou mesmo pela ação antrópica, caracterizada pela retirada da cobertura vegetal, acentuando a morfodinâmica. Os meios fortemente instáveis correspondem aos meios em resistasia. Já os ambientes intergrades representam a transição entre os meios estáveis e instáveis, na medida em que há uma passagem gradual de um estado para o outro, formando um contínuo. Esses meios intergrades são caracterizados pela

⁹ Ecótopos são regiões que possuem certa homogeneidade das condições ambientais, correspondendo as menores parcelas de um habitat, passíveis de identificar geograficamente.

contínua interferência da pedogênese e da morfogênese. Desta forma, os meios intergrades são suscetíveis a tornarem-se instáveis, na medida em que são sensíveis às influências dos processos evolutivos. (MEDEIROS, 1999; DIAS, 1998)

Desta forma, a abordagem ecodinâmica de Tricart vem subsidiando uma série de avaliações ambientais no Brasil, na medida em que possibilita a identificação de unidades territoriais com dinâmicas semelhantes, passíveis de classificações diversas em processos de planejamento territorial (exemplos: fragilidade do meio físico, potencialidade para suportar obras de engenharia, etc.) e de utilização em instrumentos de gestão ambiental. (RODRIGUES, 2001)

Assim, é incontestável a importância de Tricart para o desenvolvimento dos estudos relativos ao meio ambiente, principalmente quanto à definição de uma classificação das paisagens a partir de sua dinâmica evolutiva, servindo de pressuposto para o entendimento da sistematização geossistêmica proposta por Bertrand.

1.3 A sistematização geossistêmica de Georges Bertrand

A teoria geossistêmica proposta por Bertrand, sem dúvida representa o melhor modelo teórico da paisagem para executar os estudos ambientais, seja pela sua riqueza conceitual ou, simplesmente, pela sua sistematização, que permite conhecer o meio natural. Jean Tricart e Jean Kilian (1982) afirmam que o sistema de Bertrand tem sido aplicado em diferentes meios geográficos, principalmente, em regiões que estão em fase de exploração científica.

Desta maneira, Bertrand apresenta sua sistematização taxocorológica das paisagens, baseado na ideia de que esta é uma entidade global, comportando seis níveis temporo-espaciais. Os níveis superiores referem-se à zona, ao domínio e a região natural, enquanto que as unidades inferiores referem-se ao geossistema, a geofácies e ao geótopo. É importante destacar, que as pesquisas desse autor centraram-se nas unidades inferiores do

sistema, onde elege o geossistema como a escala mais apropriada para a análise dos fenômenos antrópicos, por ser uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados. (BERTRAND, 2004)

Inseridos no geossistema encontram-se as geofácies e o geótopo. Conforme a sistematização das unidades inferiores (Figura 3) percebe-se que o geótopo corresponde à “menor unidade homogênea diretamente discernível no terreno”, com dimensões espaciais entre o metro quadrado ou mesmo o decímetro quadrado. (BERTRAND, 2004, p.148) Geralmente, o geótopo corresponde a uma forma de modelado menor, e oferece uma escala microlitológica e microclimática, podendo abrigar uma biocenose¹⁰ típica. Alguns ecólogos concebem o geótopo como ideia de nicho, uma vez que este oferece condições ecológicas especiais para o surgimento de determinada espécie. (TRICART; KILIAN, 1982)

Figura 3: Esboço da sistematização das unidades inferiores de Bertrand.

As geofácies são consideradas unidades fisionômicas homogêneas que acompanham uma mesma linha evolutiva, com dimensão espacial de algumas

¹⁰ Biocenose, também pode ser chamada de biota ou comunidade biológica, é uma associação de comunidades que habitam um ecótopo, isto é, determinada região com condições ambientais homogêneas.

centenas de metros quadrados. (BERTRAND, 2004) Deste modo, uma borda de meseta ou um pequeno vale podem servir de base para uma geofácies, desde que estejam ocupados por uma formação vegetal homogênea. (TRICART; KILIAN, 1982)

Já o geossistema, conceituado anteriormente, é mais abrangente que as unidades imediatamente inferiores, geofácies e geótopo. Neste caso, Jean Tricart e Jean Kilian (1982) citam como exemplo de um geossistema, uma montanha, com base climática homogênea do ponto de vista litológico e topográfico. Para estes autores, o geossistema constitui um marco de valorização e, como tal, se presta a análise do impacto humano sobre a terra.

Como base no sistema taxonômico de Bertrand, percebe-se a sua preocupação com a escala e com os mapeamentos das paisagens. Dentro da sua concepção dinâmica, ele destaca três diretrizes principais para a delimitação das unidades das paisagens. A primeira, afirma que a delimitação não deve ser um fim em si, mas uma aproximação com a realidade geográfica, onde no lugar de impor categorias pré-estabelecidas devemos buscar as "descontinuidades objetivas da paisagem". A segunda diretriz, afirma que é preciso renunciar a síntese "média", obtida pela superposição de unidades elementares, quer pela técnica cartográfica ou técnica matemática, excluindo a possibilidade de uma relação dialética das paisagens, em detrimento a uma "delimitação será mais grosseira, mas as combinações e as relações entre os elementos, assim como os fenômenos de convergência aparecerão mais claramente". (BERTRAND, 2004, p.144) Por fim, ressalta a necessidade de classificar as paisagens em função da escala, ou seja, situar as paisagens na dupla perspectiva do tempo e do espaço. Portanto, não existiriam apenas os limites espaciais ou limites temporais, mas também os limites da dinâmica paisagística.

Essa sistematização proposta por Bertrand sofreu algumas revisões teóricas que proporcionaram maior versatilidade a metodologia. Neste processo de revisão foi possível distinguir duas correntes dentro dos estudos geossistêmicos, a corrente historicista e a corrente quantitativa. Para a corrente historicista, a ação antrópica devia ser preponderante, se comparável aos

outros dois níveis que sustentam a ideia de sistema, o potencial ecológico e a exploração biológica. Nesta corrente, a paisagem é entendida como um produto histórico da relação sociedade-natureza. Já a corrente quantitativa, mais crítica e pragmática, preocupava-se com a "análise setorial", porém não desde a descrição individual dos elementos da paisagem, mas desde a quantificação destes através do tratamento informático. A partir dessa corrente quantitativa surgem os mapeamentos das zonas homogêneas, isto é, das unidades de paisagem, e a representação destas através de modelos e gráficos. (DIAS, 1998)

Apesar das críticas e da fragmentação dos estudos geossistêmicos nas correntes citadas acima, toda a discussão em torno da proposta de Bertrand mostra a relevância de sua teoria na análise da paisagem, sobretudo no desejo de ultrapassar o processo da descrição para atingir a sistematização dos elementos da paisagem e de seus atributos, através de um método global, fundamentado sobre a dedução de modelos.

A definição de paisagem introduzida por Bertrand evidencia o caráter integrador da dinâmica entre os elementos da sociedade e do meio ambiente, assim como ressalta a dialética das transformações que se veem na paisagem. Sem dúvida, a questão da dinâmica da paisagem, norteadas pela relação dialética entre seus componentes, constitui um dos eixos centrais da abordagem bertrandiana. (DIAS, 1998)

Depois de lançada a proposta de Bertrand, modifica-se a visão da paisagem, onde a prioridade passa a ser a relação entre os elementos, determinantes na compreensão da dinâmica geral da paisagem. Isto é perceptível quando o Georges Bertrand (2004, p.147) destaca que:

Por essa dinâmica interna, o geossistema não apresenta necessariamente uma grande homogeneidade fisionômica. Na maior parte do tempo, ele é formado de paisagens diferentes que representam os diversos estágios da evolução do geossistema. Realmente, estas paisagens bem circunscritas são ligadas umas às outras por meio de uma série dinâmica que tende, ao menos teoricamente, para um mesmo clímax.

Com base nessa afirmação, Bertrand quer dizer que a homogeneidade do geossistema, isto é, da paisagem, ocorre em nível das relações e dos processos, ao invés da expressão fisionômica, excluindo a possibilidade de delimitações da paisagem, ao nível da aparência, da fisionomia.

Outra contribuição importante da teoria geossistêmica de Bertrand foi a introdução do homem como elemento constituinte e agente modificador da paisagem, na medida em que considera a ação antrópica como um terceiro nível dentro da concepção global de paisagem.

Assim sendo, o conceito de paisagem sofreu inúmeras reformulações até chegar a sua atual concepção, no entanto, é muito provável que sem as contribuições de Sotchava, Tricart e Bertrand a respeito do geossistema, esse conceito não seria referencial na Geografia e nas análises ambientais.

1.4 O conceito de hemerobia para avaliar paisagens

Para estudar os efeitos da ação antrópica nas paisagens, alguns autores propuseram alguns conceitos, entre os quais, destaca-se o de hemerobia. Esse conceito surge da necessidade de acompanhar a evolução das modificações nas paisagens, algumas motivadas pelas intervenções antrópicas. Todavia, a própria ideia de hemerobia passou por inúmeras reformulações, como podemos observar na figura 4, que mostra a origem e a evolução desse conceito.

O conceito de hemerobia surgiu primeiramente na Ecologia, através dos estudos de Jaakko Jalas (1953), que utilizou o termo derivado do grego *hemeros* (cultivado, domesticado) para determinar o nível de dominação antrópica das paisagens. Desta forma, as paisagens foram classificadas segundo seu grau de artificialidade e naturalidade em: (1) anemeoróbio, que se refere a paisagens naturais ou de pequena interferência antrópica; (2) oligomeoróbio, paisagens mais naturais do que artificiais; (3) mesomeoróbio,

paisagens mais artificiais do que naturais; e (4) euemeoróbio que se refere a paisagens artificiais. (FREITAS; CARVALHO, 2008)

Autor	Hemerobia	Classes
Jalas (1953)	Grau de artificialidade e naturalidade do meio.	Anemeoróbio Oligoemeoróbio Mesoemeoróbio Euemeoróbio
Sukopp (1972)	Totalidade dos efeitos da ação antrópica sobre a paisagem.	Natural Quase Natural Semi(agri-)natural Agricultural Quase Cultural Cultural
Monteiro (1978)	Derivação antropogênica da paisagem.	Transformações Positivas e Negativas
Haber (1990)	Uso do solo conforme a variação da naturalidade/artificialidade.	Bioecossistemas Tecnossistemas
Hough (1995)	Grau de interferência humana na paisagem.	Paisagem Formal e Natural
Fávero et al. (2004)	Unidades da paisagem conforme os elementos naturais e interferências antrópicas.	Hemerobia aumenta conforme a ordem crescente de A à E.
Buch (2007)	Unidades da paisagem conforme a variação da naturalidade/artificialidade.	Artificialidade cresce de A à E, enquanto que a naturalidade decresce.

Figura 4: Origem e evolução do conceito de hemerobia.

Fonte: Adaptado de FREITAS; CARVALHO, (2008).

Em seguida, Herbert Sukkop (1972) apontou a hemerobia como a totalidade dos efeitos das ações voluntárias, causadas pelas mudanças na cobertura vegetal e solos, e não apenas na interferência do ser humano sobre os ecossistemas, classificando a hemerobia em seis graus de naturalidade, sendo eles: natural (anemerobiótico); quase-natural (oligoemerobiótico); semi-agrinatural (mesoemerobiótico); agri-cultural (euemerobiótico); quase-cultural (poliemerobiótico) e Cultural (metaemerobiótico). (KROKER et al. 2005)

Posteriormente, Carlos Augusto Figueiredo Monteiro (1978), estudou as alterações na paisagem causadas pelo ser humano, utilizando outro termo denominado “derivação antropogênica”, podendo esta ser positiva ou negativa. (FREITAS; CARVALHO, 2008)

A proposta hemeróbica de Jalas serviu de base metodológica para o desenvolvimento da proposta de Helmut Troppmair (1983), servindo de suporte para classificar e avaliar os ecossistemas e geossistemas do Estado de São Paulo, numa escala de ordem de 1:2.000.000. Porém, modificou um pouco os termos utilizados por Jalas, acrescentando quatro graus de qualidade à sua classificação: ahemeróbio (A ou natural) para paisagens naturais, que sofrem interferência antrópica indireta e são capazes de se auto-regular; oligohemeróbio (B ou próximo do natural) para paisagens pouco antropizada, sendo influenciada pelo homem, porém similar ao grau anterior; (c) mesohemeróbio (C ou semi-natural) para paisagens mais artificiais do que naturais, resultantes do uso humano, nem sempre intencionalmente, com capacidade limitada de se auto-regular e euhemeróbio (D ou antropogênico) para paisagens artificiais, que foram intencionalmente criadas e são totalmente dependentes do controle e manejo humanos. (FREITAS; CARVALHO, 2008)

Por sua vez, Wolfgang Haber (1990) baseou-se no conceito de hemerobia sugerido por Troppmair para classificar os tipos de uso da terra, porém, não utilizou seus termos por serem de difícil compreensão, classificando-os conforme a diminuição da naturalidade e o aumento da artificialidade, e dividindo os ecossistemas em dois tipos: bio-ecossistemas e tecno-ecossistemas. Os bio-ecossistemas são divididos em quatro classes: ecossistemas naturais, que não sofrem influência humana direta e são capazes de se auto-regular; os ecossistemas próximos de naturais que sofrem influência humana, mas são similares ao anterior, ou seja, tem capacidade de se auto-regular; ecossistemas seminaturais, resultantes do uso humano, com capacidade limitada de se auto-regular e os ecossistemas antropogênico que foram intencionalmente criados pelo homem e são totalmente dependentes de seu controle e manejo. Já os tecno-ecossistemas, caracterizados pelo domínio de estruturas e processos técnicos, criados intencionalmente pelo homem para atividades industriais, econômicas e culturais com bio-ecossistemas dispersos em sua malha e no entorno (FÁVERO et al., 2004)

Outro autor que não utiliza o termo hemerobia é Michael Hough (1995) que avaliou o grau de interferência humana em paisagem formal e natural. A paisagem formal possui pouca conexão com a dinâmica dos valores naturais e,

requer muita energia e uso da tecnologia. Como um desenho-padrão, este pode ser encontrado em qualquer parte. E a paisagem natural, representa a vitalidade dos processos naturais e sociais que mesmo alterados, necessitam de renovação. (FREITAS; CARVALHO, 2008)

Já Oriana Aparecida Fávero et al. (2004) realizaram um estudo na Floresta Nacional de Ipanema, com o objetivo de avaliar o grau de hemerobia nas unidades de paisagem. Nesse caso, organizaram as unidades de paisagem de acordo com o maior e o menor grau de interferência antrópica, identificando cinco categorias de hemerobia de “A” à “E”. Para Oriana Aparecida Fávero et al. (2004, p.09), o mapeamento das unidades de paisagem e a avaliação do grau de hemerobia são:

[...] de grande utilidade como uma das etapas do processo de planejamento ambiental, por considerarem muito mais que a síntese do que a análise ou a fragmentação do conjunto. Por constituírem um procedimento de fácil realização, também podem ser utilizados, inclusive, junto à população em programas de educação e de planejamento participativo.

Por sua vez, Helena Buch (2007) estudou as matas ciliares e a degradação da paisagem da área lindeira do médio Iguaçu, como subsídio para a educação ambiental, utilizando o critério de grau de hemerobia proposto por Jalas, Sukopp e Fávero et al. Como resultado, foi elaborado um mapa de hemerobia das unidades de paisagem, com ênfase à mata ciliar e ao uso do solo, comparando os diferentes usos entre si, porém sem utilizar os termos sugeridos e procurando refletir sobre a intensidade da ação humana na paisagem natural. Portanto, realizou uma hierarquização hemeróbica, mediante as categorias de naturalidade e artificialidade em cinco classes: A, B, C, D e E, sendo a classe A como a de predominância de naturalidade e a E de predominância de artificialidade.

Para avaliar as unidades de paisagem na presente dissertação adotou-se a hierarquização hemeróbica proposta por Buch, a fim de identificar as áreas prioritárias à conservação, a partir do grau de artificialidade e naturalidade da reserva biológica de São Donato.

2. CARTOGRAFIA DE UNIDADES DE PAISAGEM

O capítulo aborda o conceito de cartografia, enquanto forma de representação das complexidades ambientais, ficando organizado em quatro partes. Num primeiro momento, discutiremos um breve histórico do desenvolvimento da cartografia, seguido pela busca de uma definição desse conceito. Na sequência, abordaremos os pressupostos da cartografia temática, dando ênfase à proposta da Semiologia Gráfica de Jacques Bertin (1967), como diretriz para a elaboração de mapas com caráter monossêmico, cujo objetivo seja a real transmissão da informação. Por fim, comentaremos a questão da representação dos temas ambientais através de uma síntese cartográfica das unidades de paisagens, seguindo a metodologia de Marcelo Martinelli e Franco Pedrotti (2001).

2.1 Breve histórico do desenvolvimento da cartografia

Os mapas, assim como o desejo de representar o espaço, sempre estiveram presentes no pensamento humano. A apreensão e a representação do meio ambiente foram uma constante da vida em sociedade, entretanto, a história da cartografia tem origem quando o mapa deixa a abstração e adquire existência concreta, isto é, tem sua primeira representação cartográfica. O homem, desde os tempos mais remotos, buscou representar seu ambiente de vivência, seja em cavernas, pedras ou em peles de animais, no intuito de armazenar os diversos conhecimentos acerca da superfície terrestre. (HARLEY, 1991; DUARTE, 2002; MARTINELLI, 2005)

Com a formação das primeiras civilizações, os mapas adquirem importância, pois além de apresentar os conhecimentos sobre determinada região, passam a representar o poder de determinado grupo social. Nesse sentido, durante a antiguidade clássica, os gregos contribuíram com a cartografia, graças ao desenvolvimento das ciências e ao intercâmbio

comercial e cultural com o restante da Europa, norte da África e com o Oriente. Segundo Isa Adonias e Bruno Furrer¹¹ (1993, apud MENDONÇA, 2007, p. 23):

Aos gregos devem-se a concepção de esfericidade da Terra, as noções de polos, equador e trópicos, o conhecimento da obliquidade, da eclíptica, a idealização dos primitivos sistemas de projeção, a introdução das longitudes e latitudes, e o traçado dos primeiros paralelos e meridianos.

No entanto, somente no século VI a.C., através das expedições militares de Alexandre Magno, que os primeiros métodos de representar a superfície terrestre foram colocados em prática, graças aos estudos cosmográficos, astronômicos e matemáticos. Nesse período, devemos destacar os estudos de Eratóstenes¹² e de Ptolomeu¹³. O primeiro foi responsável por calcular a circunferência da Terra, por meio da altura angular do sol e a distância entre as cidades de Alexandria e Siena, enquanto que o segundo disseminou o uso de coordenadas geográficas e das projeções cônicas em seus mapas, além de escrever a obra *Geographia*, que sistematiza todo o conhecimento geográfico da época.

Durante a Idade Média, período entre a queda do Império Romano e a tomada de Constantinopla, a cartografia experimentou uma fase de estagnação, onde todas as descobertas científicas realizadas pelos gregos foram substituídas por uma representação simbólica, de cunho religioso. Entretanto, o conhecimento grego ficou guardado pelos árabes e bizantinos, que baseados nas obras de Ptolomeu deram seguimento aos estudos cartográficos. Com a queda de Constantinopla em 1453, muitos desses estudiosos migraram para a Europa, trazendo a Grécia Antiga para o Ocidente medieval. (MENDONÇA, 2007)

¹¹ ADONIAS, I; FURRER, B. **Mapa:** Imagens da Formação Territorial Brasileira. Rio de Janeiro: Fundação Emílio Odebrecht, 1993.

¹² Eratóstenes (284-194 a.C.), de Cirene, era filósofo, astrônomo, matemático e geógrafo, estudou em Atenas, e foi diretor da Biblioteca de Alexandria. (MENDONÇA, 2007).

¹³ Ptolomeu (100-178 d.C.) astrônomo, matemático e geógrafo, autor de *Geographie*, uma síntese cartográfica com 27 mapas, dentre os quais um mapa-múndi. (MENDONÇA, 2007).

Com relação à retomada dos estudos de Ptolomeu a partir da segunda metade do século XV, através da intensificação do comércio com o Oriente e com as grandes navegações, que exigiam mapas precisos das rotas comerciais e marítimas, François Bellec (1999, p.37) afirma que:

Os geógrafos antigos, tinham-se esforçado por dar ao mundo, do qual tinham um conhecimento confuso, uma organização matemática. Haviam inventado a sua representação e discutido as suas dimensões, lançando as bases de uma nova cartografia, da qual os navegadores seriam, bastante séculos mais tarde, os primeiros utilizadores.

Desta maneira, retomam-se algumas concepções gregas para a elaboração dos mapas durante as grandes navegações, como meio de representação das novas descobertas. Portanto, essas expedições contribuíram para o enriquecimento do conhecimento geográfico e cartográfico, através da elaboração de inventários e mapas detalhados dos territórios descobertos, consolidando a cartografia como a expressão do raciocínio da realidade. (Robinson¹⁴, 1982 apud MARTINELLI, 2005)

Nesse mesmo período, o advento da imprensa por Johannes Guttenberg reduziu os custos da reprodução dos mapas e multiplicou as edições, ampliando a sua divulgação, deixando de ser exclusividade das elites da época. Yves Lacoste (1988) afirma que durante séculos, os documentos cartográficos restringiam-se apenas ao Estado e as pessoas influentes, e que este conhecimento era um instrumento de poder sobre o espaço. Um exemplo disso refere-se à consolidação das áreas coloniais, onde os mapas, financiados pelo Estado, antecipavam a ocupação, na medida em que promoviam a política colonial.

Conforme Marcelo Martinelli (2005), o objetivo mais marcante da história da cartografia é a sua relação com o poder, na medida em que registra os interesses de uma minoria, a visão ideológica de mundo do período, constituindo uma forma de saber e de poder. Complementando esta afirmação, Brian Harley (2009, p.04) coloca que a retenção e o controle das informações e

¹⁴ ROBINSON, A.H. **Early thematic mapping in the history of cartography**. Chicago: The University of Chicago Press, 1982.

do saber são um recurso para manter o poder, nesse caso ele compara os mapas com a escrita e com os números, afirmando que eles são similares no controle do espaço, pois facilitam “a expressão geográfica dos sistemas sociais e são um meio de consolidar o poder do Estado”. Portanto, os mapas estão atrelados ao poder de alguma elite, visto que estes são socialmente produzidos e que carregam um simbolismo que pode estar associado ao conteúdo neles representados.

A partir do século XVIII, o Iluminismo propiciou a valorização do conhecimento geográfico e cartográfico através de diversas discussões filosóficas que buscavam explicações científicas para alguns fenômenos. Destas discussões, emergiram o aprimoramento de algumas técnicas cartográficas que melhor representassem o espaço geográfico. A consolidação do sistema capitalista estimulou o desenvolvimento técnico-científico, uma vez que a valorização da razão e a retomada da matemática como linguagem científica universal requisitavam novos conceitos, novas representações. A partir da acumulação do capital, este passa a ser investido na produção de equipamentos que melhorassem a precisão dos mapas, o que conferiu certo avanço cartográfico.

Com isso, durante o século XIX a cartografia se dissocia da geografia, na medida em que os Estados, por razões econômicas e militares, desenvolvem maciçamente a produção de mapas, e passam a exigir um grande número de especialistas. Dessa forma, começam a se desenvolver mapas mais específicos, como os geológicos e os meteorológicos, e a cartografia entra no circuito da divisão do trabalho científico. (LACOSTE, 1988; RAISZ, 1969)

No início do século XX, com a difusão de novas ferramentas de análise espacial originadas, sobretudo, da informática, a cartografia obteve um enorme avanço tecnológico. Através do sensoriamento remoto e do geoprocessamento, a cartografia passou a representar o espaço com o auxílio de imagens de satélite e computadores, tornando a produção de mapas mais rápida e precisa.

Segundo Evelyn Novo (1992), o sensoriamento remoto é a tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos, sem que haja contato

direto com ele, produzindo imagens de satélite. Já o geoprocessamento é entendido, conforme Gilberto Câmara e José Simeão de Medeiros (1998) como a área do conhecimento que utiliza técnicas computacionais para o tratamento de informações geográficas, sendo que o instrumento computacional do geoprocessamento que permite a realização das análises geográficas complexas é o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Segundo Marcelo Martinelli (2003, p.16), atualmente, a cartografia tornou-se um verdadeiro Sistema de Informações Geográficas, na medida em que visa “à coleta, armazenamento, recuperação, análise e apresentação de informações sobre lugares”. Este autor vai além, e afirma que a partir dessa nova característica, a cartografia tornou-se capaz de realizar análises históricas, além de proporcionar a simulação de eventos complexos, o que permite um avanço nas pesquisas, principalmente, àquelas de caráter ambiental.

Todavia apesar de todo o desenvolvimento tecnológico de que a cartografia vem se beneficiando, devemos analisá-la em seu contexto social, enquanto uma construção, produzida ao longo do desenvolvimento humano, portanto, uma expressão da história da sociedade. Assim, não devemos buscar mapas que apenas respondam localizações, mas o processo por meio do qual ele é produzido, o contexto social em que ele se insere.

2.2 A definição da Cartografia

O mapeamento é uma tarefa empreendida principalmente pela geografia e pela cartografia, entretanto, diversas áreas do conhecimento utilizam-se deste para representar a distribuição territorial dos fenômenos. Com o desenvolvimento das técnicas de mapeamento, a cartografia se distanciou da geografia, resultando na especialização das atribuições do mapa. Tanto a geografia, quanto a cartografia tratam o espaço, no entanto, suas concepções são diferentes. Enquanto na geografia, o espaço é o objeto central da análise, e o ato de representá-lo faz parte do processo investigativo, na cartografia, o

espaço é fonte de informação para a elaboração do mapa, seu objeto de estudo, logo a ênfase está na representação. (GIRARDI, 2008)

Desta maneira, geógrafos e cartógrafos possuem habilidades, objetivos e técnicas próprias, que os diferem na condição de mapeadores. Portanto, podemos afirmar que existem duas cartografias, uma praticada por cartógrafos e a outra desenvolvida pelos geógrafos, denominada de cartografia geográfica.

A cartografia geográfica é uma especialidade da geografia que se dedica ao estudo dos mapas, onde seu objetivo é aperfeiçoar a utilização dos mapas na análise espacial. Não há uma definição concreta sobre a cartografia geográfica, no entanto, discutiremos algumas definições, que mais se aproximam das ideias da cartografia praticada por geógrafos.

A definição de cartografia passou por várias transformações. Primeiramente, foi associada à arte, devido à preocupação estética do mapa. Depois, com a sistematização do conhecimento, passa a ser vista como ciência, ao mesmo tempo em que é concebida como técnica, e posteriormente, é encarada como disciplina.

Durante o XX Congresso Internacional de Cartografia, organizado pela Associação Cartográfica Internacional (ACI), em 1964, a cartografia foi definida, de acordo com Paulo Araújo Duarte (2002, p.16), como:

Conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise e documentação, com vistas à elaboração e preparação de cartas, planos ou forma de expressão, assim como sua utilização.

Segundo este autor, essa foi uma das definições mais completas criadas por essa associação, pois considera a cartografia sobre três enfoques, o científico, o técnico e o artístico. Já em 1989, durante a conferência da ACI, redefiniu-se a cartografia, agregando ao conceito novas funções, além de ampliar suas formas de percepção. Desta forma, o conceito de cartografia passa a ser entendido como a “organização, apresentação, comunicação e utilização da geoinformação nas formas visual, digital e tátil que inclui todos os

processos de preparação dos dados, no emprego e estudo de todo e qualquer tipo de mapa.” (Taylor¹⁵, 1994 apud MARTINELLI, 2005, p.23)

Entretanto, durante outra conferência da ACI, em 1991, a cartografia deixa de ser considerada ciência, arte e técnica, e adquire status de disciplina. Portanto, fica definida como “a disciplina que trata da concepção, produção, disseminação e estudo de mapas.” (ARCHELA, 2000)

No entanto, esses conceitos não deixavam claro quais os fenômenos que a cartografia deveria representar, portanto, Konstantin Alexevitch Salichtchev¹⁶ (1973 apud MARTINELLI, 2005, p.22. grifo nosso) a define como “a ciência da representação e do estudo da distribuição espacial dos fenômenos naturais e sociais, suas relações e suas transformações ao longo do tempo, por meio de representações”. Algum tempo depois, em 1988, este autor repensa a cartografia, e a define como a “ciência que retrata e investiga a distribuição espacial dos fenômenos naturais e culturais”. (SALICHTCHEV, 1988, p.21. grifo nosso) Logo, percebe-se a busca de quais fenômenos a cartografia deveria mapear em ambas as definições, sejam eles físicos ou humanos, o que mais tarde resultará numa leitura integrada do espaço geográfico.

Já Miguel Cezar Sanchez (1981) resgata o conceito de cartografia definido pela ACI, em 1964, acrescentando quais seriam as representações gráficas dessa ciência. Portanto, para este autor, as plantas, cartas, mapas, gráficos e diagramas, são as formas de expressão da cartografia.

No começo dos anos 1990, as pluralidades das definições continuam e refletem, sobretudo, as diferentes posturas teórico-metodológicas dos autores. Enquanto Fernand Joly (1990) conceitua a cartografia como a arte de produzir e divulgar os mapas, outros autores a definem como a ciência e a técnica de representar dados espaciais, acrescentando a ideia de Sistema de Informação

¹⁵ TAYLOR, D. R. F. **Uma base conceitual para a cartografia**: novas direções para a era da informação. São Paulo: Seleção de Textos, 1994.

¹⁶ SALICHTCHEV, K. A. Some reflections on the subject and method of cartography after the sixth international cartographic conference. **The Canadian Cartographer**, V.10, N.2, Dez.1973, pp.106 a 111.

Geográfica. (ARCHELA, 2000) Por sua vez, Brian Harley (2009), através de uma postura mais crítica, pensa a cartografia como um conjunto de conhecimentos teóricos e práticos usados para elaborar mapas, considerados produtos sociais de representação visual.

Diante da influência dos novos recursos tecnológicos, principalmente da informática, o conceito de cartografia teve que incorporar novas expressões. Um exemplo disso é a definição dada por David Ruxton Fraser Taylor (2005) que a considera como uma comunicação da espacialidade georreferenciada em formato interativo, dinâmico, multimídia, multissensorial e multidisciplinar, de interesse e uso da sociedade.

No entanto, os princípios básicos da cartografia permanecem os mesmos, e esta é dividida, de acordo com o conteúdo dos mapas e das técnicas empregadas, em cartografia sistemática (ou topográfica) e cartografia temática¹⁷.

A cartografia sistemática agrega os mapas de maior precisão, que requerem técnicas específicas para a sua elaboração. Essa cartografia, segundo, Rosely Archela (2000, não paginado):

Utiliza convenções e escala padrão, contemplando a execução dos mapeamentos básicos que buscam o equilíbrio da representação altimétrica e planimétrica dos acidentes naturais e culturais, visando a melhor percepção das feições gerais da superfície representada. Sua preocupação central está na localização precisa dos fatos, na implantação e manutenção das redes de apoio geodésico, na execução dos recobrimentos aerofotogramétricos e na elaboração e atualização dos mapeamentos básicos.

Nota-se que os dados representados nesses mapas são relativos às características básicas do terreno; que a precisão é algo indispensável; e que a técnica de mapeamento segue padrões específicos.

¹⁷ Sabemos que a cartografia pode ser dividida conforme várias concepções, como por exemplo, Raisz (1969) a classificou com base nos mapas em gerais e especiais; Libault (1975) que apresenta uma divisão entre mapas topográficos e cartas geográficas; entre outros. Entretanto, utilizaremos a denominação de cartografia sistemática e temática, conforme Archela (2000).

Já a cartografia temática surgiu a partir da divisão do trabalho científico, que necessitava de mapas para as diversas aplicações, o que “norteou a passagem da representação das propriedades apenas “vistas” (cartografia topográfica) para a representação das propriedades “conhecidas” dos objetos (cartografia temática)”. (MARTINELLI, 2003, p. 15) Portanto, essa cartografia é vista como um instrumento de expressão da geografia e das demais ciências que têm a necessidade de se expressar graficamente. (ARCHELA, 2000)

A preocupação da cartografia temática é a representação da realidade, por meio de um modelo mental, ao invés de priorizar a representação exata e detalha da superfície terrestre. Logo, importa-se mais com o conteúdo a ser representado do que com a precisão.

Desta maneira, a cartografia temática agrega os mapas temáticos, entendidos como a expressão de um dado espacial, seja ele qualitativo ou quantitativo, sobre uma base topográfica. Portanto, a cartografia temática recorre à sistemática para ter sua base, sobre a qual instalará seus levantamentos.

Mesmo havendo diferenças entre esses dois ramos da cartografia, a fronteira entre elas não é tão definida. Miguel Cezar Sanchez (1981) afirma ser impossível estabelecer uma linha divisória entre a cartografia sistemática e a temática, uma vez que a superposição de mapas temáticos e mapas de base são inevitáveis. Marcelo Martinelli (2003, p. 15) afirma que “as visões topográficas e temáticas do mundo são sucessivas: as representações temáticas não substituem as representações topográficas e sim se acrescentam a elas”. Todavia, convencionou-se internacionalmente adotar a cartografia temática para indicar todos os mapas que tratam de outros assuntos, além da simples representação do terreno. (JOLY, 1990)

Desta maneira, podemos afirmar que a cartografia temática está mais vinculada à geografia, sendo reconhecida, segundo Yves Lacoste (1988), como a “cartografia da geografia”. Para este autor, os mapas temáticos são “objetos geográficos” e interessam à geografia, pois abordam simultaneamente o mesmo território em diferentes escalas.

Portanto, consideraremos a cartografia como multifacetada, na medida em que permeia a ciência, a arte e a técnica, no uso e estudo dos mapas, cabendo à cartografia temática a tarefa de aliar a apreensão e a representação dos fenômenos geográficos, produzindo um mapa que não seja apenas uma ilustração, mas um meio capaz de revelar o conteúdo da informação, o qual norteará o discurso científico e a reflexão.

2.3 Pressupostos da Cartografia Temática

A cartografia temática pode ser fundamentada a partir de várias teorias, todavia, os principais enfoques teóricos são o sistêmico e o estruturalista. O enfoque sistêmico se apoia na Teoria Matemática da Comunicação¹⁸, que considera os mapas como meios de comunicação, enquanto que o enfoque estruturalista propõe o mapa como uma linguagem por meio da Semiologia Gráfica¹⁹, elaborada por Jacques Bertin (1967).

A Teoria da Comunicação Cartográfica busca esclarecer as fases da transmissão da informação cartográfica através de modelos gráficos. Para essa teoria, as etapas de elaboração e uso do mapa estão interligadas, formando um sistema único, suscetível a interferências externas. A desvantagem dessa teoria consiste na comunicação polissêmica da representação cartográfica (Figura 5), que conduziria a uma interpretação ambígua da mensagem. Assim, o autor do mapa teria que considerar o contexto no qual o leitor estaria inserido para não afetar a interpretação da informação.

Com base na figura 5, podemos perceber que o emissor (quem produz o mapa) e o receptor (usuário) encontram-se interligados a partir dos códigos, formando um sistema linear, onde as informações, articuladas por meio de um

¹⁸ Teoria Matemática da Comunicação Gráfica foi elaborada a partir da Teoria Geral dos Sistemas de Ludwig Von Bertalanffy.

¹⁹ Semiologia Gráfica, também denominada de *Grafique*, foi elaborada por Jacques Bertin (1967) com base nos estudos de Ferdinand de Saussure, o qual desenvolveu a semiologia com o objetivo de estudar os signos na sociedade.

mapa, fazem a conexão entre as partes. Nesse esquema de comunicação linear, o usuário está sujeito a várias interpretações do mapa, logo quem o produz deve ter consciência da possível distorção da informação.

Figura 5: Esquema da comunicação polissêmica.

Fonte: Adaptado de Bertin (1977).

Já a Semiologia Gráfica concebe o mapa segundo um sistema próprio de linguagem que deve transmitir as informações sem equívocos, isto é, obedecendo a padrões lógicos da relação entre objetos que será vista pela homônima relação entre os respectivos símbolos. Dessa maneira, baseada nas leis de percepção visual, que conduzem a uma comunicação monossêmica da informação (Figura 6), a Semiologia permite formular regras para a utilização racional da linguagem cartográfica, sendo reconhecida como a “gramática” da linguagem gráfica, onde o signo²⁰ é a unidade linguística. (ARCHELA; THÉRY, 2008)

Figura 6: Esquema da comunicação monossêmica.

Fonte: Adaptado de Bertin (1977) e Martinelli (2003).

Com base no esquema da comunicação monossêmica, podemos observar que as relações lógicas de diversidade, ordem e proporção, que podem ocorrer entre os objetos, devem ser expressas por relações visuais de mesma natureza, de maneira que o autor e o usuário do mapa fiquem do mesmo lado do processo comunicativo, e desenvolvam uma única interpretação da informação.

²⁰ Signos são sinais gráficos que representam objetos ou fenômenos da realidade.

Segundo Marcello Martinelli (2003), a Semiologia Gráfica é uma linguagem de caráter monossêmico, que se preocupa com as relações que podem ocorrer entre os significados dos signos. Este autor afirma ainda que devemos observar “as relações que existem entre os signos que significam relações entre objetos geográficos, deixando para um segundo plano à preocupação com a relação entre o significado e significante dos signos, característica básica dos sistemas semiológicos polissêmicos”. (MARTINELLI, 2003, p.13)

Portanto, a função da representação gráfica, de acordo com as regras da Semiologia Gráfica, é transcrever as relações fundamentais de diversidade²¹ ($\neq$), ordem (O) e proporcionalidade entre objetos, por relações visuais de mesma natureza. Assim, a diversidade deve ser transcrita por uma diversidade visual, a ordem por uma ordem visual, e a proporcionalidade por uma proporcionalidade visual, evitando a ambiguidade da leitura da representação.

A representação de um espaço geográfico, tridimensional e atemporal, num plano bidimensional, significa explorar as correspondências entre todos os elementos de uma mesma informação sobre um componente locacional, através de componentes visuais. Para isso, a imagem gráfica (Figura 7) seria composta por componentes de localização no plano, ou seja, as duas dimensões do plano, definidos de X e Y, fornecidos pela ortogonalidade dos eixos cartesianos, e o componente de caracterização, definido como Z, que trata da qualificação, ordenação ou quantificação entre objetos da realidade. (MARTINELLI, 2003)

Figura 7: Componentes da imagem gráfica.

Fonte: Adaptado de Martinelli (2003).

²¹ A relação fundamental de diversidade, também é chamada de seletiva ou qualitativa.

Deste modo, a representação gráfica pode ser expressa mediante a modulação dos componentes de localização (X, Y) e variando visualmente cada componente de caracterização (Z). Os dois componentes de localização no plano, mais as seis modulações visuais sensíveis do componente de caracterização - tamanho, valor, granulação, cor, orientação e forma – expressas nos modos de implantação pontual, linear e zonal, constituem as Variáveis Visuais. (MARTINELLI, 2003)

As variáveis visuais apresentam ainda, propriedades perceptíveis intrínsecas ao olhar. As principais propriedades perceptíveis são: a qualitativa, onde é possível isolar os elementos distintos num instante de visão, possibilitando a formação de grupos; a ordenada, onde os elementos são hierarquizados espontaneamente; e a quantitativa, em que a relação de proporcionalidade é imediata. Convém ressaltar que existem algumas variáveis visuais que permitem ou não agrupar-se espontaneamente, nesse caso dizemos que elas apresentam propriedades associativas, quando permitem agrupamento, ou propriedades dissociativas, quando a separação é espontânea. (MARTINELLI, 2003; ARCHELA; THÉRY, 2008)

Na sistematização da figura 8, podemos observar como as variáveis visuais são expressas nos diferentes modos de implantação, e quais são as suas propriedades perceptíveis. Deste modo, observa-se que a variável tamanho é utilizada para representar dados quantitativos, pois traduz imediatamente, a relação de proporção entre os elementos cartográficos. O valor é usado para representar ocorrências ordenadas, através da variação dos níveis de cinza. Já a granulação que representa ocorrências qualitativas, consiste no equilíbrio da proporção entre o preto e o branco. A cor também representa fenômenos qualitativos, no entanto, consiste na variação das cores, sem variação da tonalidade. A orientação utilizada para representar dados qualitativos, corresponde às variações de posição entre horizontal, vertical e oblíqua. Por fim, a variável visual forma usada para representar ocorrências qualitativas, explora as variações de forma geométricas ou pictóricas.

		MODOS DE IMPLANTAÇÃO			PROPRIEDADES PERCEPTÍVEIS
VARIÁVEIS VISUAIS	DUAS DIMENSÕES DO PLANO	(X,Y) Posição do ponto no plano.	PONTUAL	LINEAR	ZONAL
	TAMANHO	Pequeno, médio e grande. (com proporção)			
	VALOR	Claro, médio e escuro.			
	GRANULAÇÃO	Textura fina, média e grossa.			
	COR	Azul, amarelo e vermelho.			
	ORIENTAÇÃO	Horizontal, vertical e oblíqua.			
	FORMA	Triângulo, círculo e cruz.			

Figura 8: As variáveis visuais e suas propriedades perceptíveis.

Fonte: Adaptado de Bertin (1977) e Martinelli (2003).

É importante destacar que algumas variáveis visuais apresentam algumas restrições quanto ao seu uso. A variável granulação, embora seja uma variável para representar relações de diversidade, apresenta baixo poder de seletividade, logo irá requerer um olhar mais atento na leitura do mapa. As variáveis orientação e forma são mais “discerníveis” em modos de implantação pontual, entretanto, elas apresentam uma seletividade limitada, pois uma grande diversidade de formas requer mais tempo de observação para captar a geografia do fenômeno.

Nesse sentido, conhecer as características de cada variável visual é importante porque ajuda a construir mapas temáticos que atendam aos objetivos de comunicação, ou seja, que reflitam a natureza dos dados pelo uso da variável correta, e assim tornem-se mapas “úteis”. (LOCH, 2006)

No entanto, para que haja o processo de comunicação entre o “construtor” e o usuário do mapa, além da escolha da variável visual mais adequada ao tipo de informação que se quer mapear, Rosely Archela e Hervé Théry (2008, p.05) comentam alguns princípios que jamais poderão ser

ignorados. Primeiramente, “um fenômeno se traduz por um só sinal”, desde que este não represente uma quantidade ou ordem, portanto, a informação será qualitativa e a variável visual adequada à informação é a forma ou a cor, com algumas restrições. Em segundo lugar, “uma ordem se traduz somente por uma ordem”, logo, sequências ordenadas em classes devem ser transcritas pela variável visual valor. Por fim, “variações quantitativas se traduzem somente pela variável tamanho”.

Desta maneira, cientes destes princípios, podemos afirmar que os mapas são as melhores expressões dos fenômenos geográficos, na medida em que transmitem as mais variadas informações através de uma representação cartográfica monossêmica.

2.4 Cartografia de unidades de paisagem: uma síntese ambiental

A atual profusão dos diferentes mapas tem guiado a cartografia à vertentes mais específicas, como é o caso da cartografia ambiental. A partir do acirrado debate em torno da temática ambiental, a cartografia volta seu questionamento sobre o ambiente, não apenas em seu contexto natural, mas também social. Diante disso, a cartografia ambiental, baseada em uma cartografia crítica, deve incorporar todas as relações, mediações, contradições e oposições entre os componentes que constituem a natureza e a sociedade. (MARTINELLI; PEDROTTI, 2001)

Neste sentido, desde a segunda metade da década de 1970, inúmeros trabalhos voltados à cartografia ambiental foram apresentados, revelando a preocupação com a representação do meio ambiente. Na escola francesa, os trabalhos desenvolvidos por Journaux (1975, 1979), Steimberg; Husser (1988), Henin; Fournier (1982), bem como os apresentados pelo Centro Nacional de Pesquisas Científicas (CNRS) e pelo Ministério de Meio Ambiente, contribuíram com a cartografia ambiental, através da criação de novos conceitos e definições. Já a escola soviética, devido aos acidentes nucleares, ocorridos na antiga união soviética (URSS), contribuiu com esta vertente da cartografia

através dos estudos de Ozenda (1978), Ryashchenko (1983), Rudenko; Bochkovskaya (1994). Por sua vez, no Brasil tem-se notado um crescimento dessas representações temáticas, a partir do final dos anos 1980, todavia ainda são trabalhos isolados. (MENEZES; COELHO NETTO, 2003)

Embora não haja uma sistematização completa para a cartografia ambiental, Juan Javier Alonso (2002) identifica três vertentes que tem contribuído para o seu desenvolvimento: a cartografia ecológica, a cartografia geoambiental²² e a cartografia que produz mapas com forte conotação antrópica. As duas primeiras vertentes, ecológica e geoambiental, buscam a integração dos componentes ambientais, através da supervalorização dos aspectos geológicos e geomorfológicos, enquanto que, a terceira vertente, prioriza o componente humano através de uma cartografia de dados socioeconômicos.

Percebe-se por estas vertentes, que o mapa ambiental segue a tendência de privilegiar apenas um conjunto de variáveis, sejam elas naturais ou sociais. Todavia, deve-se buscar uma cartografia ambiental, que represente a complexidade da realidade, articulando os diferentes níveis de análise em conformidade com as ordens de grandeza em que os fenômenos se manifestam, juntamente com as combinações e contradições que ocorrem entre os arranjos espaciais, num mesmo nível espaço-temporal. (ALONSO, 2002; MARTINELLI; PEDROTTI, 2001)

Diante disso, desenvolveram-se duas abordagens para a cartografia ambiental, a partir dos raciocínios analíticos e sintéticos. Desta maneira, a cartografia ambiental analítica busca representar os elementos do meio ambiente através de justaposições exaustivas, na medida em que a cartografia ambiental de síntese procura a fusão destes elementos em unidades espaciais lógicas e integradas, embora, tenha que recorrer aos mapas analíticos para propor sua síntese. Portanto, a cartografia de síntese é a melhor opção para a cartografia ambiental, na medida em que exprime a fusão dos elementos analíticos em arranjos espaciais característicos. (MARTINELLI, 1994)

²² A cartografia geoambiental também pode ser denominada de cartografia da paisagem. (ALONSO, 2002)

Nesse sentido, surgiram algumas propostas metodológicas para a cartografia ambiental, entre as quais se destacam as propostas de Ozenda (1976), Tricart (1977), Troppmair (1983) e Monteiro (1987).

A proposta metodológica para a cartografia ambiental de Ozenda (1976) é baseada em uma sucessão de níveis de análise, que iniciam pelo mapa de vegetação. A partir disso, é elaborada a cartografia das séries de vegetação, que envolvem a evolução das formações em vários estágios, desde as pioneiras até as potenciais, e da vegetação potencial. Com base na cartografia da vegetação potencial é estabelecida a cartografia dos ecossistemas, a qual possibilita a análise do meio natural, através das interrelações que os organismos estabelecem entre si e com o meio. Após essas cartografias, é elaborado o mapa ambiental, que passa a integrar todos os problemas ambientais, inclusive os de origem antrópica. Embora a proposta de Ozenda almeje a síntese ambiental, esta é relegada apenas aos conjuntos ecológicos. (MARTINELLI, 1994)

Já Tricart (1977) propõe uma cartografia ambiental apoiada no comportamento dinâmico da paisagem, a carta ecodinâmica. Desta forma, essa carta deveria representar a taxonomia das unidades ecodinâmicas, definidas com base nos graus de sensibilidade do meio ambiente frente aos fenômenos naturais e antrópicos, evidenciando o funcionamento do meio ambiente. Como mencionamos no capítulo anterior, as categorias da paisagem definidas por Tricart são os meios estáveis, meios intergrades e meios fortemente instáveis. A proposta de Tricart contribuiu com a cartografia ambiental, na medida em que propõe a dinâmica da paisagem para a análise ambiental. (MARTINELLI, 1994)

A proposta metodológica de Troppmair (1983), embora não trate de um mapa ambiental, traz uma contribuição à cartografia, à medida que aborda, concomitantemente, Ecologia e Geografia, com o objetivo de organizar um mapa dos ecossistemas e geossistemas para o Estado de São Paulo. Logo, o mapa é uma superposição dos ecossistemas aos geossistemas, ao passo que os ecossistemas revelam as relações verticais entre ser vivo e ambiente, considerando a interferência antrópica, e os geossistemas revelam os

conjuntos espaciais, através das interrelações e distribuições dos componentes naturais, modificados ou não pelo fator antrópico. (MARTINELLI, 1994)

Por fim, a proposta metodológica de Monteiro (1987) estabelece um “mapa da qualidade ambiental”, resultante da análise geográfica dos geossistemas. Para isso, primeiramente, define a ordenação dos graus de derivação dos ecossistemas, desde os primitivos até aos complexos, seguidos pela distinção dos padrões ambientais, naturais e antrópicos, pelo registro dos tipos de poluição e, finalmente, pela abordagem dos impactos. O resultado dessa análise é o mapa dos geossistemas, os transetos geoecológicos e as tabelas de correlação. Essa proposta concebe mapas de síntese, em sua fase intermediária, a partir da organização natural e das unidades ambientais.

Desta maneira, podemos afirmar que a cartografia ambiental de síntese encontrou na paisagem seu melhor objeto de estudo. No entanto, não uma paisagem concebida apenas pelo enquadramento natural ou social, mas como um sistema de interrelações entre a sociedade e a natureza, com estrutura e dinâmica. Diante disso, ocorre a passagem da visão em perfil, para a representação em mapa da paisagem, no qual, perde-se a riqueza das silhuetas da sucessão dos planos em profundidade, porém, ganha-se em percepção sinótica e apreensão de sua complexidade. (MARTINELLI; PEDROTTI, 2001)

A apreensão da complexidade da paisagem só acontecerá mediante a concepção sistêmica, onde cada porção do espaço é caracterizada por uma combinação dinâmica de elementos, sejam eles físicos, biológicos e antrópicos, que atuando dialeticamente produzem uma paisagem indissociável, em constante evolução. Essa apreensão sistêmica da paisagem deve encaminhar a análise da sociedade para dentro do quadro técnico-científico informacional de seu modo de produção, à luz da sucessão histórica. (BERTRAND, 2004; Santos²³, 1994, 1996 apud MARTINELLI; PEDROTTI, 2001, p. 41)

²³ SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo**: globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo: Hucitec, 1994.
SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996.

Como no espaço ocorrem coexistências de temporalidades diferentes, a categoria espacial é, concomitantemente, temporal, e está inserida numa sequência hierarquizada de escalas temporo-espaciais, a qual classificaria estas unidades, conforme a escala cartográfica para a representação de sua materialidade. Diante disso, a questão metodológica para o estudo das paisagens deve ser baseada nas escalas temporo-espaciais, onde o geossistema é o constructo teórico com unidade dimensional ideal que envolveria a complexidade da realidade concreta. (MARTINELLI; PEDROTTI, 2001)

Neste sentido, o geossistema seria uma categoria espacial caracterizada por relativa homogeneidade, resultante da combinação dinâmica entre o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica. (BERTRAND, 2004)

Dentro da cartografia ambiental, o mapeamento das unidades de paisagem requer a síntese cartográfica, na medida em que os geossistemas apresentam uma morfologia, um funcionamento e um comportamento único, portanto, a cartografia ambiental deve representar esses conjuntos espaciais, com identidade peculiar, que são agrupamentos caracterizados por atributos, que a pesquisa individualizou. (MARTINELLI; PEDROTTI, 2001)

Para a elaboração da cartografia de unidades de paisagem devemos ter em mente que, além do raciocínio de síntese, temos que ponderar natureza e sociedade, como partes iguais. Conscientes disso, Marcelo Martinelli e Franco Pedrotti (2001) propuseram uma metodologia para o mapeamento das unidades de paisagem. Seguindo esta proposta, para efetivar essa cartografia, é necessário considerar o conhecimento lito-geomorfológico, em nível dinâmico da realidade. Isso significa que, a superfície terrestre modelada em formas do relevo deve ser relacionada não só as rochas e as formações superficiais que as recobrem, mas combinada aos fluxos climáticos, demonstrando o caráter dinâmico dessa componente ambiental, o qual deve ser levado em conta na cartografia das unidades da paisagem. Portanto, a compartimentação das macrounidades paisagísticas será baseada em amplos complexos

geomorfológicos que se diferenciam pela origem estrutural, pela litologia, morfologia, pedologia e clima.

A segunda etapa dessa proposta refere-se à inserção da vegetação potencial. Para estes autores, sobre a ossatura geomorfológica devemos considerar a vegetação, que seria a “paisagem”, caso não houvesse interferência antrópica e o clima permanecesse constante. Logo, a distribuição espacial dessa vegetação ocorreria em estreita relação com ambientes que apresentassem condições ecológicas favoráveis. Portanto, para cada unidade do relevo haveria uma série de vegetação correspondente.

Na terceira etapa ocorre à avaliação da vegetação real, frente à suas tendências dinâmicas de desenvolvimento, reguladas pelas relações sociais, determinadas pela sucessão dos modos de produção que a humanidade viveu ou está vivendo. Nesta etapa é que a variável antrópica passa a fazer partes do sistema, sendo que a partir desse momento começam a emergir o esboço preliminar das unidades paisagísticas que estruturam o espaço geográfico.

A quarta etapa refere-se à elaboração do raciocínio de síntese, o qual confirmaria a delimitação dos arranjos espaciais caracterizados por agrupamentos de atributos. Nesse momento, os arranjos espaciais revelarão combinações características, marcadas pela dinâmica da natureza e pelas atividades humanas, confirmando as particularidades. A última etapa diz respeito à transposição desses arranjos espaciais para o mapa, e a construção da legenda, que revelará a postura metodológica do autor do mapa. (MARTINELLI; PEDROTTI, 2001)

Essa metodologia proposta para a cartografia das unidades de paisagem criada por Marcelo Martinelli e Franco Pedrotti (2001) subsidiou a construção do mapa das unidades de paisagem para a reserva biológica de São Donato.

3. RESERVA BIOLÓGICA DE SÃO DONATO

O capítulo tem o objetivo de caracterizar a reserva biológica de São Donato, através da descrição dos elementos naturais e sociais, que tornam este espaço único, dinâmico e complexo. Para isso, faremos uma leitura do contexto regional onde a unidade de conservação está inserida, ou seja, da Campanha Ocidental. Assim, o capítulo encontra-se estruturado em quatro partes: a primeira refere-se à localização da reserva de São Donato na microrregião da Campanha Ocidental, seguida pelo histórico da ocupação, e pelas caracterizações dos atributos físico-naturais e socioeconômicos.

3. 1 Campanha Ocidental: contexto regional da reserva de São Donato

O contexto regional é imprescindível para a análise local da paisagem, na medida em que, ela só pode ser compreendida se analisada numa escala mais ampla, que permita identificar os processos que a determinam. Neste sentido, a reserva biológica de São Donato está inserida na Campanha Gaúcha (Mapa 2), região sudoeste do Rio Grande do Sul. A Campanha é dividida em três microrregiões geográficas¹²⁴: a Campanha Ocidental, a Campanha Central e a Campanha Meridional, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1990). Diante disso, nos dedicaremos à Campanha Ocidental, uma vez que a área de estudo localiza-se nesta microrregião.

A Campanha Ocidental ocupa uma área de 31.130 km², cerca de 11% do território sul rio-grandense, abrangendo os municípios de Garruchos, São Borja, Maçambará, Itaqui, Manoel Viana, São Francisco de Assis, Alegrete, Quaraí, Uruguaiana e Barra do Quaraí. Essa microrregião é caracterizada por um relevo levemente ondulado, denominado de coxilhas, e por extensas áreas

²⁴ Microrregiões geográficas são conjuntos de municípios que apresentam especificidades, quanto à organização do espaço. Essas especificidades podem resultar da presença de elementos do quadro natural ou de relações sociais e econômicas particulares da região. As microrregiões geográficas foram instituídas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1990.

de campos, onde se desenvolve o cultivo de arroz e a criação de bovinos, junto às fronteiras do Uruguai e da Argentina.

Mapa 2: A localização da reserva biológica de São Donato na Campanha Gaúcha.

Na porção centro-norte da Campanha Ocidental localiza-se a reserva biológica de São Donato, criada na década de 70, ao longo da BR-472. Quando esta unidade de conservação foi estabelecida, situava-se, exclusivamente, no município de Itaqui. Entretanto, com a emancipação do distrito de Maçambará, em 1993, a unidade de conservação passou a fazer parte destes dois municípios.

Segundo Thais Brandão et al. (2007) a reserva biológica de São Donato abrange uma área de 13.591²⁵ ha, caracterizada com a predominância de campos, incluindo o banhado São Donato (Figura 9) que têm papel importante na reprodução de diversas espécies de aves, peixes e répteis, além de desempenhar a função de regulador hídrico, retardando as enchentes e abastecendo os mananciais subterrâneos de água. (MALTCHIK, 2003) Diante da importância desse ecossistema e da necessidade de protegê-lo frente à expansão agropecuária, foi criada a reserva biológica de São Donato.

Figura 9: Banhado São Donato (Fevereiro/2011).

De acordo com Maria Inês Burger (2000) e a Fundação Zoobotânica (2002), a degradação do banhado São Donato está intimamente ligada ao cultivo do arroz irrigado, responsável pela redução deste ecossistema a 30% da área original. Esse cultivo oferece muitos impactos ao ecossistema tais como: redução das áreas naturais através da drenagem e retirada da vegetação, salinização do solo, eutrofização, erosão, assoreamento, contaminação da água por agrotóxicos, escassez de água, além dos riscos decorrentes da monocultura. (CARVALHO; OZÓRIO, 2007)

²⁵ A área de 13.591 ha da reserva biológica de São Donato, definida por Brandão et al. (2007), foi obtida através do mapeamento de todas as unidades de conservação gaúchas.

Entretanto, essa degradação não é exclusiva as atividades agrícolas, a drenagem das áreas alagadas e a pecuária também contribuíram para a redução do banhado São Donato. A criação de gado provoca o pisoteio e a compactação do solo, alterando a comunidade vegetal típica dos banhados, enquanto a drenagem das áreas alagadas altera o nível do lençol freático, afetando, diretamente, a vegetação. Logo, surge a necessidade de proteger esse ambiente, diminuindo a degradação ambiental decorrente do uso indevido do solo.

3.2 Histórico da ocupação da Campanha Ocidental

A paisagem é resultante de transformações passadas, que remontam o processo de ocupação da Campanha Ocidental. Diante disso, a ocupação dessa microrregião inicia-se com os jesuítas, no começo do século XVII, a partir da fundação da redução jesuítica de Yapeju, no atual município de Alegrete. Essa redução jesuítica representou o primeiro núcleo estável na Campanha Gaúcha, formado por indígenas das tribos tapes e guaranis. Por volta de 1640, em decorrência da disputa entre Portugal e Espanha pela posse das terras da bacia do rio da Prata, os jesuítas são obrigados a abandonar a área e passam para a outra margem do rio Uruguai, onde fundam a redução de La Cruz. No entanto, no final deste mesmo século, os jesuítas retornam para a margem oriental e fundam a missão jesuítica de São Francisco de Borja, atual município de São Borja, a primeira missão dos Sete Povos das Missões²⁶. As missões jesuíticas se tornaram centros econômicos importantes, dedicados à produção de erva-mate e à atividade pecuária, introduzindo na região o gado bovino. (ZARTH; GERHARDT, 2009)

No século XVIII, com a assinatura do Tratado de Madrid (1750), os limites entre as colônias de Portugal e Espanha ficam estabelecidos. A colônia

²⁶ Sete Povos das Missões, ou Missões Orientais, são um conjunto de sete aldeamentos indígenas fundados pelos jesuítas espanhóis no Rio Grande do Sul. Os Sete povos são formados por: São Francisco de Borja, São Nicolau, São Miguel Arcanjo, São Lourenço Mártir, São João Batista, São Luiz Gonzaga e Santo Ângelo Custódio.

de Sacramento de domínio português passa para a Espanha, enquanto Portugal toma posse dos Sete Povos das Missões, expulsando definitivamente os jesuítas espanhóis da região. Diante disso, a coroa portuguesa, com o objetivo de garantir a posse das terras, adota a estratégia da distribuição de sesmarias a militares e a pessoas de prestígio, promovendo a formação das primeiras grandes estâncias pastoris.

Essas estâncias desenvolviam-se a partir da captura dos bovinos que se encontravam dispersos pelo território sul-rio-grandense, proveniente das antigas missões jesuíticas. Enquanto o gado multiplicava-se rapidamente pelas pastagens, os índios missioneiros eram incorporados às estâncias, devido a sua experiência na captura e manejo do gado.

Até a metade do século XIX, desenvolveu-se na Campanha Ocidental uma pecuária extensiva, baseada na criação do gado crioulo²⁷ em grandes estâncias, responsável pela prosperidade da região na época. Entretanto, essa atividade gerou um tipo de ocupação marcada pela baixa densidade populacional e o predomínio de cidades de médio porte.

Este cenário tradicional muda a partir da década de 1920, com a introdução da lavoura de arroz, provocando uma transformação no espaço rural, principalmente, no que se refere à substituição das pastagens por áreas de lavouras. Essa transformação ocorreu devido à migração de descendentes de europeus de outras regiões do Rio Grande do Sul para a Campanha Ocidental, sobretudo, ao município de Itaqui. A partir do arrendamento das estâncias, as áreas de campo aptas para o cultivo de arroz, ou seja, planas e com disponibilidade hídrica, eram convertidas em lavouras, tornando-se exímias áreas produtoras. Deste modo, a microrregião tornou-se uma referência na produção desse grão.

Atualmente, a modernização da agricultura e da pecuária, através do aprimoramento das técnicas de manejo, e à introdução da vitivinicultura na

²⁷ Gado crioulo é uma raça de bovinos descendentes dos primeiros animais trazidos por portugueses e espanhóis no início da colonização, que se ambientou na Campanha Gaúcha. (ZARTH; GERHARDT, 2009)

região, atribuem um novo perfil à Campanha Ocidental, articulada em complexos agroindustriais. (IBGE, 2006)

3.3 Características físico-naturais da Campanha Ocidental

O ambiente físico-natural da Campanha Ocidental compõe um dos mais peculiares biomas brasileiros, o bioma Pampa, que embora reduzido a 46% da sua área original, segundo os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável²⁸ (2012), apresenta significativa biodiversidade de plantas, aves e mamíferos. O bioma Pampa é formado por campos que se desenvolvem sobre áreas de planície, muito utilizadas pelas atividades agropecuárias. As espécies vegetais que predominam neste bioma são as gramíneas, as plantas rasteiras e alguns arbustos, localizados próximos aos cursos d'água. É importante salientar que, contrariando essa paisagem do Pampa, identificam-se em algumas áreas da Campanha Ocidental, alguns focos de arenização, decorrentes da retirada da vegetação nativa e do uso intensivo do solo pelas lavouras e pastagens. (TEICHMANN, 2012)

Outra formação típica do bioma Pampa eram os banhados, que ocupavam grandes extensões no interior do Rio Grande do Sul, entretanto, atualmente, são considerados ambientes vulneráveis e ameaçados, em decorrência das atividades agropecuárias, principalmente do cultivo do arroz irrigado. Os banhados são ecossistemas que compreendem as áreas úmidas continentais, estratégicos à conservação devido à sua alta diversidade biológica. (CARVALHO; OZÓRIO, 2007)

Os banhados como o São Donato, podem ser caracterizados como áreas constantemente ou provisoriamente alagadas, de solo saturado e rico em matéria orgânica, que resulta num ambiente particular, colonizado por uma vegetação e fauna adaptadas ao meio aquático. Essas áreas úmidas

²⁸ Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) são índices criados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para avaliar o nível de sustentabilidade das regiões brasileiras. Embora o último IDS tenha sido lançado recentemente, o levantamento considera dados coletados até 2009.

continentais formam-se em regiões planas resultantes de sedimentação, onde a água fica represada e flui lentamente. A água dos banhados tem origem de corpos hídricos próximos ou dos afloramentos do lençol freático e das precipitações pluviométricas. O padrão oscilatório das águas nessas áreas alterna entre períodos de seca, geralmente no verão, quando a água evapora, e períodos de cheia, no inverno, decorrentes das chuvas. Alguns banhados podem ter comunicação direta com outros corpos hídricos, desenvolvendo uma planície de inundação apenas no período de cheias. (CARVALHO; OZÓRIO, 2007; IBAMA, 2000)

A morfologia plana que caracteriza a Campanha Ocidental é resultante do desgaste natural das rochas efusivas da Formação Serra Geral e dos arenitos da Formação Botucatu, ocorrências típicas da bacia sedimentar do Paraná. Geologicamente, a região é composta por derrames basálticos, afloramentos areníticos e grandes aluviões nas planícies fluviais. Quanto à geomorfologia, é comum a ocorrência de um relevo de aplanamento, desnudado nas áreas interfluviais, e uma ampla superfície, com situações topográficas superiores, que desce em direção aos terraços fluviais do rio Uruguai. A área entre esses dois níveis de aplanamento refere-se à dissecação de colinas com pequenos aprofundamentos dos vales, associados à erosão fluvial. (IBGE, 1986; INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO, 2002)

Outra característica sobre a geomorfologia da Campanha Ocidental é a formação de planícies fluviais em áreas de depósitos aluvionais holocênicos, que se localizam nas margens dos rios, como podemos observar no mapa 3, composto de areias, cascalhos e sedimentos sítico-argilosos.

Diante desse mapa, podemos observar que os derrames vulcânicos da Formação Serra Geral se prolongaram em direção aos municípios de Quaraí, Uruguiana, Alegrete e Itaqui, constituindo o Planalto de Uruguiana, que no mapa encontra-se subdividido em nível alto e baixo. Percebe-se também que paralelo a este planalto, desenvolvem-se as planícies sedimentares acompanhando o rio Uruguai e seus afluentes. (IBGE, 1986)

Em vista disso, podemos afirmar que a reserva biológica de São Donato representa uma planície fluvial, localizada na margem do rio Butuí, um afluente

do rio Uruguai, formada por sedimentos arenosos e cascalho, em áreas permanentemente alagadas, que constituem o banhado de São Donato, área protegida pela unidade de conservação.

Mapa 3: Mapa geomorfológico da Campanha Ocidental, a partir do RADAMBRASIL.

Conforme o Inventário Florestal Contínuo (2002), os solos da Campanha Ocidental podem ser definidos como latossolos, com alto grau de intemperismo. Geralmente, profundos e permeáveis, esse tipo de solo apresenta baixa fertilidade natural, portanto, quando cultivado intensivamente, apresentam alta susceptibilidade à erosão hídrica, provocando consequentemente voçorocas.

Segundo o sistema de Köppen, o Rio Grande do Sul é caracterizado pelo clima subtropical úmido ou “Cf”, havendo duas variações desse tipo climático no Estado, o “Cfa” e o “Cfb”. A letra “C” indica que o território gaúcho situa-se na faixa de climas subtropicais ou temperados, enquanto a letra “f” indica que as precipitações médias são, razoavelmente, bem distribuídas no decorrer do ano, e as letras “a” e “b” indicam verões quentes e verões amenos, respectivamente. (MORENO, 1961) A reserva biológica está inserida na zona “Cfa”, caracterizada por apresentar uma média pluviométrica anual em torno de 1.400 mm, e temperatura média anual entre 18°C e 20°C. A precipitação é

relativamente constante durante o ano, em decorrência das massas de ar que penetram no Estado, não havendo estação seca ou chuvosa bem definida.

Como consequência do clima, a rede hidrográfica da Campanha Ocidental é condicionada a dois períodos de cheias e vazantes ao longo do ano, além de ser constituída por rios caudalosos que abastecem tanto as áreas urbanas, quanto as áreas rurais, inclusive as lavouras de arroz. (DIEGUES, 2002; TEICHMANN, 2012) A reserva de São Donato está situada na bacia hidrográfica do rio Uruguai, próxima a sub-bacia hidrográfica do rio Ibicuí. Conforme o Inventário Florestal Contínuo (2002), a sub-bacia do Ibicuí apresenta características diferenciadas, devido à natureza do relevo. Como o rio Ibicuí tem seu curso médio inferior em terrenos de pouca consistência, devido à formação basáltica, e em regiões de menores declives, seu escoamento é mais lento, provocando o alagamento de suas margens, várzeas e campos de pastagens.

Quanto à vegetação, na Campanha Ocidental desenvolvem-se, principalmente, as formações campestres classificadas pelo projeto RADAMBRASIL de estepe²⁹. Segundo Antônio Carlos Diegues (2002, p. 266), a estepe é “formada por um tapete gramíneo-lenhoso³⁰, geralmente baixo, desprovido de formações arbóreas significativas, sendo a rede de drenagem flanqueada por galerias arbóreas”.

Neste sentido, Pedro Leite e Roberto Klein³¹ (1990 apud Inventário Florestal Contínuo, 2002, p. 78) comentam que um aspecto da fisionomia da estepe é a grande uniformidade do relevo, que promove a formação de uma cobertura vegetal tipologicamente simples. Para estes autores, a estepe compreende uma formação gramíneo-lenhosa típica, destituída de aglomerados arbustivos-arbóreos significativos, que ocorrem, apenas, quando

²⁹ Desde a reunião dos fitogeógrafos na cidade de Yangambi, em 1956, ficou estabelecido que o termo estepe, de procedência russa, antes aplicado apenas a Zona Holártica, seria extrapolado a outras áreas mundiais, inclusive a Neotropical sul brasileira, por apresentar homologia ecológica. (IBGE, 1992)

³⁰ Conforme a terminologia adotada pelo projeto RADAMBRASIL pode ser chamada como campo-limpo.

³¹ LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: 1990. p.113-150.

associados aos acidentes mais pronunciados do terreno ou aos microambientes mais favoráveis a sua ocorrência.

Com base na análise do mapa da vegetação da Campanha Ocidental (Mapa 04) é possível perceber que na área da reserva biológica de São Donato encontramos, além das formações campestres, formações pioneiras de influência fluvial. Essas formações pioneiras são um tipo de cobertura vegetal formada por espécies colonizadoras de ambientes recentes, produzidos em função de agentes morfodinâmicos e pedogenéticos, como por exemplo, as planícies fluviais. (Leite; Klein, 1990 apud IFC, 2002)

Mapa 4: Mapa da vegetação da Campanha Ocidental, a partir do RADAMBRASIL.

As formações pioneiras na unidade de conservação encontram-se em fase de sucessão, sendo dependentes do regime fluvial do rio Butuí. Portanto, conforme a quantidade de água acumulada na superfície do terreno, temos variações fitossociológicas. Nas áreas alagadas permanentemente, a vegetação é composta pelos gêneros *Typha*, *Cyperus* e *Juncus*, plantas adaptadas à ambientes úmidos. Já nas planícies mais bem drenadas ocorre à formação de comunidades campestres dos gêneros *Panicum* e *Paspalum*, e nos terraços dominam as vegetações arbóreo-arbustivas dos gêneros *Acacia* e *Mimosa*, juntamente com as famílias *Solanaceae*, *Compositae*, *Myrtaceae* e outras de menor importância sociológica. (IBGE, 1992)

As espécies vegetais mais frequentes na reserva biológica de São Donato são: *Paspalum notatum* (grama-porquilha), *Axonopus* sp. (grama-tapete), *Andropogon lateralis* (capim-caninha), *A. sellowianus* (capim), *Sporobollus indicus* (capim-touceirinha), *Aristida pallens* (barba-de-bode), *Erianthus clandestinus* (macega-estaladeira), *Baccharis trimeira* (carqueja), *Pouteria scalicifolia* (sarandi), *Eugenia uniflora* (pitangueira), *Patagonula americana* (guajuvira), *Scirpus giganteus* (tiriricão), *Cyperus giganteus* (palha), *Thalia geniculata* (arumarana), *Panicum grumosum* (capim gigantes) e *Panicum prionitis* (capim-santa-fé). (DIEGUES, 2002; BENCKE, 2004)

Além dessas formações vegetais, também ocorrem na região algumas formações de matas de galeria, associadas aos canais de drenagem, compostas pelas espécies: *Peltophorum dubium* (canafistula), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Prunus sellowii* (pessegueiro-bravo) e *Lithraea brasiliense* (aroeira-preta). (DIEGUES, 2002)

Na imagem abaixo (Figura 10) podemos observar como ocorre à associação dessas espécies vegetais na reserva biológica de São Donato. Percebe-se a presença de dois estratos, o primeiro associado à lâmina d'água, formado pela *Eichhornia crassipes* (aguapé), e o segundo associado a solos mais drenados, com destaque para a *Thalia geniculata* (arumarana).

Figura 10: Formações vegetais da reserva biológica de São Donato (Fevereiro/2011).

3.4 Características socioeconômicas da Campanha Ocidental

A microrregião da Campanha Ocidental apresenta uma população de 364.249 habitantes, conforme Censo Demográfico de 2010, sendo o município de Uruguaiana o mais populoso, como podemos observar no mapa 5. Os municípios de Itaqui e Maçambará, que limitam a reserva biológica de São Donato, possuem 38.159 e 4.738 habitantes, respectivamente. De maneira geral podemos afirmar que os municípios da Campanha Ocidental são de médio porte, apesar de haver municípios com população inferior a cinco mil habitantes.

Mapa 5: População absoluta da Campanha Ocidental.

Quanto à densidade demográfica verificou-se que a Campanha Ocidental, com 12 hab/km², apresenta uma densidade bem abaixo da média estadual, que é de 36 hab/km². A densidade demográfica é relativamente baixa, em decorrência do tamanho dos municípios, onde predominam as grandes propriedades que constituem a base para o povoamento rarefeito da região, que se caracteriza pelos vazios demográficos, como podemos analisar no mapa 6. Nessas áreas pouco povoadas, como é o caso da Campanha Ocidental, os centros urbanos mais importantes, tornando-se destino dos

deslocamentos migratórios da população rural. Embora, a região seja a principal área agropecuarista do Rio Grande do Sul, não contribui para a fixação da população rural, pois, além de absorver pouca mão-de-obra, as condições em que se desenvolvem as atividades de criação e cultivo são precária. Atualmente, cerca de 88% da população regional vive nas áreas urbanas, tendência que vem aumentando o longo dos anos, principalmente, com a chegada de universidades públicas à região.

Mapa 6: Densidade demográfica na Campanha Ocidental (hab/km²).

Quanto à economia, a Campanha Ocidental teve uma participação no Produto Interno Bruto (PIB) do Rio Grande do Sul de 4%, que atingiu em 2009 a cifra de R\$ 5.030.618 reais. A PIB setorial da Campanha Ocidental confirma a forte participação do setor de serviços na região, com 52% de participação, entretanto, a agropecuária ainda mantém uma forte participação na economia dos municípios, articulando-se com o setor industrial para formar um complexo agroindustrial.

Tradicionalmente, a Campanha Ocidental destaca-se pela produção agrícola e pecuária, na qual o setor agropecuário apresentou no ano de 2009 uma participação de 28% no PIB regional. No entanto, essa participação é ainda maior, se considerarmos a repercussão na cadeia produtiva que o setor movimenta. A agropecuária na região baseia-se na cultura irrigada de arroz em

rotação com a pecuária bovina de corte, logo, a expansão da orizicultura contribui para a expansão e consolidação da atividade pastoril.

A sub-bacia do Ibicuí apresenta solos favoráveis às lavouras de arroz, que tem se destacado, principalmente, pela modernização por que passou nos últimos anos em aspectos como a introdução de novas variedades com maior produtividade e a eficácia das técnicas de manejo, que acrescentaram rentabilidade a esta lavoura. Segundo dados da Produção Agrícola Municipal, organizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2011, a Campanha Ocidental produziu 2.699.567 toneladas de arroz, mais de 30% da produção desse grão no Estado. Os maiores produtores de arroz na região são os municípios de Uruguaiana e Itaqui, com uma safra superior a 600.000 toneladas. Dos 868.103 hectares colhidos de arroz no Rio Grande do Sul, aproximadamente, 28% provém da microrregião da Campanha Ocidental, que gerou um valor da produção superior a R\$ 680.000 reais.

Em paralelo ao cultivo de arroz, a pecuária na Campanha Ocidental desenvolve-se em pastagens nativas de médias e grandes propriedades rurais, utilizadas através de um sistema extensivo, onde as gramíneas-lenhosas, de alto valor forrageiro, servem de suporte alimentar proteico aos diferentes tipos de rebanhos. Há alguns anos vêm sendo implantados tratos hibernais de azevém, em rotação com o plantio de soja, para suporte da pecuária no período em que as pastagens nativas encontram-se ressecadas. (DIEGUES, 2002)

De acordo com os dados do último Censo Agropecuário, na região da Campanha Ocidental o número de efetivos bovinos é de 2.168.974 cabeças, aproximadamente 15% do total estadual, sendo que deste, mais de 4% localizam-se no município de Alegrete.

Como o binômio arroz e bovinos, caracterizam o setor primário da Campanha Ocidental, resolvemos comparar estas atividades por meio da tabela 1. Diante disso, ficou evidente que quanto à produção de arroz, o município de Itaqui destaca-se, principalmente, pelo total produzido e pela equivalência desta produção com a área dos estabelecimentos agropecuários.

Já na atividade pecuária, o município de Alegrete ganha projeção, graças ao número elevado de rebanhos e a sua extensão territorial.

Tabela 1: Área média dos estabelecimentos agropecuários, quantidade produzida de arroz e efetivo de bovinos nos municípios da Campanha Ocidental, em 2011.

Município	Área média dos estabelecimentos (ha)	Produção de arroz (toneladas)	Efetivo bovino (cabeças)
Alegrete	237,65	494.869	635.231
Barra do Quaraí	531,47	128.450	51.954
Garruchos	112,74	7.488	67.666
Itaqui	384,79	610.352	186.718
Maçambará	511,91	149.785	112.907
Manoel Viana	174,54	30.450	103.901
Quaraí	293,07	101.752	259.699
São Borja	252,13	405.000	205.951
S. Francisco de Assis	81,19	37.057	199.234
Uruguaiana	490,06	734.364	345.713

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006; Produção Agrícola Municipal 2011; Produção Pecuária Municipal 2011.

Outros produtos agrícolas cultivados na Campanha Ocidental são o milho e o sorgo, utilizados basicamente na alimentação animal, além da soja e do trigo. Outro rebanho significativo da região são os ovinos, utilizados para o corte e produção de lã.

Na Campanha Ocidental, a agricultura e a pecuária intensiva têm degradado os ambientes e acelerado os processos de arenização, uma realidade em diversos municípios gaúchos. Com a transformação das paisagens naturais em lavouras ou pastagens e a formação de imensos areais, diversas entidades tem se dedicado à criação de unidades de conservação.

Segundo a Secretaria Estadual do Meio Ambiente, na Campanha Ocidental existem quatro unidades de conservação: a reserva biológica de São Donato, a reserva biológica do Ibirapuitã, o parque estadual do Espinilho e a área de proteção ambiental do Ibirapuitã, conforme podemos observar no mapa

7. Embora estas unidades de conservação tenham atribuições diferentes, todas se dedicam à proteção de algum ecossistema relevante para o bioma Pampa. Por exemplo, a reserva de São Donato protege uma das últimas áreas de banhado da fronteira oeste do Rio Grande do Sul, enquanto que a reserva do Ibirapuitã resguarda os afloramento das rochas do escudo sul-rio-grandense, e o parque do Espinilho abriga os remanescente de savana estépica. As áreas dessas unidades de conservação totalizam 3.244 km², cerca de 11% da área da Campanha Ocidental, uma área pequena, em comparação com a dimensão da degradação ambiental gerada pela expansão da agropecuária, tanto nos campos como nas várzeas e banhados.

Mapa 7: Unidades de conservação na Campanha Ocidental.

Dentro desse contexto, o governo do Estado tem incentivado a proteção dos recursos naturais através do projeto RS Biodiversidade, cujo objetivo é promover a conservação e recuperação de áreas prioritárias. Esse projeto considera toda a Campanha Ocidental prioritária à conservação, destacando algumas áreas importantes, como as várzeas dos rios Ibicuí e Quaraí, o Cerro do Jarau e o Butiazal de Coatepe, que posteriormente, serão transformadas em unidades de conservação pelo Departamento de Florestas e Áreas Protegidas (DEFAP). Essas áreas são relevantes à proteção, pois apresentam grande valor paisagístico e ecológico para a região.

4. METODOLOGIA

A metodologia consiste em descrever o processo investigativo, portanto, neste capítulo, serão expostas as etapas desenvolvidas para alcançarmos o objetivo desta dissertação. Neste sentido, o capítulo encontra-se dividido em duas partes: os procedimentos metodológicos e os procedimentos técnicos. Os procedimentos metodológicos referem-se aos métodos aplicados na pesquisa, enquanto que os técnicos são os meios pelos quais ela é executada.

4.1 Procedimentos metodológicos

Podemos afirmar que pesquisa, de maneira geral, utilizou o método dedutivo, que parte da generalização para a observação, através de uma abordagem sistêmica, na qual a paisagem é considerada como resultado da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, que tornam esta única e em constante evolução. (BERTRAND, 2004).

4.2 Procedimentos técnicos

Desta maneira, a dissertação teve seu processo investigativo baseado em cinco etapas básicas, que envolvem desde a busca de um referencial teórico para a pesquisa; a elaboração dos mapas temáticos; a análise multitemporal das mudanças ocorridas na área de estudo; a proposição de uma cartografia das unidades de paisagem para a reserva biológica de São Donato e, finalmente, a avaliação dessas unidades, através do grau de hemerobia, conforme apresentado na figura a seguir (Figura 11).

Figura 11: Etapas do processo investigativo.

A primeira etapa caracterizou-se pela busca de um referencial teórico-metodológico que embasasse a pesquisa. Diante disso, foram levantadas algumas fontes bibliográficas que contribuíram para a sua reflexão, principalmente, aquelas voltadas ao estudo das paisagens e sobre a cartografia ambiental, além de referências sobre a geologia, geomorfologia, hidrografia, clima, vegetação, população e economia que ajudaram a compor a caracterização da área de estudo. Ainda nesta etapa, foi realizado o levantamento cartográfico da reserva biológica de São Donato, que incluiu a coleta de cartas topográficas e imagens de satélite que recobriam a unidade de conservação, e alguns mapeamentos realizados em nível local e regional.

Em relação a estes mapeamentos, convém ressaltar que, embora os mapeamentos em escala local sejam indispensáveis para a análise ambiental, o contexto regional faz-se necessário, na medida em que a paisagem só pode ser compreendida se analisada através de uma abordagem global. Portanto, a partir de um olhar sobre a microrregião da Campanha Ocidental do Rio Grande do Sul podemos entender algumas lógicas que interferem nas particularidades da reserva biológica de São Donato.

Diante disso, os materiais cartográficos coletados foram: cartas topográficas de Itacorá (SH.21-X-A-V-4) e Maçambará (SH.21-X-C-II-2), na escala de 1:50.000; imagens de satélite do tipo *landsat-5*, sensor Thematic Mapper (TM), com resolução espacial de 30 metros, obtidas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com datas de passagem 01 de junho de 1990, 09 de abril de 2000 e 15 de janeiro de 2010, da órbita-ponto 224/080; mapas geomorfológicos e da vegetação do Rio Grande do Sul, elaborados pelo

projeto RADAMBRASIL³², mapas da classificação dos solos, do macrozoneamento ambiental, da população absoluta, da densidade demográfica, do produto interno bruto (PIB), da produção de arroz, do efetivo de bovinos e ovinos do Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul; mapas das unidades de conservação e bacias hidrográficas da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA); mapas das médias anuais de precipitação e temperatura do Atlas Eólico do Rio Grande do Sul; mapa das redes modais da Secretaria Estadual de Planejamento; e o mapa do Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE), criado pela Fundação de Economia e Estatística (FEE).

As cartas topográficas e as imagens de satélite serviram para a construção de alguns mapas em escala local, enquanto que os mapas temáticos serviram para ilustrar o nível regional. Como estes mapas apresentavam uma variação escalar, houve a necessidade de algumas adaptações, principalmente, no que se refere a algumas generalizações, para facilitar a síntese cartográfica.

Ainda nesta etapa de coleta de materiais cartográficos, foram disponibilizados pela Divisão de Unidades de Conservação (DUC) da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA) arquivos *shapefile* com o limite da reserva biológica de São Donato, utilizados nos mapeamentos da etapa seguinte.

A segunda etapa da pesquisa refere-se à elaboração dos mapas temáticos, através do Sistema de Processamento de Informações Geográficas (Spring 5.1), um software gratuito produzido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cujas funções principais são o processamento de imagens, a análise espacial, a modelagem numérica de terrenos e a consulta a banco de dados espaciais. O Spring possui três extensões com funções complementares: O IMPIMA, responsável pela conversão dos formatos das

³² RADAMBRASIL é um projeto que, com base em imagens de radar, realizou um amplo estudo do meio físico das diversas regiões do território brasileiro, principalmente da Amazônia. Atualmente, todo o acervo do projeto, que inclui mapas temáticos sobre a geologia, geomorfologia e vegetação, foi incorporado ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

imagens; o SCARTA que gera os produtos cartográficos; e o IPLOT que é extensão responsável pela impressão do mapa. Na pesquisa utilizamos apenas a extensão IMPIMA, utilizando o Corel Draw X5 para a edição final e impressão dos mapas.

O processo de elaboração dos mapas temáticos iniciou-se a partir das cartas topográficas coletadas na primeira etapa da pesquisa. Essas cartas foram importadas para o Impima, onde foram convertidas ao formato nativo *spring* (.spg), e salvas numa resolução de 80 metros. Após a conversão das cartas, estas tornaram-se aptas a serem inseridas no Spring, no entanto, antes foi necessário criar dentro do software um banco de dados, que armazenou todas as informações do projeto. Desta forma, o banco de dados da pesquisa foi denominado “Mestrado”, com o gerenciador DBase, e o projeto intitulado de “Dissertação”, cuja projeção escolhida foi a Universal Transversa de Mercator (UTM) e o *datum*³³ sul americano SAD-69, na zona 21.

Após a criação desses diretórios, passamos para o registro das cartas topográficas, que é o georreferenciamento das imagens. Neste momento, as cartas topográficas foram visualizadas na tela auxiliar do software, sendo coletados os pontos de controle utilizados para o registro das imagens. Foram considerados oito pontos para cada carta, totalizando 16 pontos de controle. Com base nesses pontos, as cartas topográficas foram registradas e os arquivos puderam ser importados para o Spring, sendo armazenados em um modelo de dados do tipo imagem.

A partir das cartas topográficas foi realizado um mosaico, que tornou as imagens um arquivo único. Posteriormente, sobre esse mosaico foi inserido o arquivo *shapefile* com o limite da reserva biológica. Depois desta fase, passamos para a digitalização dos temas presentes nas cartas topográficas. Desta forma, a drenagem e a rede viária foram digitalizadas e armazenadas em modelos de dados temáticos, enquanto que as curvas de nível foram salvas em modelos numéricos do terreno (MNT), formatos tridimensionais que armazenam dados referentes à superfície do relevo.

³³ Datum refere-se a um modelo matemático de referência para a representação da superfície terrestre ao nível do mar utilizada em um mapa.

Finalizada a digitalização das curvas de nível, passou-se para a elaboração do mapa hipsométrico através da geração da grade regular. A partir da grade regular foi realizado o fatiamento das faixas altimétricas e a sua associação em classes temáticas, resultando em um modelo temático de representação cartográfica da altitude do relevo.

O mapa clinográfico segue o mesmo procedimento técnico que o mapa hipsométrico, porém, ao invés de uma grade regular, geramos uma grade triangular (TIN) e uma imagem, em tons de cinza, que armazena a variação da declividade. O processo de fatiamento dividiu o relevo em faixas, que mais tarde, foram associadas às classes temáticas do mapa clinográfico, resultando em uma representação temática da declividade do terreno.

Em decorrência das características do relevo da reserva de São Donato, os mapas hipsométrico e clinográfico tiveram que ser adaptados à realidade local. Logo, o mapa hipsométrico foi elaborado com três classes altimétricas, sendo elas: menores que 60 metros; entre 60 – 80 metros; e maiores que 80 metros. Já o mapa clinográfico foi construído com base em seis classes de declividade, ficando assim determinadas: 0 – 1%, 1 – 2%, 2 – 3%, 3 – 4%, 4 – 5%, e 5 – 12%.

O mapa do uso do solo foi elaborado a partir da imagem *Landsat-5 TM* de 15 de janeiro de 2010. Essa imagem, assim como as cartas topográficas, passou pelo Impima, para a conversão do formato, sendo, posteriormente registrada e armazenada no Spring. Após esta fase, a imagem com composição falsa-cor 345 BGR, passou pelo processo de segmentação, que é a fragmentação em regiões homogêneas, conforme os atributos da imagem. Com base nessa segmentação, partimos para a classificação supervisionada dos usos do solo, que consistiu na extração de amostras da imagem para cada uso, servindo de parâmetro para sua classificação. Após a classificação, a imagem resultante foi associada a um modelo temático de representação do uso do solo.

As classes do mapa de uso do solo foram definidas através de dados do estudo sobre o “Levantamento e classificação do uso da terra do estado do Rio Grande do Sul” desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE). Desta maneira, optou-se por quatro classes temáticas: campo, matas/bosques, lavouras e barragens/açudes.

A terceira etapa consistiu na análise multitemporal do uso do solo na reserva biológica de São Donato, através das imagens *Landsat-5 TM*, com composição falsa-cor 345 BGR, para os anos de 1990, 2000 e 2010. Logo, para cada um dos anos, foi elaborado um mapa do uso do solo, conforme o relatado, mantendo as mesmas classes temáticas para os três mapas. Convém salientar que, devido ao aprimoramento tecnológico dos sensores *Landsat*, houve alguns conflitos na identificação dos usos do solo, em decorrência do nível de detalhamento das imagens.

Já a quarta etapa da pesquisa consistiu no mapeamento das unidades de paisagem, através da aplicação do raciocínio de síntese dos componentes ambientais com características homogêneas, conforme ilustramos na figura 12. Diante disso, a partir dos levantamentos cartográficos e dos mapeamentos realizados nas etapas anteriores, foi realizado o cruzamento das informações por meio da álgebra dos mapas, desenvolvida no Spring pela Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL), que utilizou a lógica booleana para cruzar os planos de informação, resultando em um mapa de síntese das unidades paisagísticas. Desta maneira, primeiramente, foram cruzados os planos de informação sobre as características do relevo, seguidos pelos planos referentes à vegetação e ao uso do solo, até obter-se uma síntese cartográfica das unidades de paisagem.

A orientação metodológica para a síntese cartográfica das unidades de paisagem teve como base a proposta de Marcelo Martinelli e Franco Pedrotti (2001), que consideram a cartografia de síntese como o princípio das representações ambientais, na medida em que apresenta conjuntos espaciais, com características próprias, que são “agrupamentos de lugares caracterizados por agrupamentos de atributos”. (MARTINELLI; PEDROTTI, 2001, p.42)

Neste sentido, os autores propõem que, primeiramente, devemos individualizar as macrounidades paisagísticas de acordo com os complexos geomorfológicos. Sobre essas macrounidades geomorfológicas, devemos inserir a vegetação potencial, seguida pelo uso do solo, que representa a

variável antrópica e, finalmente, elaborar o raciocínio de síntese, com o cuidado de delimitar as unidades ambientais com características homogêneas e singulares.

Figura 12: Esquema do raciocínio de síntese aplicado na pesquisa.

Perante isso, optou-se por cruzar, primeiramente, as unidades geomorfológicas que ocorrem na reserva biológica de São Donato, obtidas através do mapa do projeto RADAMBRASIL, com o mapa hipsométrico, conforme apresentado na figura 13. Desse cruzamento resultaram três categorias representativas para a área de estudo, a planície fluvial e as altitudes inferiores e superiores a 70 metros. A partir disso, um segundo cruzamento foi realizado, desta vez acrescentando os tipos de vegetação que ocorrem na unidade de conservação, resultando em quatro categorias, definidas como: (A) formações vegetais de influência fluvial em áreas de planície fluvial; (B) estepes gramíneo lenhosas em áreas de altitude inferior a 70 metros; (C) estepes gramíneo lenhosas em áreas de altitude superior a 70 metros; e (D) formações vegetais de influência fluvial em áreas de altitude superior a 70 metros. Com base nessas categorias, foi realizado o terceiro cruzamento com o mapa do uso do solo, todavia, foi acrescentado o limite do banhado São Donato para identificar as áreas alagadas. Desse terceiro cruzamento, resultaram as dez unidades de paisagem que ocorrem na reserva

biológica de São Donato, sendo elas: (A1) unidade das planícies com vegetação arbóreo-arbustiva de influência fluvial, em retração; (A4) unidade das planícies alagadas com vegetação pioneira de influência fluvial, do tipo herbácea, em retração; (B1) unidade das estepes gramíneo lenhosas com mata ciliar, em áreas de altitude inferior a 70 metros; (B2) unidade das estepes gramíneo lenhosas, em áreas de altitude inferior a 70 metros, em retração; (B3) unidade agrícola em áreas de altitude inferior a 70 metros, em expansão; (C1) unidade das estepes gramíneo lenhosas, associada a formações arbóreo-arbustivas, em áreas de altitude superior a 70 metros, em expansão; (C2) unidade das estepes gramíneo lenhosas, em áreas de altitude superior a 70 metros, em retração; (C3) unidade agrícola em áreas de altitude inferior a 70 metros, em expansão; (D1) unidade das formações arbóreo-arbustivas de influência fluvial, em áreas de altitude superior a 70 metros, em expansão; e, (D4) unidade das formações pioneiras em áreas alagadas, com altitude superior a 70 metros, em expansão. É importante mencionar que a definição das unidades de paisagem foi realizada a partir de unidades espaciais que evidenciaram determinado padrão homogêneo após o cruzamento dos planos de informação.

Para determinar a dinâmica das unidades de paisagem observou-se o uso do solo nos anos de 1990, 2000 e 2010, através da análise multitemporal. Desse modo, foram identificadas quais unidades apresentavam um estado de expansão ou retração, conforme a variação de suas áreas e a sua localização, no decorrer do tempo. Portanto, as unidades de paisagem A1, A4, B2 e C2 estão em retração, enquanto que as unidades B3, C1, C3, D1 e D4 estão em expansão. Nota-se que a unidade B1, das estepes gramíneo lenhosas com mata ciliar, em áreas de altitude inferior a 70 metros, está em um estágio intermediário entre a expansão e a retração, provavelmente, um ambiente intergrades, conforme Jean Tricart (1977).

Figura 13: Esquema dos cruzamentos realizados para a definição das unidades de paisagem.

Com base no mapa das unidades de paisagem da reserva de São Donato, partiu-se para a avaliação das alterações ocorridas no meio, através do mapa de hemerobia. Para isso, foi escolhida a proposta de Helena Buch (2007) como aporte metodológico para identificação dos graus de artificialidade e naturalidade das paisagens, devido ao significado que o uso do solo teve a sua classificação, na medida em que comparou os diferentes usos entre si, procurando refletir sobre a intensidade da ação humana na paisagem natural. Deste modo, as unidades de paisagens foram classificadas em cinco categorias hemeróbicas de “A” a “E”, de acordo com o menor ou maior grau de interferência antrópica, sendo que as unidades com predominância da naturalidade ficam próximas a “A”, ao passo que as unidades com predomínio da artificialidade ficam em “E”. Deste modo, as unidades com maior naturalidade são A1 e C1, que representam a hemerobia A; as unidades B1, B2

e C2, a hemerobia B; as unidades A4, D1 e D4, a hemerobia C; a unidade C3 representa a hemerobia D, e a unidade de maior artificialidade é a B3, com hemerobia E.

Diante do exposto, passou-se para a análise e discussão dos resultados obtidos através dos mapeamentos temáticos, bem como para elaboração da redação final da dissertação.

5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na pesquisa foram produzidos alguns mapas temáticos, através dos quais foram obtidos alguns dados relativos sobre a reserva biológica de São Donato. Neste sentido, o capítulo encontra-se estruturado em duas partes, a primeira refere-se aos resultados parciais, produto da elaboração dos mapas temáticos hipsométrico, clinográfico e uso do solo, enquanto que a segunda parte dedica-se aos resultados finais, representados pelo mapa das unidades de paisagem na reserva biológica de São Donato, com posterior análise hemeróbica.

5.1 Resultados Parciais

Como relatado anteriormente, a reserva biológica de São Donato possui uma área de 13.591ha, sendo que destes, cerca de 30% correspondem ao banhado de mesmo nome, que apresentou, através dos mapeamentos temáticos desenvolvidos na pesquisa, uma área de 4.289 ha, conforme pode ser observado no mapa base da unidade de conservação (Mapa 8). A área do banhado São Donato foi obtida a partir das cartas topográficas, todavia, sua delimitação foi atualizada com base na imagem *Landsat-5 TM* de 2010, revelando a redução da área alagada em 2,35%.

Convém ressaltar que a atualização dessa delimitação foi realizada, tentando manter as feições originais, obtidas pelas cartas topográficas, no entanto, devido à transformação das áreas alagadas em cultivos agrícolas, surgiram algumas diferenças entre as delimitações, sendo que, dentro do limite atual do banhado São Donato foi observado à presença de áreas agrícolas que, posteriormente, foram mapeadas no uso do solo.

Mapa 8: Mapa base da reserva biológica de São Donato.

Desta maneira, com base no mapa 8, observa-se que a reserva biológica compreende parte da planície fluvial do rio Butuí, que faz parte do complexo hídrico da bacia hidrográfica do rio Uruguai. Essa planície fluvial é composta por areais, cascalhos e sedimentos siltico-argilosos, em áreas permanentemente alagadas, que constituem o banhado São Donato.

A formação dessa área alagada deve-se as características do relevo. A morfologia baixa e plana, resultante do desgaste natural das rochas, associada a uma rede hidrográfica constituída por rios caudalosos, provoca o escoamento lento dos cursos d'água, que extravasam o canal fluvial, alagando as margens.

Quanto à morfologia baixa, o mapa hipsométrico (Mapa 9) apresentou uma pequena variação altimétrica, na qual as altitudes máximas não passam de 85 metros. Diante disso, foram obtidos, através do mapeamento hipsométrico, alguns dados relativos sobre a altitude na reserva biológica de São Donato, como podemos observar na tabela 2. Portanto, podemos afirmar que há um predomínio das altitudes inferiores a 60 metros, aproximadamente 70% da área da unidade de conservação, enquanto que as áreas de maior altitude localizam-se na porção centro-sul da reserva biológica, em uma área de 25,73 ha, correspondendo a menos de 1% da área total. A classe intermediária, com altitude entre 60 – 80 metros, ocupa uma área de 3.577 ha, cerca de 26% da unidade de conservação.

Tabela 2: Área das classes temáticas do mapa hipsométrico da reserva biológica de São Donato³⁴.

Classe Temática	Área (ha)	Porcentagem (%)
Menores que 60 metros	9.988, 52	73,49
Entre 60 – 80 metros	3.577,02	26,32
Maiores que 80 metros	25,73	0,19
Total	13.591, 27	100

³⁴ Os dados foram obtidos através do mapeamento hipsométrico desenvolvido no *software Spring 5.1.7*, através das operações métricas que calculam as áreas das classes temáticas.

Mapa 9: Mapa hipsométrico da reserva biológica de São Donato.

Neste sentido, podemos afirmar que a planície fluvial ocorre em áreas com altitude inferior a 60 metros, com exceção da porção sudeste da reserva biológica, onde a planície ocupa a faixa entre 60 – 80 metros de altitude. As demais porções da unidade de conservação localizam-se no planalto de Uruguiana, segundo o RADAMBRASIL, em áreas com altitude superior a 60 metros.

Conforme o relatado, o relevo plano é característico à região, neste sentido, o mapa clinográfico da reserva biológica de São Donato (Mapa 10) apresentou baixa variação clinográfica, com máximas de 12% de declividade, o que revela um terreno, além de baixo, bastante plano. Desta maneira, com base nos dados relativos sobre a declividade na unidade de conservação (Tabela 3), podemos afirmar que há uma maior ocorrência das declividades menores que 1%, que abrangem uma área de 11.000 ha. A segunda classe de maior ocorrência são as declividades entre 1 – 2%, porém, correspondem a uma área bem menor que a classe anterior, aproximadamente 2.000 ha. As outras classes clinográficas, que variaram entre 2% e 12% de declividade, ocupam uma área inferior a 1.000 ha, e localizam-se, em sua maioria, à direita da BR-472.

Tabela 3: Área das classes temáticas do mapa clinográfico da reserva biológica de São Donato³⁵.

Classe Temática	Área (ha)	Porcentagem (%)
0 – 1%	10.820,28	79,61
1 – 2%	1.840,56	13,54
2 – 3%	665,22	4,9
3 – 4%	163,42	1,20
4 – 5%	57,76	0,43
5 – 12%	44,03	0,32
Total	13.591, 27	100

³⁵ Os dados foram obtidos através do mapeamento clinográfico desenvolvido no *software Spring 5.1.7*, através das operações métricas que calculam as áreas das classes temáticas.

Mapa 10: Mapa clinográfico da reserva biológica de São Donato.

Nesse sentido, observa-se que as declividades a partir de 2% representam a transição suave entre as altitudes inferiores a 60 metros e as superiores a 80 metros. Provavelmente, a feição linear formada pelo conjunto de declividades na porção centro-sul da reserva biológica de São Donato, seja o limiar de divisão do planalto de Uruguaiana, em nível baixo e nível alto, conforme o RADAMBRASIL.

Assim sendo, podemos afirmar que a reserva biológica de São Donato apresenta uma feição de relevo baixa e plana, caracterizada por três estratos principais: o planalto de Uruguaiana, nível alto, com altitude superior a 80 metros; o planalto de Uruguaiana, nível baixo, com altitude entre 60 – 80 metros; e a planície fluvial, em altitude inferior a 60 metros. As variações de declividades ocorrem na transição entre o nível alto e baixo do planalto, sobretudo entre as classes clinográficas de 3% a 12%.

As características do relevo regional não condicionam apenas a formação de áreas alagadas, mas também diversos usos e ocupações do solo. Nesse sentido, os terrenos baixos e planos da região atraem a agricultura, na medida em que não possuem impedimentos para a mecanização das lavouras. Acrescido a isso, a disponibilidade hídrica, oriunda de uma rede de drenagem formada por rios caudalosos, além das chuvas bem distribuídas ao longo do ano e de solos ricos em matéria orgânica, proveniente das áreas de banhados, a área da reserva biológica de São Donato é um “convite” a atividade agrícola, sobretudo ao cultivo do arroz irrigado, embora seja uma unidade de proteção integral.

Para analisar esse fato, foi produzido o mapa do uso do solo na reserva biológica de São Donato (Mapa 11), a partir da imagem Landsat-5 TM de 15 de janeiro de 2010. Esse mapeamento resultou em dados relativos³⁶ sobre os diferentes usos do solo na unidade de conservação, como podemos observar na figura 14.

³⁶ Os dados relativos foram obtidos através do mapeamento do uso do solo desenvolvido no *software Spring 5.1.7*, através das operações métricas que calculam as áreas das classes temáticas.

É importante destacar duas questões nesse mapa. A primeira refere-se ao mapeamento das lavouras, sendo que estas não foram classificadas conforme o tipo de produção, porém, como a região é uma das maiores produtoras de arroz do país, é obvio que essas áreas de cultivo dedicam-se à produção deste grão. A segunda questão refere-se ao mapeamento dos campos, onde nessa classe não se fez distinção entre as áreas campestres naturais ou plantadas, na medida em que, grande parte das gramíneas que recobrem a campanha gaúcha não são nativas. Durante a ocupação do território sul-rio-grandense, gramíneas com maior potencial alimentar foram inseridas na região para alimentar o gado, essa vegetação se adaptou as condições naturais e substituiu as gramíneas pioneiras. Atualmente, grande parte das gramíneas que compõem o bioma pampa tem origem exótica.

Figura 14: Porcentagem das áreas de uso do solo na reserva de São Donato.

O mapa do uso do solo (Mapa 11) revelou uma forte presença das lavouras em um eixo noroeste/sudeste na reserva biológica, muito embora as áreas de campos sejam superiores em tamanho, como mostra a figura 14. Segundo os dados relativos obtidos pelo mapeamento no Spring, as áreas de campo ocupam 45% da unidade de conservação, enquanto que as áreas de lavoura ocupam 34%, ou seja, 4.643 ha. Assim, com base na época da tomada da imagem de satélite, podemos afirmar que as áreas de lavoura passavam pela transição da rotação entre soja/arroz. Neste caso, o plantio da soja inicia-se em outubro, estendendo-se até janeiro, quando começa a semeadura do arroz, que será colhido em maio. Algumas áreas podem

representar o cultivo de azevém, utilizado na alimentação complementar do gado durante a invernada, quando o gado passa para o sistema intensivo.

Entretanto, para compreender o uso do solo na reserva biológica de São Donato, é necessário recorrer a uma análise da evolução multitemporal dos usos do solo, através de imagens de satélite de 1990, 2000 e 2010 (Mapa 12). A partir desses mapeamentos do uso do solo, foram obtidos os dados relativos, referentes às áreas das classes temáticas, presentes na tabela 4.

Devemos destacar que a análise da evolução multitemporal dos usos do solo foi imprescindível para a determinação da dinâmica das unidades de paisagem, na medida em que indicou quais unidades estavam em estágio de regressão ou expansão.

Deste modo, percebe-se que, embora os campos sejam predominantes, estes estão em declínio, frente à expansão das áreas de lavouras, que cresceram, aproximadamente, 6,5% entre os anos de 2000 e 2010, sobretudo na porção noroeste da reserva biológica. Entre os anos de 1990 e 2010, as áreas de campos reduziram 45%, transformando-se, em sua maioria, em áreas de cultivo, enquanto que as áreas de matas cresceram cerca de 13%.

Tabela 4: Evolução do uso do solo na reserva biológica de São Donato, entre os anos de 1990 e 2010³⁷.

Classes Temáticas	1990		2000		2010	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Matas/Bosques	867,78	6,38	1.854,72	13,65	2.658,42	19,56
Campos	12.284,2	90,38	7.915,51	58,24	6.178,84	45,47
Lavouras	368,82	2,71	3.764,52	27,7	4.643,28	34,16
Barragens/Açudes	70,2	0,53	56,25	0,41	110,46	0,81
TOTAL	13.591	100	13.591	100	13.591	100

³⁷ Os dados relativos foram obtidos através dos mapeamentos do uso do solo para os anos de 1990, 2000 e 2010, desenvolvidos no *software Spring 5.1.7*, através das operações métricas que calculam as áreas das classes temáticas.

Mapa 12: Evolução multitemporal do uso do solo na reserva biológica de São Donato.

Analisando os mapas acima, verifica-se que a expansão da agricultura na unidade de conservação tem um sentido noroeste-sudeste, havendo áreas mais conservadas na porção sul do banhado São Donato. Isso talvez se justifique pela presença de um extenso canal, com aproximadamente 16 km de comprimento, criado pelo Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis (Pró-Várzea) em 1981, para drenar as áreas alagadas, e torná-las aptas ao uso agrícola, como mostra a figura abaixo (Figura 15).

Figura 15: Localização e fotografia do canal de drenagem que corta a reserva biológica de São Donato.

A construção desse canal de drenagem é posterior ao estabelecimento da unidade de conservação, ou seja, já era proibida a drenagem do banhado São Donato, quando o canal foi construído. Isso reflete uma postura voltada à agricultura a qualquer custo, onde a produção agrícola é prioritária a conservação, moldando a legislação ambiental conforme os interesses de uma minoria. Na campanha gaúcha, as lideranças políticas sempre estiveram ligadas as atividades agropecuárias, reflexo da época das grandes estâncias, deste modo, qualquer política regional deve atender o setor primário. Nesse sentido, os grandes agricultores interessados na disponibilidade hídrica e nos solos ricos em matéria orgânica do banhado São Donato, drenaram as áreas alagadas, convertendo-as em lavouras de arroz.

Diante disso, percebe-se que, embora seja uma unidade de conservação, a reserva biológica de São Donato tem dificuldade em impedir a alteração de suas paisagens naturais em lavouras. Segundo os resultados obtidos na pesquisa, entre 1990 e 2010, a reserva biológica perdeu 32% de suas paisagens naturais, principalmente para as áreas de lavoura, que para o mesmo período cresceram 31,25%.

Deste modo, podemos afirmar que a unidade de conservação tem a incapacidade de proteger o banhado São Donato, frente à expansão das lavouras, fato que pode ser corroborado a partir da avaliação do crescimento das áreas agrícolas, em detrimento da redução das áreas campestres. Como a reserva biológica é uma unidade de proteção integral, o uso dos recursos deveria ser indireto, entretanto, devido à escassez de recursos financeiros e a insuficiência de recursos humanos para a fiscalização e gerenciamento da unidade de conservação, os usos indevidos ganham espaço.

Neste sentido, torna-se necessário o entendimento dessas alterações em escalas menores, como é o caso das unidades de paisagem, que permitem avaliar os diferentes estágios de degradação.

5.2 As unidades de paisagem na reserva biológica de São Donato.

Considerando as unidades de paisagem como uma categoria espacial, caracterizada por relativa homogeneidade, dotada de morfologia e dinâmica, resultante da combinação entre elementos físicos, biológicos e antrópicos. A sua cartografia segue o fluxo dos questionamentos que são feitos sobre o meio ambiente, portanto requer o raciocínio de síntese, deste modo, adotou-se a orientação metodológica proposta por Marcelo Martinelli e Franco Pedrotti (2001), que consideram a cartografia de síntese como o princípio das representações ambientais. Deste modo, as unidades de paisagem passam a ser vistas como “agrupamentos de lugares caracterizados por agrupamentos de atributos”. (MARTINELLI; PEDROTTI, 2001, p.42)

Logo, a classificação das unidades de paisagem partiu dos conhecimentos sobre os principais atributos da reserva biológica de São Donato, descritos no capítulo de caracterização (capítulo 3), juntamente com os resultados parciais relatados. Para obter uma visão integrada da área de estudo, revelando não apenas arranjos espaciais, mas as dinâmicas estabelecidas entre eles desenvolveu-se o raciocínio de síntese.

Neste sentido, primeiramente, individualizamos os complexos geomorfológicos. No caso da reserva biológica de São Donato, foram consideradas a planície fluvial do rio Butuí, o planalto de Uruguaiana, nível baixo e nível alto. Para a determinação desses complexos geomorfológicos, foram cruzados ao mapa das unidades geomorfológicas do RADAMBRASIL, o mapa hipsométrico e o clinográfico. Desse cruzamento resultaram três categorias representativas para a área de estudo, a planície fluvial e as altitudes inferiores e superiores a 70 metros. Sobre essa “ossatura” do relevo foi acrescentando as três formações vegetais, que ocorrem na unidade de conservação, segundo o RADAMBRASIL, as vegetações arbóreo-arbustivas, as estepes gramíneo lenhosas e a formações pioneiras de influência fluvial, resultando em quatro categorias, definidas como: (A) formações vegetais de influência fluvial em áreas de planície fluvial; (B) estepes gramíneo lenhosas em áreas de altitude inferior a 70 metros; (C) estepes gramíneo lenhosas em áreas de altitude superior a 70 metros; e (D) formações vegetais de influência fluvial em áreas de altitude superior a 70 metros. Com base nessas quatro categorias, foi realizado o terceiro cruzamento com o mapa do uso do solo, que considerou as áreas de campo, lavouras, matas/bosques, acrescido da área do banhado São Donato, para representar as áreas alagadas. Desse terceiro cruzamento, resultaram as dez unidades de paisagem que ocorrem na reserva biológica de São Donato. Para determinar a dinâmica das unidades de paisagem observou-se o uso do solo nos anos de 1990, 2000 e 2010, através da análise multitemporal. Desse modo, foram identificadas quais unidades apresentavam um estado de expansão ou retração, conforme a variação de suas áreas e a sua localização, no decorrer do tempo.

O resultado desta síntese cartográfica é o mapa das unidades de paisagem da reserva biológica de São Donato (Mapa 13). Através desse mapa

verifica-se a distribuição e localização das unidades de paisagem na reserva biológica, sendo que a compartimentação paisagística baseou-se, principalmente, em aspectos do relevo e da vegetação, ainda que o uso do solo tenha sido utilizado para representar o fator antrópico, resultando em 10 unidades espaciais, que serão apresentadas a seguir.

(A1) Unidade das planícies com vegetação arbóreo-arbustiva de influência fluvial, em retração.

Essa unidade representa a área da planície fluvial, composta por sedimentos aluvionais de areia e cascalho, onde se desenvolve uma vegetação arbóreo-arbustiva de influência fluvial, caracterizada pelos gêneros *Acacia* e *Mimosa*, juntamente com as famílias *Solanaceae*, *Compositae*, *Myrtaceae*. Essas formações ocorrem em solos bem drenados e encontra-se em fase de retração devido à expansão da agricultura, que utiliza essas áreas para o cultivo do arroz irrigado. Essa unidade pode ser observada na figura 16, numa ocorrência associada à unidade A4.

(A4) Unidade das planícies alagadas com vegetação pioneira de influência fluvial - do tipo herbácea, em retração.

A unidade representa a área de planície fluvial alagada, composta de solos encharcados e ricos em matéria orgânica, resultando em um ambiente típico à plantas adaptadas ao meio aquático. Desta maneira, a vegetação pioneira é composta por pelos gêneros *Typha*, *Cyperus* e *Juncus*, além de plantas aquáticas do gênero *Eichhornia*, como mostra a figura 17. Por ser um ambiente bastante favorável para o cultivo agrícola, em decorrência da fertilidade dos solos, essa unidade encontra-se em processo de retração, principalmente, pela drenagem de suas áreas alagadas, que são convertidas em lavouras.

Mapa 13: Mapa das unidades de paisagem da reserva biológica de São Donato.

(B1) Unidade das estepes gramíneo lenhosas com mata ciliar, em áreas de altitude inferior a 70 metros;

Localizada nas áreas de altitude inferior a 70 metros, essa unidade ocorre nas proximidades dos corpos hídricos. Formada por um tapete gramíneo-lenhoso, “flanqueado por galerias arbóreas”. (Diegues, 2002, p.266). As estepes dessa unidade são formadas por espécies do gênero *Paspalum* e *Panicum*, gramíneas muito utilizadas na alimentação do gado, enquanto que a mata ciliar é formada pelos gêneros *Peltophorum*, *Prumus* e *Lithraea*. Essa unidade está em uma dinâmica intermediária entre a expansão e a retração, podendo ser considerada, um ambiente intergrades, conforme a proposta ecodinâmica de Jean Tricart (1977).

Figura 16: Ocorrência das unidades A1 (ao fundo) e A4. (Fevereiro/2011).

Na figura 16, observa-se a ocorrência da unidade A1, com a formação vegetal arbóreo-arbustiva de influência fluvial, associada à unidade A4, planícies alagadas com vegetação herbácea pioneira de influência fluvial. Já na figura 17, demonstra as formações vegetais *Eichhornia* e *Cyperus*, na unidade A4 que se refere às planícies alagadas com vegetação herbácea.

Figura 17: A planície alagada com vegetação herbácea da unidade A4. (Fevereiro/2011).

(B2) Unidade das estepes gramíneo lenhosas, em áreas de altitude inferior a 70 metros, em retração.

Essa unidade refere-se às estepes em altitudes inferiores a 70 metros, formadas por gramínea do gênero *Paspalum* e *Panicum*. A unidade de paisagem encontra-se em retração, devido ao uso das áreas campestres como pastagens para a criação de gado.

Na figura 18 observa-se a associação das unidades de paisagem B1, ao fundo, e B2. Percebe-se que estas unidades são utilizadas para a criação de gado, que provoca o pisoteio e a compactação do solo, alterando a comunidade vegetal típica de gramíneas, contribuindo para o processo erosivo do solo.

(B3) Unidade agrícola em áreas de altitude inferior a 70 metros, em expansão;

A unidade de paisagem agrícola refere-se às áreas de lavoura de arroz, principalmente, localizadas em altitude inferior a 70 metros. Essa unidade é considerada em expansão devido ao crescimento das áreas de lavoura nos últimos anos, sobretudo na direção nordeste/sudoeste da reserva biológica. Deste modo, esta unidade representa um grande foco de degradação dos

ecossistemas de estepes e banhados, principalmente pela retirada da vegetação natural e drenagem das áreas alagadas, em detrimento da monocultura. Na figura 19 observam-se as unidades de paisagem B3 e C2. A unidade B3, no segundo plano da imagem, revela o cultivo de arroz na unidade agrícola, enquanto que a unidade C2, formada por estepes gramíneo lenhosas é utilizada pela pecuária.

Figura 18: Ocorrência das unidades B1 (ao fundo) e B2. (Fevereiro/2011).

Figura 19: Ocorrência das unidades B3 (ao fundo) e C2. (Fevereiro/2011).

(C1) Unidade das estepes gramíneo lenhosas, associada a formações arbóreo-arbustivas, em áreas de altitude superior a 70 metros, em expansão.

Essa unidade de paisagem difere-se da unidade B1, pois as formações arbóreo-arbustivas não ocorrem associadas a corpos hídricos. Localizada no setor sudeste da reserva biológica de São Donato, em áreas de altitude superior a 70 metros, essa unidade é composta por um tapete gramíneo-lenhoso, formado de espécies do gênero *Paspalum*, com alguns capões de mato, organizados em pequenos conjuntos arbóreo-arbustivos constituídos por espécies do gênero *Lithraea*, conforme podemos observar na figura 20. Essa unidade está em processo de expansão, devido à retomada da vegetação nativa, em lavouras abandonadas, embora ainda a pecuária esteja presente.

Figura 20: Ocorrência da unidade C1. (Fevereiro/2011).

(C2) Unidade das estepes gramíneo lenhosas, em áreas de altitude superior a 70 metros, em retração.

Localizadas na porção sul da reserva biológica, essa unidade refere-se às estepes em altitudes superiores a 70 metros, formadas por gramínea do gênero *Paspalum* e *Panicum*. Assim como a unidade B2, essa área encontra-se em retração, devido ao uso das áreas campestres como pastagens para a

criação de gado. Esta unidade pode ser observada em associação com a unidade B3 na figura 19.

(C3) Unidade agrícola em áreas de altitude inferior a 70 metros, em expansão.

Essa unidade de paisagem refere-se às áreas agrícolas em altitude superior a 70 metros. Composta por lavouras de arroz irrigado, essa unidade está em processo de expansão por localizar-se em uma região campestre utilizada, sobretudo, como pastagem para a criação de gado.

(D1) Unidade das formações arbóreo-arbustivas de influência fluvial, em áreas de altitude superior a 70 metros, em expansão.

Localizada na porção sudeste da reserva biológica de São Donato, em altitudes superiores a 70 metros, essa unidade de paisagem refere-se às formações arbóreo-arbustivas de influência fluvial, compostas pelos gêneros *Acacia*, *Peltophorum*, *Luehea*, *Prumus* e *Lithraea*. Essa unidade está em expansão, em decorrência da recomposição da vegetação nativa.

(D4) Unidade das formações pioneiras em áreas alagadas, com altitude superior a 70 metros, em expansão.

Também localizada na porção sudeste da reserva biológica, em altitudes superiores a 70 metros, essa unidade encontra-se em expansão, devido à recomposição da vegetação através das formações pioneiras. Como se trata de uma área alagada, a vegetação é adaptada a estes ambientes, sendo formada por espécies aquáticas do gênero *Eichhornia*, *Typha*, *Cyperus* e *Juncus*.

Na figura 21, observamos a associação das unidades D1, ao fundo, compostas pelo estrato arbóreo-arbustivo, e D4, no primeiro plano, composta pelas formações pioneiras adaptadas à ambientes alagados.

Figura 21: Ocorrência das unidades D1 (ao fundo) e D4. (Fevereiro/2011).

As unidades D1 e D4 estão em expansão, pois diversas lavouras na porção sudeste foram abandonadas, em decorrência do empobrecimento do solo. Diante disso, as vegetações pioneiras começam a repovoar as áreas, o que explica a expansão dessas unidades.

Após a identificação das unidades de paisagem na reserva biológica de São Donato, partiu-se para a avaliação das alterações nas paisagens, através do mapa de hemerobia (Mapa 14), através da metodologia estabelecida por Buch (2007). Para isso, as unidades de paisagem foram identificadas conforme os graus de artificialidade e naturalidade, que variam de “A” até “E”. As classes com maior naturalidade ficam próximas a “A”, enquanto que as de maior artificialidade ficam próximas a “E”. Deste modo, as unidades com maior naturalidade são A1 e C1, que representam a hemerobia A; as unidades B1, B2 e C2, a hemerobia B; as unidades A4, D1 e D4, a hemerobia C; a unidade C3 representa a hemerobia D, e a unidade de maior artificialidade é a B3, com hemerobia E.

Neste sentido, o mapa revelou um predomínio do grau hemeróbico B, que significa uma maior naturalidade, muito embora, a ação humana, caracterizada pela artificialidade, esteja presente. A classe de menor

representatividade foi a hemerobia A, que apesar de se manifestar em duas unidades de paisagem, abrangeu pequenas áreas. A classe de maior artificialidade, hemerobia E, apresentou uma forte presença, sendo associada à unidade agrícola em áreas de altitude inferior a 70 metros.

De maneira geral, podemos afirmar que a artificialidade é superior que a naturalidade na reserva biológica de São Donato, fato que pode ser explicado devido à presença das atividades agropecuárias na área, mesmo em se tratando de uma unidade de conservação de proteção integral.

.

Mapa 14: Hemerobia na reserva biológica de São Donato.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o estudo das unidades de paisagem da reserva biológica de São Donato, através da cartografia ambiental, são apresentadas algumas considerações sobre os principais aspectos que despontaram no decorrer do desenvolvimento da pesquisa.

A problemática ambiental tem se destacado nas diversas esferas científicas, sobretudo no Brasil, em decorrência das degradações ocorridas nos ecossistemas, através do desmatamento e da conversão de paisagens naturais em áreas de lavouras e pastagens. Diante disso, entre a década de 1970 e 1990, houve um grande investimento em unidades de conservação, o que resultou na formulação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Embora, esse sistema almeje regulamentar a proteção do meio ambiente, à realidade das unidades de conservação é crítica, principalmente se está estiver localizada em uma área de forte pressão agrícola, como é o caso da reserva biológica de São Donato.

Essa unidade de conservação tem o objetivo de proteger o banhado São Donato frente à expansão da agricultura e da pecuária. No Rio Grande do Sul havia grandes extensões de banhados, que foram suprimidos pelas atividades agropecuárias, principalmente pelo cultivo de arroz, nos últimos 30 anos. Nesse sentido, áreas úmidas como o banhado São Donato devem ser protegidas, não apenas por serem ambientes vulneráveis, mas pela sua importância na reprodução de diversas espécies de aves, peixes e répteis, além de desempenhar a função de regulador hídrico, retardando as enchentes e abastecendo os mananciais de água.

Todavia, a partir da análise multitemporal dos usos do solo na reserva biológica de São Donato verificou-se que a expansão das atividades agrícolas na unidade de conservação é uma realidade. Através da construção do canal de drenagem, pelo Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis (Pró-Várzea) em 1981, as áreas alagadas foram drenadas e transformadas em lavouras. Diante disso, percebe-se que, embora seja uma unidade de conservação, a reserva biológica de São Donato tem dificuldade

em impedir a alteração de suas paisagens naturais em lavouras, devido à escassez de recursos financeiros e a insuficiência de recursos humanos para a fiscalização e gerenciamento da unidade de conservação.

Assim sendo, podemos afirmar que os problemas ambientais da reserva biológica de São Donato são nitidamente sociais, pois resultam de como a sociedade trata a unidade de conservação. Portanto, a Geografia contribui com as questões ambientais, na medida em que aborda essa complexa relação entre a sociedade e a natureza, por meio do estudo da paisagem e a cartografia ambiental.

Diante disso, podemos afirmar que a cartografia ambiental encontrou na paisagem, seu melhor objeto de estudo. Todavia não uma paisagem concebida apenas pelo enquadramento natural ou social, mas uma unidade espacial, relativamente homogênea, resultante da combinação dinâmica entre os elementos físicos, biológicos e antrópicos. (BERTRAND, 2004) Assim, a paisagem passa da visão em perfil, para a representação em mapa, adquirindo percepção dinâmica e apreensão complexa.

Entretanto, essa realização cartográfica só é possível se empreendida através do raciocínio de síntese, que busca a fusão dos elementos, ao invés da justaposição, em conjuntos lógicos. Desta maneira, Marcelo Martinelli e Franco Pedrotti (2001) afirmam que a cartografia ambiental de síntese revelaria conjuntos espaciais com identidade peculiar, que são agrupamentos de lugares, caracterizados por agrupamentos de atributos.

Nesse sentido, o estudo das unidades de paisagem na reserva biológica de São Donato, teve como embasamento teórico a proposta de Marcelo Martinelli e Franco Pedrotti (2001) para a cartografia de unidades de paisagem. Essa metodologia mostrou-se prática e clara, entretanto, para a sua aplicação na área de estudo, algumas adaptações tiveram que ser realizadas. Na proposta desses autores, as macrounidades paisagísticas são determinadas pelo arranjo dos complexos geomorfológico, no entanto, não haviam dados em escalas menores, que abrangessem a área de estudo. Desta forma, foi necessário adaptar as escalas mais genéricas, aos mapeamentos em escala local. Apesar do receio pela utilização de escalas distantes, isso se revelou

satisfatório, na medida em que, permitiu um reconhecimento mais simples das unidades intermediárias à paisagem.

Devemos destacar que essa adaptação só foi possível pela pequena diversidade de feições do relevo que ocorrem na reserva biológica. Como a área de estudo é caracterizada por uma morfologia baixa e plana, foi fácil identificar a planície fluvial do rio Butuí, assim como o planalto de Uruguiana.

A sobreposição da vegetação potencial às macrounidades do relevo revelou que em condições climáticas constantes e sem a interferência antrópica, a reserva biológica de São Donato seria constituída, nos terrenos mais altos, por estepes gramíneo lenhosas, enquanto que a planície fluvial seria formada por uma vegetação pioneira, de influência fluvial, ou seja, plantas adaptadas ao meio aquático. Com a inserção do mapa do uso do solo, é revelada a ação antrópica na reserva biológica, deste modo, surgem 10 unidades de paisagem, entre as quais destacam-se as unidades agrícolas e algumas unidades formadas por estepes gramíneo lenhosas (campestre), muito utilizadas pela pecuária, com alto grau hemeróbico.

A avaliação do grau de hemerobia das unidades de paisagem mostrou-se bastante útil para o planejamento ambiental, embora este não fosse o foco da pesquisa. A partir da síntese das unidades de paisagem, e posterior análise do grau de naturalidade e artificialidades dessas unidades, gera-se um mapa bastante simples e didático para compreender a interferência antrópica na reserva biológica de São Donato.

Convém destacar, que a análise multitemporal dos usos do solo, realizada sobre as imagens *Landsat-5 TM*, teve uma contribuição fundamental para a pesquisa, pois, através dela identificou-se a dinâmica das unidades de paisagem, assim como permitiu a compreensão da sucessão dos diferentes tipos de usos do solo, além de revelar a tendência do crescimento das áreas de lavouras na reserva biológica de São Donato.

De maneira geral, podemos afirmar que no decorrer da pesquisa, a perspectiva sobre as unidades de paisagem só ganhou escopo, a partir das ideias da síntese cartográfica. Deste modo, o produto final dessa realização

cartográfica tem como objetivo proporcionar informações de relevância para a unidade de conservação, na medida em que propõe a avaliação, em escala da paisagem, dos problemas ambientais que ocorrem na reserva biológica São Donato.

Por fim, consideramos que a o estudo das unidades de paisagem, através da cartografia ambiental, é uma aplicação viável para o planejamento ambiental, e que os resultados obtidos nessa pesquisa possam contribuir com a elaboração do plano de manejo da unidade de conservação, auxiliando na tomada de decisão e servindo de referência para novos estudos na reserva biológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS³⁸

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALONSO, J. J. G. Cartografía Ambiental: Desarrollo y propuestas de sistematización. **Observatorio Medioambiental**, Madri, v.5, p. 47-78, 2002.

ARCHELA, R. S. **Análise da cartografia brasileira: bibliografia da cartografia na geografia no período de 1935-1997**. São Paulo, 2000. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. (fragmento) Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabajos/cartografia-sistematicacartografiatematica/cartografia-sistematica-cartografia-tematica2.shtml>> Acesso em: ago. 2011.

ARCHELA, R. S.; THÉRY, H. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. **Confins** - Revista Franco-brasileira de Geografia. 2008. Disponível em: <<http://confins.revues.org/3483>> Acesso em: set. 2009.

ATLAS EÓLICO DO RIO GRANDE DO SUL. Mapas das médias anuais de precipitação e temperatura. Porto Alegre: 2002.

BELLEÇ, F. Da Arte de Navegar no Zeevaert. IN: MAGALHÃES, J. R. de (org.). **Revista Oceanos**, n. 38. Navios e navegações. Portugal e o Mar. Lisboa: Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, abril/junho de 1999.

BENCKE, G. A. O caboclinho *Sprophila zelichi* observado no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Ararajuba**. n.12, p.88-89, 2004. Disponível em: <http://www.cbpro.org.br/CBRO/pdf/notspo_zel.pdf> Acesso em: nov. 2009.

BERNÁLDEZ, F. G. **Ecologia y paisaje**. Madrid: Blume, 1981.

BERTALANFFY, L. **Teoria Geral dos Sistemas**. Trad. F. M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTIN, J. **La graphique et traitement graphique de l'information**. Paris Flamarion, 1977.

³⁸ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

_____. **A neográfica e o tratamento gráfico da informação**. Curitiba: UFPR, 1986.

_____. Ver ou ler. **Seleção de Textos**, AGB, São Paulo, 18, pp. 45-43, 1988.

BERTONI, J.; LOMBARDI, F. L. N. **Conservação do Solo**. 3. ed. São Paulo: Ícone, 1990.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. **R. RA' E GA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BOLÓS y CAPDEVILA, M. de. In: BOLÓS y CAPDEVILA, M. (org.). **Manual de ciencia del paisaje**: teoria, métodos e aplicaciones. Barcelona: Masson, 1992.

BRANDÃO, T. et al. Unidades de Conservação e os campos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, n. 5, p. 843-845, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>> Acesso em: fev. 2009.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>> Acesso em: fev. 2009.

BRESSAN, D. **Gestão racional da natureza**. São Paulo: Hucitec, 1996.

BUCH, H. E. R. **Matas ciliares e degradação da paisagem da área lindeira do médio egaçu subsídios para educação ambiental**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade do Paraná. Curitiba, 2007.

BURGER, M. I. **Situação e ações prioritárias para conservação de banhados e áreas úmidas da Zona Costeira**. Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2000. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/nupe/arquivos/banhados.pdf>> Acesso em: jul. 2010.
CARVALHO A. B. P.; OZORIO C. P. Avaliação sobre os Banhados do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.1, n.2, p. 83-95, 2007.

COIMBRA, J. A. A. **O outro lado do meio ambiente**. São Paulo: Cetesb, 1985.

CONTI, J. B. Geografia, zonalidade e paisagem. In: **Anais do III Encontro Interdisciplinar sobre o estudo da paisagem**. UNESP, Rio Claro, 1998.

CROSBY, A. **Imperialismo Ecológico: A Expansão Biológica da Europa**, São Paulo, Companhia das Letras, 1993.

CUNHA, S. B. e GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

_____. Degradação Ambiental. In: **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000, p.337-379.

DEAN, W. **A Ferro e Fogo: A história e a devastação da mata atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DIAS, J. **As potencialidades paisagísticas de uma região cárstica: o exemplo de Bonito, MS**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 1998.

DIEGUES, A. C. S. et al. **Povos e Águas: inventário de áreas úmidas**. 2 ed. São Paulo: NUPAUB, USP, 2002.

DINIZ, A.; FURLAN, S. A. Relações entre classificações fitogeográficas, fitossociologia, cartografia, escalas e modificações sócio-culturais no Parque Estadual Campos do Jordão (SP). **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.12, p.123-161, 1998.

DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

DUARTE, P. A. **Fundamentos da Cartografia**. 2 ed. Florianópolis: UFSC, 2002.

FREITAS, A. R.; CARVALHO, S. M. (Orgs). Classificação hemeróbica das unidades de paisagem da bacia hidrográfica do rio cará-cará, Ponta Grossa – PR. Iniciação Científica. **Cesumar**. Jan./Jun. v. 10 (1), p. 63-69.

FRÓVOLA. M. A paisagem dos geógrafos russos: a evolução do olhar geográfico entre o século XI e o XX. The landscape of the russian geographers: the evolution of the geographical perspective between the nineteenth and the twentieth centuries. **R. RAÍGA**, Curitiba, n. 13, p. 159-170, 2007.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Índice de desenvolvimento socioeconômico**: Mapa do IDESE. Porto Alegre, 2006. Escala 1:300.000

FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapeamento, Diagnóstico e Gerenciamento de Ambientes de Áreas Úmidas na Bacia do Guaíba, tendo em vista sua Preservação ou Conservação**. Pró-Guaíba – Subprograma Parques e Reservas – Projeto II. Estudos para consolidação do Sistema de Parques e Reservas Naturais no Bacia do Guaíba. Porto Alegre, 2002.

GIRARDI, E. P. **Atlas da Questão Agrária Brasileira**. Presidente Prudente: Unesp, 2008. Disponível em: <<http://www.fct.unesp.br/nera/atlas>>. Acesso em: jul. 2010.

GOMES, M. do C. A. Velhos mapas, novas leituras: Revisando a História da Cartografia. **GEOUSP**. São Paulo, n.16, p.67-79, 2004.

GRUMBINE, E. R. **What is ecosystem management?** Washington: Island Press, 1994.

HARLEY, J. B. A nova história da cartografia. **O Correio da Unesco**. 19 (8): 04-09, 1991.

_____. Mapas, saber e poder. Revista **Franco-brasileira Confins**. 2009. Disponível em:<<http://confins.revues.org/index34.html>>. Acesso em: ago. 2009.

ISAIA, E. M. B. I. **Metodologia para o Monitoramento da Ação Antrópica sobre a Vegetação Natural da Bacia Hidrográfica do Rio Pitimbu – RN**. 1985. Dissertação (Mestrado em Engenharia Rural). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1985.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** (Séries Manuais Técnicos em Geociências, n. 1). Rio de Janeiro, 1992.

_____**Projeto RADAMBRASIL:** Mapa geomorfológico do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm> Acesso em: set. 2011.

_____**Projeto RADAMBRASIL:** Mapa da vegetação do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm> Acesso em: set. 2011.

_____**Censo Demográfico 2010. Resultados do Universo.** Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>> Acesso em: jan.2012

_____**Censo Agropecuário 2006 – Segunda Apuração.** Disponível em: <<http://www.censoagro.ibge.gov.br>> Acesso em: mai.2012

_____**Pesquisa Agrícola Municipal 2011.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/pam2011>> Acesso em: jun.2012

_____**Pesquisa Pecuária Municipal 2011.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/ppm2011>> Acesso em: jun.2012

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Banhados.** 2000. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>> Acesso em: jun. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Divisão de Geração de Imagens:** Imagens de satélites. São José dos Campos, 1990; 2000; 2010. 3 imagens Landsat-5 TM. Órbita-ponto 224/080.

JOLY, F. **A cartografia.** Campinas: Papirus, 1990.

KLOETZEL, K. **O que é meio ambiente.** 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1998.

KROKER, R.; NUCCI, J.C.; MOLETTA, I. M. O conceito de hemerobia aplicado ao planejamento das paisagens urbanizadas. **Anais...**, Brasília, Universidade Católica de Brasília, 2005.

LACOSTE, Y. **A Geografia** - isso serve, em primeiro lugar para fazer a guerra. Campinas: Papirus, 1988.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil**: Região Sul. Rio de Janeiro: 1990. p.113-150.

LIMA, F. R. **A cartografia ambiental de síntese: procedimentos e aplicações para o município de Limeira - SP**. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

LOCH, R. E. N. **Cartografia**: representação, comunicação e visualização de dados espaciais. Florianópolis: UFSC; 2006.

MARTINELLI, Marcello. **Curso de Cartografia Temática**. São Paulo: Contexto, 1991.

_____. Cartografia Ambiental: uma cartografia diferente? São Paulo: **Revista do Departamento de Geografia** v. 7, p. 61-80, 1994.

_____. **Mapas da geografia e cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 2003; 2005.

_____. Cartografia dinâmica: tempo e espaço nos mapas. **Geousp**. São Paulo. n.18. p. 53-65, 2005.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. A Cartografia das Unidades de Paisagem: Questões Metodológicas. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 1, n. 14, 2001.

MARTOS, H. L.; MAIA, N. B. **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: Liber Arte, 1997.

MALTCHIK, L. **Áreas úmidas: importância, inventários e classificação**. São Leopoldo: Unisinos, 2003.

MEDEIROS, J. S. de. **Banco de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território**. Tese (Doutorado em Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

MELO, K. C. de **Das leituras da paisagem e sua representação cartográfica: as unidades da paisagem de Ubatuba**. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MENDONÇA, A. T. P. **Por mares nunca dantes cartografados**: a permanência do imaginário antigo e medieval na cartografia moderna dos descobrimentos marítimos ibéricos em África, Ásia e América através dos oceanos Atlântico e Índico nos séculos XV e XVI. Dissertação (Mestrado em História). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MENEZES, P. M. L. de; COELHO NETTO, A. L. Cartografia Geoecológica uma Análise de Conceitos. **Revista da Pós-graduação em Geografia**, Rio de Janeiro, v. 5, p. 79-81, 2002.

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

MITTERMEIER, R. A. *et al.* Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. **Revista Megadiversidade**, v.1, n. 1, Belo Horizonte, jul. 2005.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistema**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto (Coleção Novas Abordagens, n.3), 2000.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Agricultura, 1961.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto**: Princípios e Aplicações. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1992.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001.

RAISZ, E. **Cartografia Geral**. Rio de Janeiro: Editora Científica, 1969.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Universidade Federal de Santa Maria. **Inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ifcrs/>> Acesso em: mai.2011.

_____. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Divisão de Geoprocessamento**: Mapas: unidades de conservação e bacias hidrográficas. Porto Alegre, 2009. 2 mapas. Escala 1:250.000.

_____. Fundação Zoobotânica. Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.fzb.rs.gov.br/>> Acesso em: dez. 2010.

_____. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Divisão de Unidades de Conservação. Reserva biológica estadual do banhado São Donato. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/>> Acesso em: dez.2010.

_____. Secretaria Estadual do Planejamento. **Atlas socioeconômico**: Mapas: classificação dos solos, macrozoneamento ambiental, população absoluta, densidade demográfica, produto interno bruto, redes modais, produção de arroz, efetivo de bovinos e ovinos. Porto Alegre, 2011. 8 mapas. Escala 1:400.000.

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997.

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 14, São Paulo, 2001.

RODRIGUES, S.C; SOUZA L.H. de F. Comunicação gráfica: bases conceituais para o entendimento da linguagem cartográfica. **GEOUSP**, São Paulo, n.23, P.65-76, 2008.

SANCHEZ, M. C. Conteúdo e eficácia da imagem gráfica. **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro, v.11, n.21-22, p.74-81, 1981.

SCHMID, D. J. S. de. **Geoprocessamento aplicado à análise das áreas de conflito de uso da terra na microbacia do lajeado São Vicente – Crissiumal/RS**. Monografia (Especialização em Geomática) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

TAYLOR, D. R. F. **Cybercartography: theory and practice**. Amsterdã: Elsevier, 2005. Vol.4.

TEICHMANN, J. B. de G. **Especialização da agricultura na região corede fronteira oeste do Rio Grande do Sul: uma análise geográfica da produção de arroz, soja, milho e trigo**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

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

TRICART, J. **Paisagem e Ecologia**. Inter-Fácies. São José do Rio Preto: UNESP, 1979.

TRICART, J.; KILIAN, J. **La ecogeografía y la ordenación del medio natural**. Barcelona: Anagrama, 1982.

THOMAS, K. **O Homem e o Mundo Natural: Mudanças de Atitude em Relação às Plantas e aos Animais (1500-1800)**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

ZARTH, P.A.; GERHARDT, M. Uma História Ambiental do Pampa do Rio Grande Do Sul. In: TEIXEIRA FILHO, A. (Org.) **Lavouras de Destruição: a (im)posição de um consenso**. Pelotas: Ed. do autor, 2009.

WELTER, L. **O espaço geográfico do oeste catarinense e sua cartografia ambiental**. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

WIDHOLZER, F. **Banhados do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Riocell S. A, 1986.