

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Tese

**Análise da Fragilidade Ambiental da Região Sul do Rio Grande do Sul:
Uma ferramenta para o planejamento e gestão de áreas naturais**

Marcelo Dutra da Silva

Pelotas, 2008

Dados de catalogação na fonte:

(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

S586a Silva, Marcelo Dutra da

Análise da fragilidade ambiental da região sul do Rio Grande do Sul: uma ferramenta para o planejamento e gestão de áreas naturais) / Marcelo Dutra da Silva. - Pelotas, 2008.

157f : il.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. - Pelotas, 2008, Luis Antônio Veríssimo Corrêa, Orientador.

1. Planejamento ambiental 2. Fragilidade ambiental
3. Rio Grande do Sul I Corrêa. Luis Antônio Verissimo

MARCELO DUTRA DA SILVA

**Análise da Fragilidade Ambiental da Região Sul do Rio Grande do Sul:
Uma ferramenta para o planejamento e gestão de áreas naturais**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (área do conhecimento: Produção Vegetal).

Orientador: Dr. Luis Antônio Veríssimo Correa

Pelotas, 2008

Banca examinadora

Dr. Luis Antônio Veríssimo Correa

Dr. Lúcio André Fernandes

Dr. José Maria Filippini Alba

Dr. Hólvio Debli Casalinho

Aos meus pais
Gerci da Silva e
Ledi Dutra da Silva, e irmãs
Letícia e Andréia pela compreensão, incentivo e paciência.

DEDICO

Agradecimento

Neste espaço quero agradecer àqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Alunos, colegas, professores, pessoas sem as quais este trabalho não teria sido realizado e por isso o meu mais sincero obrigado:

Ao Prof. Luis Antônio Veríssimo Corrêa pela forma a qual orientou o meu trabalho, por todas as recomendações e cordialidade que sempre me recebeu. E também pela liberdade de ação e autonomia nas escolhas, que foi decisiva para que este trabalho contribuísse também para o meu desenvolvimento pessoal.

Ao professor Haroldo Erwin Asmus, amigo e eterno orientador, cuja visão que tem do mundo serviu de inspiração e estímulo para a minha caminhada e ingresso à carreira de ciência.

Ao Prof. Willian Peres, meu professor e colega pela colaboração e incentivo que não me deixaram desistir desta caminhada.

Aos professores e colegas da UCPel, pela disponibilidade e apoio nos momentos necessários.

Aos alunos, estagiários e amigos Elizabeth Sampaio Farias, Milton Luiz Meirelles da Silva Filho e Rodrigo T. Lopes pela dedicação, empenho, disponibilidade, colaboração e amizade.

À Roberta Borgonovi, companheira que dividiu comigo todos os difíceis momentos dessa caminhada, o meu muito obrigado.

E um especial agradecimento aos meus pais e irmãs por toda a paciência, apoio e carinho nos momentos de dificuldade.

E a todos aqueles que mesmo distantes ou pouco envolvidos muito contribuíram para a conclusão deste trabalho.

“...A Verdade absoluta sequer interessa ao cientista, ele está perfeitamente contente com o conjunto de hipóteses de trabalho que sejam boas apenas em certos momentos e para certos objetivos”

“Para o leigo, a coisa mais importante a saber com respeito à ciência é a seguinte: não é uma busca da verdade mas uma busca do erro. Um cientista vive num mundo onde a verdade é inatingível, mas onde é sempre possível encontrar erros no que foi penosamente estabelecido ou no óbvio. Se você quiser saber se alguma teoria é realmente científica experimente o seguinte teste: se o texto está truncado com ‘talvez’ e ‘possivelmente’, qualificações, justificativas, então provavelmente é científico; quando se afirma ser a verdade final, não é científico”

Rudolf Flesh, *The Art of Clear Thinking*, 1951

(citado por: CASTRO, 1977).

Resumo

DUTRA DA SILVA, Marcelo. **Análise da Fragilidade Ambiental da Região Sul do Rio Grande do Sul: Uma ferramenta para o planejamento e gestão de áreas naturais**. 2008. 159f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

O Rio Grande do Sul está entre os estados de maior potencial para o cultivo de “florestas”, onde, do ponto de vista agrícola, estratégico e logístico, o sul do estado se destaca como a região de melhor aptidão ao desenvolvimento de plantios “florestais”. O fato de apresentar um clima favorável, área disponível, boa infraestrutura de transporte (ferroviário e rodoviário), acesso ao porto, mão de obra qualificada, universidades e a proximidade com o Uruguai, que já possui boa oferta de madeira em situação de corte, têm feito dessa região um espaço atraente aos investimentos do mercado de “florestas”. O que do ponto de vista ambiental, surge como um alerta. Será que o estado está preparado para essa nova atividade? As ferramentas de análise e controle do estabelecimento e expansão “florestal” já estão em uso? Ou melhor, já foram desenvolvidas? Estima-se que a silvicultura já ocupe no estado cerca de 360 mil hectares, porém dados de pesquisa mais recentes e precisos mostram que a área plantada pode ser bem maior, com a expectativa de que sejam alçados, nos próximos 10 anos, mais de um milhão de hectares, apenas na região sul. A metade sul do Rio Grande representa 60% do território riograndense e aqui residem apenas 20% dos gaúchos. De economia fragilizada e quase que exclusivamente dependente da atividade pecuária e do cultivo do arroz, nos últimos anos essa região tem passado por dificuldades econômicas que denunciam a necessidade de romper o atual cenário produtivo. No entanto, uma nova matriz deve assumir um modelo de produção, que além de obediência à legislação vigente, também considere as pressões dos usos que já se fazem presentes, que leve em consideração a natureza das atividades e a fragilidade dos recursos, frente às práticas de uso, inclusive por “florestas”, associando o desenvolvimento da atividade a programas de conservação e planejamento ambiental.

Abstract

DUTRA DA SILVA, Marcelo. **Analysis of the Environmental Fragility in the Southern Region of Rio Grande do Sul: A tool for planning and management of natural areas.** 2008. 159f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

Rio Grande do Sul is among the states with the greatest potential for the culture of “forests”, where, of the agricultural, strategic and logistic point of view, the southern region of the state stands out as the best one with aptitude to develop “forest” planting. Due to the fact that this region presents a favorable climate, available area, good understructure of transportation (railroad and road), access to the port, qualified workmanship, universities and neighborhood with Uruguay, which has good supplies of wood ready to be cut, it is an attractive space for investments of the market of “forests”. This fact, from the environmental point of view, looms as alertness. Will the state be prepared for this new activity? Are the analysis and control tools of the “forest” establishment and expansion already in use? Or better, were they already developed? It is estimated that forestry already occupies in the state about 360 thousand hectares; however more recent and precise data point out that the planted area may be quite bigger, with the prospective that it will be able to reach, within the next 10 years, more than one million hectares, only in the southern region. The southern half of Rio Grande do Sul represents 60% of its whole territory with only 20% inhabited. With a fragile economy and almost exclusively dependent on cattle breeding business and rice culture, in recent years this region has undergone economic difficulties which bring to light the necessity of breaking the current productive scene. However, a new matrix must assume a production model which, besides obeying the current law, also considers the pressures of the uses already in course and takes into account the nature of the activities and the fragility of the resources, facing the practices of use, inclusively by “Forests”, associating the development of the activity to programs of conservation and environmental planning.

Lista de Ilustrações

Figura 1	Localização da área de estudo no contexto da Bacia L40 SEMA/RS.....	26
Figura 2	Distribuição da base cartográfica na área de estudo.....	58
Figura 3	Arranjo das folhas IBGE, 2003, levantamento Geomorfológico, correspondente ao Setor I da Bacia L40 SEMA/RS	59
Figura 4	Arranjo das folhas IBGE, 2003, levantamento dos Solos, correspondente ao Setor I da Bacia L40 SEMA/RS	61
Figura 5	Arranjo das folhas IBGE, 2003, levantamento da Cobertura Vegetal, correspondente ao Setor I da Bacia L40 SEMA/RS	62
Figura 6	Áreas Prioritárias para a Conservação no Rio Grande do Sul e no destaque para o Setor I da Bacia L40 SEMA/RS, levantamento MMA – PROBIO, 2004.....	63
Figura 7	Domínios Geológicos do Rio Grande do Sul	69
Figura 8	Regiões Geomorfológicas do Rio Grande do Sul	69
Figura 9	Unidades do Escudo Sul-rio-grandense	70
Figura 10	Modelo tridimensional da superfície dos terrenos do Rio Grande do Sul	70
Figura 11	Imagem de Satélite da área de influência de empreendimentos florestais de grande porte no sul do Rio Grande do Sul	71
Figura 12	Modelo de Elevação Digital do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	71
Figura 13	Mapa geomorfológico do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	73
Figura 14	Distribuição dos Modelados de Dissecação no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	75
Figura 15	Distribuição dos Modelados de Acumulação no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	78
Figura 16	Distribuição dos Modelados de Aplainamento no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	80
Figura 17	Distribuição da drenagem no estado do Rio Grande do Sul. Fonte IBGE 2007	81
Figura 18	Distribuição da drenagem na Bacia L40 SEMA/RS. Fonte IBGE 2007 ...	82

Figura 19	Distribuição dos valores de temperatura para o SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	85
Figura 20	Valores de precipitação para o SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	86
Figura 21	Valores de precipitação erosiva em El’Niño para o SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	87
Figura 22	Valores de precipitação erosiva em La Niña para o SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	88
Figura 23	Valores de precipitação erosiva em Ano Neutro para o SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	88
Figura 24	Distribuição das unidades de mapeamento de solo no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS.	90
Figura 25	Vegetação do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS. Modificado de IBGE, 200	103
Figura 26	Áreas prioritárias para a conservação do Setor I SEMA/RS.....	113
Figura 27	Predisposição à erosão dos modelados no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	115
Figura 28	Potencial erosivo da precipitação no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	116
Figura 29	Erodibilidade dos solos no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS.....	117
Figura 30	Qualidade da cobertura vegetal no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS..	119
Figura 31	Relevância das áreas prioritárias à conservação no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	120
Figura 32	Distribuição dos pontos de controle no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	121
Figura 33	Mapa de Fragilidade Ambiental no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS..	137
Figura 34	Situação dos municípios no quadro da fragilidade ambiental do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS	142

Lista de tabelas

Tabela 1	Classes de solo do Setor I da Bacia L40 SEMA/RS.....	90
Tabela 2	Descrição da classe de solo Aluvial eut. (Alissolo).....	91
Tabela 3	Descrição da classe de solo Brunizém Vértico (Chernossolo)	92
Tabela 4	Descrição da classe de solo Brunizém Avermelhado (Chernossolo)	92
Tabela 5	Descrição da classe de solo Gleissolo Húmico eut. (Gleissolo)	93
Tabela 6	Descrição da classe de solo Gleissolo Húmico Solódico (Gleissolo)	94
Tabela 7	Descrição da classe de solo Gleissolo Solódico (Gleissolo)	94
Tabela 8	Descrição da classe de solo Solos Orgânicos dis. (Organossolo).....	95
Tabela 9	Descrição da classe de solo Podzóis (Espodossolo)	96
Tabela 10	Descrição da classe de solo Podzólico Ver-Esc dis. (Argissolo)	96
Tabela 11	Descrição da classe de solo Planossolo eut. (Planossolo).....	97
Tabela 12	Descrição da classe de solo Planossolo Solódico (Planossolo).....	98
Tabela 13	Descrição da classe de solo Podzólico Bru-Aci. eut. (Argissolo).....	99
Tabela 14	Descrição da classe de solo Podzólico Bruno-Aci. Plan. eut. (Argissolo)	99
Tabela 15	Descrição da classe de solo Podzólico Ver-Ama. dis. (Argissolo).....	100
Tabela 16	Descrição da classe de solo Podzólico Ver-Ama. eut. (Argissolo).	100
Tabela 17	Descrição da classe de solo Litólicos dis. (Neossolo)	101
Tabela 18	Descrição da classe de solo Litólicos eut. (Neossolo).....	101
Tabela 19	Descrição da classe de solo Vertissolo (Vertissolo)	102
Tabela 20	Tipologias vegetais do Setor I da Bacia L40 SEMA/RS	102
Tabela 21	Análise da 1ª seção de coordenadas - Articulação L1/C21–L1/C25	121
Tabela 22	Análise da 2ª seção de coordenadas – Articulação L2/C19–L2/C26.....	122
Tabela 23	Análise da 3ª seção de coordenadas – Articulação L3/C18–L3/C26.....	122
Tabela 24	Análise da 4ª seção de coordenadas – Articulação L4/C16 – L4/C28...	122
Tabela 25	Análise da 5ª seção de coordenadas – Articulação L5/C15–L5/C31	123
Tabela 26	Análise da 6ª seção de coordenadas – Articulação L6/C15 – L6/C32...	123
Tabela 27	Análise da 7ª seção de coordenadas – Articulação L7/C14 L7/C30	123
Tabela 28	Análise da 8ª seção de coordenadas – Articulação L8/C14 – L8/C30...	124

Tabela 29	Análise da 9º seção de coordenadas – Articulação L9/C14 – L9/C31...	124
Tabela 30	Análise da 10º seção de coordenadas – Articulação L10/C13 – L10/C.	125
Tabela 31	Análise da 11º seção de coordenadas – Articulação L11/C12 – L11/C.	125
Tabela 32	Análise da 12º seção de coordenadas – Articulação L12/C12 – L12/C.	126
Tabela 33	Análise da 13º seção de coordenadas – Articulação L13/C10 – L13/C.	126
Tabela 34	Análise da 14º seção de coordenadas – Articulação L14/C9 – L14/C3.	127
Tabela 35	Análise da 15º seção de coordenadas – Articulação L15/C5 – L15/C3.	128
Tabela 36	Análise da 16º seção de coordenadas – Articulação L16/C4 – L16/C3.	128
Tabela 37	Análise da 17º seção de coordenadas – Articulação L17/C93 – L17/C.	129
Tabela 38	Análise da 18º seção de coordenadas – Articulação L18/C2 – L18/C4.	130
Tabela 39	Análise da 19º seção de coordenadas – Articulação L19/C3 – L19/C4.	131
Tabela 40	Análise da 20º seção de coordenadas – Articulação L20/C4 – L20/C4.	132
Tabela 41	Análise da 21º seção de coordenadas – Articulação L21/C5 – L21/C4.	132
Tabela 42	Análise da 22º seção de coordenadas – Articulação L22/C6 – L22/C4.	133
Tabela 43	Análise da 23º seção de coordenadas – Articulação L23/C6 – L23/C4.	134
Tabela 44	Análise da 24º seção de coordenadas – Articulação L24/C9 – L24/C4.	135
Tabela 45	Análise da 25º seção de coordenadas – Articulação L25/C10 – L25/C.	136
Tabela 46	Análise da 26º seção de coordenadas – Articulação L26/C11 – L26/C.	136

Sumário

Pressupostos da pesquisa e objetivos do trabalho	14
1 Introdução	17
2 Fundamentação Teórica	24
2.1 Organização do trabalho de pesquisa e caracterização da área de estudo	24
2.2 Desenvolvimento Sustentável	27
2.3 Indicadores de Sustentabilidade.....	31
2.4 Economia Ecológica, uma nova Perspectiva Econômica	41
2.5 O Planejamento Ambiental: etapas, estratégias e estruturas.....	46
2.6 Aplicação de Sistemas de Apoio a Decisão ao Estudo Ambiental	51
2.7 Mapeando Fragilidades do Ambiente Natural.....	54
3 Metodologia	57
3.1 Desenvolvimento do Sistema SIG	57
3.2 Etapas envolvidas no desenvolvimento do SIG.....	58
3.2.1 Primeira etapa: <i>Organização da Base de Dados (dados primários)</i>	59
3.3 Estudo do Ambiente Físico.....	59
3.3.1 Plano de informação Geomorfologia	59
3.3.2 Plano de Informação Clima	60
3.3.3 Linhas Isoerodentes de Precipitação Erosiva.....	60
3.3.4 Plano de Informação Rede Hídrica.....	60
3.3.5 Plano de Informação Solos.....	60
3.4 Estudo do Ambiente Biológico.....	61
3.4.1 Plano de Informação Vegetação	61
3.4.2 Plano de Informação Áreas Prioritárias à Conservação da Biodiversidade.....	62
3.4.3 Segunda etapa: <i>Sistema de Apoio à Decisão</i>	63
3.5 Sistema de Informações Geográficas – SIG.....	63
3.6 Análise Espacial Supervisionada <i>Overlay</i> - Índice de Fragilidade Ambiental	64

4 Resultados e Discussão	67
4.1 Banco de Dados Geográfico.....	68
4.1.1 O Ambiente Físico	68
4.1.1.1 Modelados de Dissecação.....	73
4.1.1.2 Modelados de Acumulação	76
4.1.1.3 Os Modelados de Aplainamento.....	78
4.1.1.4 Drenagem.....	81
4.1.1.5 Clima	83
4.1.1.6 Solos.....	89
4.1.2 O Ambiente Biológico	102
4.1.2.1 Cobertura Vegetal	102
4.1.3 Áreas Prioritárias para a Conservação – Probio MMA	111
4.2 Sistema de Apoio à Decisão.....	113
4.2.1 Análise Espacial Supervisionada – <i>Overlay</i>	113
4.2.1.1 Predisposição à erosão dos modelados	114
4.2.1.2 Potencial Erosivo da Precipitação	115
4.2.1.3 Erodibilidade do Solo.....	116
4.2.1.4 Qualidade da Cobertura Vegetal	117
4.2.1.5 Áreas Prioritárias à Conservação	119
4.3 Plano de Coordenadas	121
4.4 Mapa de Fragilidade Ambiental	136
Conclusões	143
Referências	144
Anexos	151

Pressupostos da pesquisa e objetivos do trabalho

Em princípio as frágeis relações dos ambientes naturais mostravam-se em estado de “equilíbrio”, no entanto, as sociedades humanas assaram progressivamente a intervir cada vez de forma mais intensa na apropriação dos recursos, promovendo significativas mudanças na paisagem.

Os sistemas naturais, face às intervenções humanas, apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características físicas (de organização física dos terrenos, materiais e formas), biológicas (de ocupação e distribuição dos organismos, vegetais e animais), evolutivas (de adaptação), e também históricas de uso e ocupação da terra (de desenvolvimento humano e transformação dos recursos naturais). Qualquer alteração na organização e estrutura de um ecossistema pode repercutir sobre o seu *status* natural, no seu funcionamento e no seu processo evolutivo (mudança). Diante disso o importante é planejar e que em planos assim estejam contempladas iniciativas de desenvolvimento mais apropriadas ou mesmo ajustadas às características do espaço territorial. Que em planos assim se trabalhe pelo reconhecimento das potencialidades e fragilidades dos terrenos, ao mesmo tempo em que se busca ajustar os usos ditos reais à realidade dos terrenos (uso potencial da terra), minimizando os efeitos da ocupação humana sobre a qualidade dos recursos.

O planejamento voltado à organização do espaço é um instrumento para racionalizar a ocupação humana, feito por conta das limitações, potencialidades e fragilidades dos ecossistemas, permitindo, a certo prazo, redirecionar as atividades econômicas, servindo de subsídios às estratégias de ação em planos de gestão territorial, que mais bem elaborados tornam-se capazes de promover a racionalização dos recursos e o tão sonhado desenvolvimento com características de sustentabilidade.

Estudos de fragilidade dos ambientes são de fundamental importância para planejamento ambiental, visto que se trata de um instrumento cuja finalidade é

identificar e analisar os ambientes, em seus diferentes níveis de organização, permitindo, dessa maneira, uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço e território, servindo de base para trabalhos de zoneamento ambiental e gestão territorial.

A fragilidade ambiental de um sistema está intimamente ligada às perdas de qualidade do sistema — perdas por erosão, comprometimento da biodiversidade, redução da qualidade dos recursos hídricos, do solo e do potencial de uso e estabelecimento humano —, “coisas” que, de certo modo, relacionam as características do ambiente físico — relevo, precipitação, solos — e, do ambiente biológico — vegetação e distribuição da biodiversidade.

O processo erosivo coloca em risco a estabilidade dos terrenos e das águas superficiais gerando o carreamento de materiais (aporte de sedimentos) que terminam por se acumular nos corpos d’água, assoreando leitos e promovendo enchentes. A ocupação desordenada do espaço territorial pode, além de acelerar o processo de perdas, também comprometer a diversidade biológica nos sistemas em que o uso desordenado se impõe.

A ocupação do espaço por “florestas” comerciais, por exemplo, quando feita sem obediência à legislação e às características físicas, biológicas e evolucionárias dos ecossistemas pode trazer efeitos irreversíveis, na maioria das vezes implicando em perdas permanentes de habitats e espécies. Razões que levam a sugerir que todo empreendimento “florestal” se estabeleça a partir do reconhecimento das áreas mais sensíveis ou vulneráveis, definindo o manejo e minimizando as pressões sobre os recursos.

Neste momento o Rio Grande do Sul é palco de disputa entre empresas “florestais” que pretendem investir vultosos recursos no setor — na aquisição de terras, no plantio de novas áreas e fomento de parcerias, na instalação e ampliação de fabricas de produção de celulose. Um cenário econômico com fortes repercussões sociais e ambientais, que esta sendo alvo constante de discussões, que tem sido feitas em todas as esferas da comunidade gaúcha.

No entanto, boa parte das discussões parece ainda estar pouco ajustada à realidade regional, principalmente quando se fala em critérios para o estabelecimento e expansão de “florestas” comerciais. Talvez porque ainda se conheça muito pouco sobre a realidade dos ambientes gaúchos, do extremo sul, principalmente. E para que tais discussões possam estar melhor ajustadas a uma argumentação mais

técnica e menos político-mercadológica é preciso buscar o desenvolvimento de técnicas e métodos simples, que acessíveis, permitam associar diferentes informações, sem com isso deixar de relacionar os aspectos ambientais aos processos humanos, de ordem econômica e social que, juntos, ditam os valores da complexidade regional.

Assim, no intento de dar suporte às ações e medidas de decisões propõe-se aqui, estabelecer, para as áreas de ocupação “florestal”, no sul do estado do Rio Grande do Sul, o mapeamento da fragilidade ambiental dos terrenos que hoje recebem maior pressão, tendo-se neste propósito uma estratégia fundamental para a orientação (planejamento e gestão) quanto ao estabelecimento de novas matrículas e a direção da expansão que os atuais empreendimentos “florestais” precisam assumir, bem como que áreas devem ser mantidas como unidades de conservação e quais critérios utilizar para o manejo diferenciado de cada uma das áreas ocupadas por esses novos empreendimentos”.

1. Introdução

No Brasil, o cultivo de “florestas” comerciais surgiu para suprir à falta de madeira, especialmente na região sul do país. Concentrada próximo aos grandes centros urbanos e industriais, esta atividade tem desenvolvido um importante papel no atendimento da demanda cada vez maior de energia e produtos a base de madeira, diminuindo, por consequência, o uso de madeiras nobres, contribuindo assim, para a redução da pressão sobre os remanescentes das matas nativas.

Contudo, a prática “florestal” no Brasil, foi e é realizado quase que exclusivamente com espécies não-nativas, como *eucaliptos*, *pinus* e *acácias*, consideradas as mais importantes para essa atividade, resultado de uma maior disponibilidade de pesquisas e informações sobre essas espécies e de pouco conhecimento sobre a capacidade produtiva das espécies nativas de crescimento rápido (Hüebelin, 2001).

A partir da primeira década do século XX, foram trazidas para o Brasil diversas espécies de eucalipto, a maioria proveniente da Austrália. Edmundo Navarro de Andrade (1881 – 1941) foi um dos primeiros a projetar viveiros de produção de muda em grande escala. Trabalhando para a Companhia Paulista de Estradas de Ferro buscou no plantio de florestas comerciais uma alternativa energética frente à necessidade de combustível para as locomotivas e a produção de postes e dormentes (Jerônimo, 2004).

Em 1941 o Brasil institui o INP (Instituto Nacional do Pinho), primeiro órgão a preocupar-se com a fiscalização e o estímulo ao “replantio florestal”. Devido à intensa diminuição das Florestas de Araucária, o *pinus elliotti* e *pinus taeda* passaram a ser plantados em maior escala. E em 1965, o Código Florestal, promulgado em 1934, se transformou na Lei 4.771, e no ano seguinte foram criados programas de incentivo fiscal ao reflorestamento. O incentivo fiscal supriu principalmente à crescente demanda de celulose e carvão para a indústria siderúrgica. Entre 1964 e 1984, a área cresceu 12 vezes para 6 milhões de hectares (Hüebelin, 2001).

Após os anos de incremento da atividade “florestal”, na última década, cessaram-se os incentivos fiscais. Empresas tiveram de enfrentar seus custos de produção com prazos inadequados de financiamento, pagando juros incompatíveis com a atividade e sujeitando-se a níveis de garantias e carências que agiram como desestímulo (Brasil, 2004). Desta forma, houve um decréscimo da área plantada a partir daquele momento.

Em abril de 2000, o Governo Federal, por meio do Ministério do Meio Ambiente (MMA) lançou o Programa Nacional de Florestas (PNF), com a missão de promover o desenvolvimento florestal sustentável. Amparado no que estabelece o PNF, estão sendo desenvolvidas, desde o seu estabelecimento, ações para ampliação da base de florestas plantadas; recuperação de áreas degradadas; ampliação das áreas de unidades de conservação; uso dos recursos madeireiros das Florestas Nacionais; e monitoramento e controle da cobertura florestal brasileira.

Atualmente, apesar da silvicultura estar em constante crescimento, existe a falta de produtos provenientes desta atividade e a demanda de madeira pela indústria é maior do que a oferta.

O Rio Grande do Sul está entre os estados que mais usufruiu dos incentivos fiscais para plantio e beneficiamento de floresta na década de 60 e está entre os estados de maior potencial para o cultivo de “florestas”, com destaque reconhecido para o extremo sul do estado. A Associação Gaúcha de Empresas Florestais (Ageflor) estima que a silvicultura já ocupe no estado cerca de 360 mil hectares, porém dados de pesquisa mais recentes e precisos mostram que a área plantada pode ser bem maior, com a expectativa de que sejam alçados, nos próximos 10 anos, mais de um milhão de hectares, apenas na região sul (Barbieri, 2008).

A metade sul do Rio Grande representa 60% do território riograndense e aqui residem apenas 20% dos gaúchos. De economia fragilizada e quase que exclusivamente dependente da atividade pecuária e do cultivo do arroz, nos últimos anos essa região tem passado por dificuldades econômicas que denunciam a necessidade de romper o atual cenário produtivo. Entretanto, se as forças políticas do estado pretendem assumir como proposta de desenvolvimento uma nova matriz produtiva, que esta seja algo que permita romper o paradigma vigente, de antigos e ultrapassados métodos de produção, algo transformador, que além de obediência à legislação, também considere as pressões dos usos que já se fazem presentes, e

melhor combine os fatores que têm feito dessa região um espaço atraente aos investimentos de novos mercados (Barbieri, 2008)

Enfim, é preciso desenvolver um novo modelo, que realmente leve em consideração a natureza das atividades e a fragilidade dos ambientes frente às diferentes práticas de uso, inclusive por “florestas” plantadas, as quais devem ser reconhecidas a partir do relacionamento de grandes variáveis do ambiente, permitindo, assim, a reprodução de cenários e a simulação de eventos e tendências, um conhecimento fundamental no momento de planejar e decidir pelo estabelecimento de novas áreas de plantio, onde, nessas condições deve ser praticado com vistas a um manejo diferenciado, que associe a seleção de áreas de reserva legal, uso de critérios ecológicos válidos e o desenvolvimento de atividades e programas reais de preservação e conservação dos recursos naturais.

O sul do Rio Grande do Sul é considerado uma região de grande potencial para o cultivo de florestas, clima favorável, área disponível e de baixo valor, boa infraestrutura de transporte (ferroviário e rodoviário), acesso ao porto, mão de obra barata e qualificada, universidades, proximidade com o Uruguai, que já possui boa oferta de madeira em estado de corte. Entretanto, empreendimentos de grande porte como os que vêm sendo firmados por grandes empresas florestais e parceiros menores no sul estado devem assumir um novo modelo de produção, um novo paradigma, que além de obediência à legislação vigente, também considere as pressões dos usos que já se fazem presentes, e a sensibilidade ou fragilidade dos recursos à prática florestal, associando o desenvolvimento da atividade a programas de preservação, conservação e planejamento ambiental dos sistemas naturais.

No entanto, para que as ações de planejamento e gestão se efetivem é preciso buscar o desenvolvimento de técnicas e métodos simples e acessíveis, que permitam associar informações de diferentes bases já disponíveis, sem, com isso, perder a referência da complexidade regional que não se prende apenas a aspectos ambientais, mas também sociais, econômicos, administrativos, políticos, estratégicos, onde, cada um dos temas motiva num processo sinérgico: a transformação dos recursos naturais.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o IBGE, detém em seu banco de dados um significativo acervo de informações referentes aos recursos naturais brasileiros, permitindo a condução de novos trabalhos de pesquisa que, complexos e mais profundos, devem levar em consideração, além das limitações impostas pelo

ambiente físico, também, os efeitos ecológicos do uso e ocupação da terra, bem como buscar reconhecer nas características dos terrenos, as áreas ou ecossistemas de maior sensibilidade ao uso, onde neles os efeitos das práticas humanas facilmente repercutem sobre a estrutura da paisagem e dos ecossistemas, comprometendo a qualidade dos recursos e a idéia de sustentabilidade.

O acervo do IBGE vem sendo progressivamente enriquecido ao longo do tempo. A incorporação do Projeto RADAM Brasil à Instituição, em meados da década de 1980, representou uma importante contribuição para o conhecimento dos recursos naturais brasileiros reunindo, em uma única base, o resultado do levantamento sistemático que cobriu todo o território nacional. Os estudos específicos dedicados à geologia, geomorfologia, solos, vegetação, clima e uso potencial da terra preencheram o "vazio" de informação e se somaram ao volumoso conjunto de dados já existente. No entanto, o acúmulo de uma quantidade vasta e heterogênea de informações têm valor limitado se não forem conduzidas ao entendimento da natureza, seus usos, limitações e sensibilidades.

Com base nas limitações impostas pelo ambiente físico, segundo o IBGE — uma combinação de fatores como: clima, relevo e solo —, alguns produtos estratégicos vêm sendo elaborados, levando ao desenvolvimento de mapas temáticos que pontuaram o Uso Potencial da Terra ou a Capacidade de Uso da Terra, orientando não apenas no gerenciamento dos recursos, mas facultando prognósticos cientificamente embasados quanto aos efeitos decorrentes de sua exploração. Entretanto, no manejo ambiental devem ser considerados, também, aspectos ligados as limitações que não só unicamente físicas, mas também de sensibilidade ecológica dos ecossistemas e para isso é preciso, muitas vezes, recorrer a associação de macrovariáveis do ambiente.

O planejamento ambiental que atribui a associação de diferentes temas ou informações justifica-se pelo fato de não serem homogêneos os setores que constituem a maior parte dos terrenos, independentemente das escalas em que eles são considerados. Esses setores, que — dado o enfoque como são observados — representam, na verdade, unidades ambientais, diferenciam-se entre si por um ou mais de seus atributos, tanto físicos como biológicos. Assim, por exemplo, diferenças nos processos geológicos, que caracterizam o desdobramento dos vários setores ao longo do tempo, podem determinar distintos substratos rochosos. Também, enquanto algumas unidades exibem uma topografia plana, outras encontram-se num relevo

acidentado. Determinados setores do terreno, ainda que situados numa mesma zona macroclimática, podem apresentar diferenças geomorfológicas determinadas pelas diversas situações de relevo ou declividade, marcando diferentes posicionamentos de exposição ao sol das vertentes, as quais, assim, controlam situações climáticas locais (topoclimas).

Os solos, por sua vez, podem apresentar elevada qualidade num sítio, ou menor qualidade em outro, ou, ainda, num outro sítio, mais adiante, desprovidos de aptidão agrícola. A cobertura vegetal revelar-se como do tipo florestal em algumas áreas, mas, em outras, ela pode estar representada por comunidades que tipificam diferentes coberturas campestres. A fauna associada mudar correspondentemente com a variação do clima e da cobertura vegetal. E a composição dos diferentes sistemas variar, de lugar para lugar, refletindo o resultado da união e interação das diferentes homogeneidades, que também determinarão o “*status*” de resiliência de cada um dos ambientes associados.

Tais desomogeneidades implicam em comportamentos distintos manifestados pelas diferentes unidades ambientais que, quando nelas são aplicados os mesmos tipos de pressão, com intensidades iguais e por idênticos períodos de tempo. Algumas das unidades não experimentam maiores impactos; outras, embora afetadas pela pressão que lhes é aplicada, retornam a sua condição anterior quando a pressão é afastada; outras, por fim, degradam-se inteiramente, não mais voltando a sua condição original, a despeito da eliminação da pressão.

Em resumo, os componentes bióticos e abióticos que determinam a estrutura dos ecossistemas se inter-relacionam e interagem uns com os outros e, dessa forma, exercem controle sobre os processos que neles se verificam e estabelecem os tipos de seus comportamentos. Resulta então que, para formular predições sobre o comportamento dos ecossistemas — de importância básica para o manejo ambiental — faz-se necessário obter informações sobre a natureza das estruturas dos ecossistemas e saber como ela varia espacialmente.

Há, pois que se estabelecer, segundo uma perspectiva de sistemas, a base para o conhecimento das características que compõem os diferentes terrenos, suas unidades e relacionamento de seus componentes. Conhecimento fundamental para uso e estabelecimento humano. Na exploração por agricultura, por exemplo, quando tais conhecimentos são levados em consideração é possível eliminar a aplicação de boa parte dos insumos (irrigação, aplicação de minerais solúveis) necessários para

compensar as carências naturais de determinadas unidades, impropriamente utilizadas quando vistas do ângulo de suas vocações naturais. Dessa forma, o afastamento da utilização de uma unidade do terreno relativamente a uma posição tida como ambientalmente correta envolve gastos diretos e indiretos de energia, que se irão repercutir em aumentos nos custos finais da produção e em desgastes do capital natural.

Assim, o planejamento ambiental voltado às características e limitações ecológicas busca, também, preservar a integridade do ambiente, diminuindo a intensidade dos processos de degradação e dos seus efeitos deletérios representados principalmente pela erosão, perda de qualidade do solo, comprometimento da biodiversidade, e contaminação da água e do solo. O que se busca, como meta final dessa proposta, é uma condição de sustentabilidade, a qual inclui de forma inter-relacionada, além de cuidados ambientais, interesses econômicos e preocupações sociais.

A partir desse raciocínio torna-se clara a necessidade de buscar informações sobre as condições atuais do terreno e acerca do seu potencial produtivo (caracterização), necessárias para avaliar estratégias de manejo. No entanto, as informações não podem estar limitadas a um simples inventário dos componentes presentes numa porção do terreno, isso porque, nesse caso, elas não necessariamente proporcionariam um entendimento de como as diferentes partes da estrutura se ajustam e funcionam.

Para se atingir o indispensável entendimento, há que se revelar como se integram os componentes do ecossistema. A integração dos ecossistemas pode ser observada de pelo menos duas formas, no nível vertical e no nível horizontal. A **estrutura vertical** de um ecossistema — seu “*status*” topológico — revela a integração de seus componentes num sítio local, numa sobreposição de elementos que se estende da rocha a atmosfera. A **estrutura horizontal** de um ecossistema — seu “*status*” corológico — parte da constatação de que uma paisagem compreende a reunião de diferentes padrões e neles o predomínio de um ou mais ecossistemas. Tais conceitos são de fundamental importância para o reconhecimento de limites verdadeiramente ecológicos, marcados por diferenças significativas das características estruturais dos ecossistemas quando comparados no plano horizontal.

O estabelecimento das linhas separando os ecossistemas, diferentes entre si pela natureza de seus componentes e pelos processos de interação que neles

ocorrem não os tornam entidades isoladas. Na verdade, os seus limites, por serem permeáveis, aceitam trocas de energia e de materiais com outros ecossistemas adjacentes. Isso faz com que eles possam ser revelados como sistemas espaciais consistentemente inseridos ou aninhados uns nos outros. Nessa condição, cada nível engloba o ambiente do sistema situado num nível que lhe é inferior. Estabelece-se, então um relacionamento que determina a emergência de novos processos, os quais não se encontram presentes ou evidentes nos níveis próximos. Poderá acontecer, então, que mudanças num ecossistema venham a se refletir, sob a forma de alterações, nos processos de outros sistemas circunvizinhos.

O conhecimento dessas características ganha importância na medida em que permite avaliar ou prever como os ecossistemas, em diferentes escalas, podem se comportar sob diferentes formas de manejo ou pressões que neles forem aplicadas, permitindo estabelecer, por necessário, uma ordem hierárquica de sensibilidades ao avanço de uma determinada atividade ou uso humano, do regional ao sítio local, oferecendo ao planejamento os subsídios necessários ao ajuste do manejo.

Para tanto, no cumprimento das etapas de trabalho que permitam empregar vantajosamente os conceitos de ecossistema em ações ligadas ao manejo ambiental, é preciso estabelecer uma abordagem metodológica norteada pela técnica de Planejamento, que em observância aos princípios da natureza, deve permitir o reconhecimento de unidades ambientais homogêneas e sobre elas as práticas de uso e transformação dos recursos.

É neste sentido que a expansão de cultivos florestais sobre grandes áreas naturais e seus efeitos, até então pouco considerados, tem tomado o centro das preocupações quanto à alteração das características e o estado de saúde dos ambientes naturais ocupados. Preocupações importantes que tem se concentrado no comprometimento da paisagem, na fragmentação de habitats, na diminuição da diversidade biológica, nas mudanças climáticas, nos danos ao solo, nas mudanças no regime hídrico e contaminação dos corpos d'água.

Os ambientes, por natureza de suas características, se comportam de maneira diferente frente aos usos que lhes são impostos, comportamento que se deve, principalmente, ao grau de sensibilidade (fragilidade) que cada ecossistema apresenta quando submetido a uma determinada pressão, e o mesmo se espera dos ambientes que ora recebem as pressões do cultivo florestal no sul do Estado do Rio Grande do Sul.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Organização do trabalho e caracterização da área de estudo

Na consideração dos métodos e/ou técnicas metodológicas empregadas ou construídas neste trabalho julga-se conveniente, por sua pertinência, estabelecer-se como ponto de partida o significado de método e metodologia. Segundo Hengenber (1976) *método* (do grego *methodos*, caminho para chegar a um fim) — é o caminho que se trilha para atingir um determinado resultado. E a orientação para trilhar esse caminho é dada pela lógica interna de uma disciplina, originada, por sua vez, da teoria (Thorn, 1988).

Seguindo-se o que afirma Ross (1990), o trabalho metodológico de uma pesquisa é subproduto direto da teoria. No caso das ciências ecológicas, esse pressuposto implica a consideração de uma ampla gama de disciplinas inter-relacionadas, que contemplam áreas e assuntos conectados a aspectos físicos, químicos e biológicos, ligados à estrutura e a processos que têm sede na litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera, determinando, no seu conjunto, a ecosfera (White *et al.*, 1992).

No sentido amplo e fundamental que se emprega a metodologia usa-se a teoria como fundamentação e orientação aos procedimentos executados na buscas dos dados e informações e, subseqüentemente, na sua interpretação, a fim de avaliar-se, com fundada confiabilidade, a congruência das hipóteses de trabalho sugeridas. Nesse sentido a metodologia é a arte de dirigir o espírito na investigação da verdade e para tanto o processo metodológico de pesquisa precisa ser exposto em toda sua grandeza e organização.

A organização de um trabalho de pesquisa deve se enquadrar, segundo Silva e Menezes (2001), em pelo menos quatro grandezas: natureza; forma de abordagem; objetivos, e; procedimentos adotados.

Em relação à natureza, este trabalho pode ser classificado como pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimento para a aplicação prática em soluções de problemas específicos, além de envolver verdades e interesses regionais.

Quanto à forma de abordagem do problema, este trabalho pode ser classificado como, qualitativo e quantitativo, isso porque, em algumas etapas, os resultados obtidos no processo de análise são levados a quantificação por meio de equações matemáticas que permitem o relacionamento entre os diferentes planos de informação considerados, não se limitando o trabalho apenas a respostas qualitativas.

A pesquisa qualitativa caracteriza-se por responder a questões particulares, trabalhando com um nível de realidade que não pode ser totalmente quantificado (mensurado), de expressão das características da área estudada — tipo de relevo; tipo de clima, tipo de solo, tipo de cobertura vegetal, biodiversidade —, mas que individualmente e de maneira criteriosa se atribui algum valor como é o exemplo da Cobertura Vegetal, onde a capacidade de interceptar a chuva pode ser definido como: qualidade de cobertura muito fraca [1]; qualidade de cobertura fraca [2]; qualidade de cobertura média [3]; qualidade de cobertura forte [4]; qualidade de cobertura muito forte [5] —, e mesmo para todas as outras variáveis ou temas analisados.

No que diz respeito aos objetivos este trabalho situa-se tanto na categoria de Pesquisa Exploratória quanto na categoria de Pesquisa Descritiva, pelas características da mesma em relação ao grau de novidade na forma em que se propõe abordar o tema. Conforme Chizzotti (1995) a pesquisa exploratória, via de regra, tem como objetivo provocar o esclarecimento de uma situação para a tomada de consciência. Assim, enquanto Pesquisa Exploratória este trabalho buscou desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias para a formulação de abordagens posteriores. Visou proporcionar um conhecimento mais profundo por parte do pesquisador acerca do assunto, a fim de que esse possa formular problemas mais precisos ou criar hipóteses que possam ser pesquisadas por estudos posteriores. E enquanto Pesquisa Descritiva, observa, registra, analisa e correlaciona variáveis e procurando descobrir, com certa precisão, a freqüência com que os fenômenos ocorrem, sua relação e conexão com outros eventos, sua natureza e características.

De outra parte o estudo, por sua característica de ser uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa com certa profundidade, não admite visões isoladas, parceladas e estanques. Na visão de Barros e Lehfeld (1999), a análise de um caso individual, que se volta à coleta e ao registro de informações sobre um ou vários casos particularizados, elaborando relatórios críticos organizados e avaliados, dão margem a decisões e intervenções sobre o objeto escolhido para a investigação, permitindo o seu amplo e detalhado conhecimento.

Para o desenvolvimento do modelo proposto neste trabalho, aplicável a qualquer outra áreas natural afetada ou mesmo pressionada pelo estabelecimento e/ou expansão de novos empreendimentos “florestais”, serão reunidas, em um único sistema — SIG ArcGIS 9.2 —, informações de bases autônomas referentes ao SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS (Figura 1), com o intuito de gerar um SIG (*overlay*) capaz de subsidiar ou mesmo permitir apoio aos estudos de monitoramento e tomada de decisões, que quando associado a outras ferramentas de análise espacial passam a expressar o verdadeiro significado do termo planejamento ambiental.

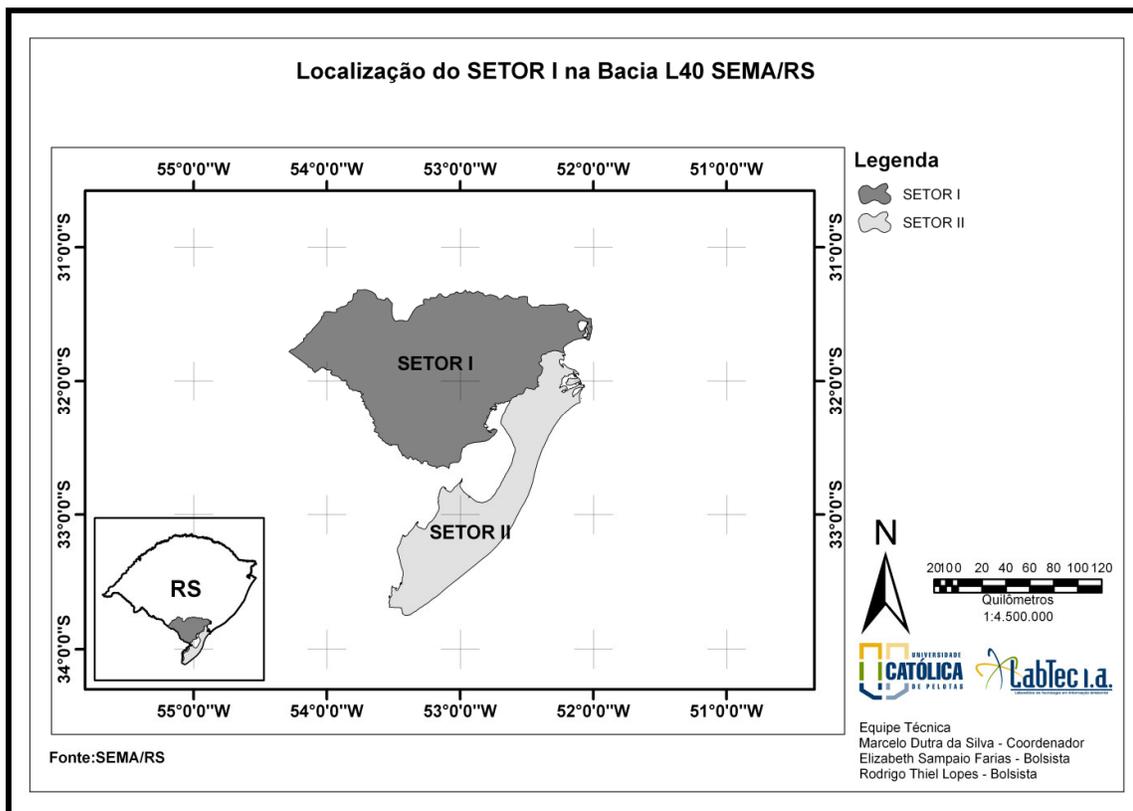


Figura 1- Localização da área de estudo (Setor I) no contexto da Bacia L40 SEMA/RS.
 Fonte: SEMA/RS.

Entre as etapas assumidas e consideradas estratégicas foram elaborados, a partir de uma base de dados, mapas diagnósticos do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS, onde a cada um dos temas se atribuiu valores que denotam maior ou menor potencia de fragilidade do ambiente.

Cada plano de informação, adquirido ou mesmo gerado a partir da reunião de planos primário, compreende um conhecimento relativamente completo e abrangente dos ambientes estudados.

Nesse sentido, aborda-se a questão, nas diferentes escalas — corológica e topológica —, relativamente aos tópicos ligados ao Ambiente Físico — geomorfologia [valor de erodibilidade a que os modelados estão sujeitos ou morfodinâmica]; drenagem [distribuição, densidade e profundidade dos vales, valores relacionados ao plano de modelados geomorfológicos]; clima [temperatura média, precipitação média e precipitação erosiva]; solos [fertilidade e profundidade efetiva] —, e ao Ambiente Biológico — cobertura vegetal [densidade de cobertura em resposta a interceptação da chuva] —, a partir das quais foi gerado um Sistema de Apoio a Decisão, com de dois planos de análise — o de Fragilidades Ambientais e o de Áreas Prior para a Conservação da Biodiversidade.

2.2 Desenvolvimento Sustentável

Interesses crescentes ligados à economia e a ecologia vêm, nos últimos anos, tornando corriqueiro o uso das palavras desenvolvimento e sustentabilidade vistas tanto isoladamente como na forma combinada através da locução desenvolvimento sustentável. Essa divulgação dá-se de várias maneiras: por meio de pronunciamentos políticos, programas de governos, metas de empresários agrícolas e industriais, trabalhos acadêmicos e manifestações promovidas por organizações governamentais e não governamentais com o propósito de conciliar a atividade econômica com a manutenção da integridade do meio-ambiente.

A noção de desenvolvimento sustentável vem sendo utilizada como promotora de um novo projeto para a sociedade, capaz de garantir no presente e no futuro, a disponibilidade dos recursos e a manutenção dos serviços prestados pela natureza, transformando-se, gradativamente, em uma categoria-chave, amplamente divulgada,

até mesmo um modismo de aplicação, inaugura um estágio transitório, por onde circulam diferentes grupos sociais (Woltmann & Araújo, 2007).

A sustentabilidade, segundo os autores, tem como uma de suas premissas fundamentais o reconhecimento da “insustentabilidade” do atual padrão de “desenvolvimento” das sociedades contemporâneas que, baseado na extração e uso (consumo) máximo de recursos, vem levando os serviços naturais ou prestados pela natureza a uma situação de risco.

Porém, na maior parte das vezes, a pluralidade de sentidos no uso desses termos torna-os semanticamente ambíguos e nem sempre expressam uma definição exclusiva e clara. Tal se dá porque, por um lado os propósitos do desenvolvimento e da sustentabilidade podem estar focados para o atendimento de um amplo leque de interesses, por vezes orientados por circunstâncias diferenciadas no que diz respeito à maneira de como os aspectos econômicos, sociais e ambientais são considerados, se isoladamente ou se de forma integrada.

Numa perspectiva integrada, pressupõe-se haver uma interferência mútua entre os componentes participantes, os quais, assim, devem ser ponderados numa mesma escala de valores. Já no caso em que esses assuntos são considerados de forma não integrada e limitada a interesses específicos, favorece-se um ou dois componentes, em detrimento dos demais.

A despeito da diversidade de significados alguns autores afirmam que o desenvolvimento sustentável pode ser visto como um novo paradigma cultural e científico, pois anseiam pela construção de novos valores, percepções, conceitos e pensamentos que determinarão como a sociedade irá enxergar a realidade vivida e como a ciência irá se organizar, diante desse novo campo de atuação interdisciplinar (Moreira, 1994). De forma mais operacional, o desenvolvimento sustentável pode ser conceituado como o processo de mudança social e de elevação das oportunidades da sociedade, compatibilizando, no tempo e no espaço, o crescimento e a eficiência econômica, a conservação ambiental, a qualidade de vida e a equidade social, partindo de um claro compromisso com o futuro e a solidariedade intra-gerações (Buarque, 1996).

O desenvolvimento sustentável é um processo dinâmico que permite que todas as pessoas realizem seu potencial e melhorem sua qualidade de vida de maneira que, simultaneamente, protejam e melhorem os sistemas de suporte de vida da Terra. Assim sendo, o desenvolvimento compreende as seguintes condições:

social, no sentido de acesso a educação, moradia, serviços de saúde, alimentação, uso racional e sustentável dos recursos e respeito à cultura e tradições no seu entorno social; econômico, em relação as oportunidades de emprego, satisfação das necessidades básicas e uma boa distribuição da riqueza; e político, a respeito da legitimidade não só em termos legais, mas também em termos de prover a maioria da população de benefícios sociais (Reyes, 2004).

No seu sentido mais amplo, sustentabilidade significa algo que se quer sustentar, isto é, conservar e manter. E o seu uso vem sendo cada vez mais comum e disseminado nos discursos. Verifica-se uma tendência de privilegiar a consideração de uma abordagem integradora que contemple a sustentabilidade nos seus aspectos sociais, econômicos e ambientais. E tamanha diversidade de significados adiciona às dificuldades já existentes um fator de ambigüidade, que pode determinar embaraços para o seu desejado entendimento, ou que pode, ainda, levar a opções equivocadas no estabelecimento de uma fundamentação teórica para a sustentabilidade. Em ambos os casos verifica-se, em resultado, o comprometimento do apoio necessário para a elaboração, programação e aplicação efetiva de técnicas de planejamento e gestão que buscam atender os propósitos de sustentabilidade no seu âmbito mais abrangente (econômico, social e ecológico).

Pezzy (1992) ao citar as diferentes definições que comumente são empregadas ao termo sustentabilidade, dá bem a idéia de que o termo ainda não assumiu uma única definição, e talvez não assumirá. Nesse quadro, destaca-se a definição contida no chamado Relatório Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pelas Nações Unidas e presidida pela então Primeira-Ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. Entre as considerações mais importantes destaque para a visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados e reproduzido pelas nações em desenvolvimento, e que ressaltam os riscos do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas. O relatório também aponta para a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes e de atendimento equânime das necessidades básicas das gerações atuais e futuras, num quadro de crescimento populacional e de cuidado com a manutenção das características fundamentais do ambiente.

No caso aqui analisado, explicita-se e busca-se congruência do termo sustentabilidade nos próprios fundamentos do Relatório Brundtland, ao considerar-se que muitos dos recursos, tanto materiais como energéticos, requeridos para atender as necessidades básicas das populações mundiais, em amplas escalas temporais, representados por bens e serviços, incluem-se em três grupos: os recursos permanentes ou renováveis e os não-renováveis.

Os recursos não-renováveis e potencialmente renováveis são, pois, passíveis de escassez ou mesmo de exaustão total, quando usados ou extraídos de forma inconveniente. A forma inconveniente, no caso considerado, refere-se à retirada de recursos numa quantidade superior a que pode ser reposta pela natureza.

Assim, mesmo que a relacionamento entre economia e ecologia pareça distante e, por vezes, divergente, no todo, economia e ecologia formam uma associação essencialmente inseparável. A ecologia tem como propósito a compreensão da estrutura e das funções do conjunto de elementos físicos e biológicos que compõem o mundo natural, designado como ecossfera. Já a economia compreende uma ciência social que trata da produção, distribuição e consumo de bens e serviços, de vínculo indissociável relativamente à ecologia, na medida em que, por um lado, esses recursos naturais representam a matéria prima, tanto *in natura* como manufaturada, que supre as atividades econômicas — os recursos de que faz uso a economia são fornecidos pelo ambiente. Por outro lado, essas atividades, em todas as suas etapas são capazes de conduzir-se como agentes de degradação ou de poluição, e, assim, promover impactos que se manifestam pela alteração da estrutura e o funcionamento de setores do mundo natural, que podem ser referidos a uma variada categoria de espaços territoriais (ambientes).

Depreende-se, pois, que as relações decorrentes da associação ecologia/economia, a depender da maneira como elas são consideradas, fundamentadas e interpretadas nos processos de planejamento e manejo das intervenções, ingerências e usos humanos nesses espaços territoriais (ambientes), podem provocar efeitos determinados pela intensidade, abrangência e repetitividade dos agentes de transformação (degradação e poluição). Tais efeitos, expressos em termos de integridade dos sistemas naturais (recursos e serviços prestados pela natureza) estendem-se desde os concordantes, com poucos ou nenhum dano, passando pelos toleráveis, em que é possível restaurar um ambiente poluído ou

degradado, e chegando até os discordantes ou conflitantes, em que os danos mais graves são irreversíveis, prejudiciais, impróprios e insustentáveis.

A preocupação com os danos e o cuidado de se aplicarem acertadamente as intervenções humanas na exploração dos ambientes pode valer-se do suporte teórico oferecido pela caracterização apropriada dessas duas ciências, pelo conhecimento de seus fundamentos metodológicos; pelas mudanças que elas experimentaram ao longo da história do homem moderno; e pela maneira como se desenvolvem as relações e interações estruturais e funcionais nessa associação economia/ecologia.

A Terra é uma só, os recursos são realmente finitos e as relações homem-natureza, numa atual condição de desajuste/desarmonia, precisam ser dirigidas a um novo paradigma de desenvolvimento, de valoração aos bens e serviços prestados pela natureza. É preciso internalizar, que os mecanismos econômicos vigentes que operam nas relações humanas, de uso e apropriação dos recursos naturais, são, na maior parte das vezes, perversos e insustentáveis.

É preciso, então, definir estratégias de planejamento e conservação recursos disponíveis. Mais do que tudo, é preciso fornecer à comunidade cient arcabouço de entendimento dentro do qual respostas/efeitos, tomadas a partir de ações/interferências humanas, retornem como orientação às novas decisões, repercutindo em uma melhor percepção da realidade e manifestando-se na construção de uma nova proposta de desenvolvimento com características de sustentabilidade.

2.3 Indicadores de Sustentabilidade

O termo indicador, do Latim *indicare*, significa descobrir, apontar, anunciar, estimar. Segundo Hammond (1995), os indicadores podem comunicar ou informar acerca do progresso em direção a uma determinada meta, a sustentabilidade, por exemplo, mas também podem ser entendidos como um recurso que deixa mais perceptível uma tendência ou fenômeno, que não seja imediatamente detectável. Autores como Gallopin (1996) consideram que os indicadores devem ser entendidos como variáveis, e que estas se relacionam hipoteticamente com outras estudadas, e que não podem ser observadas diretamente.

Quando comparado com os outros tipos ou formas de informação, segundo Gallopin (1996), uma importante característica do indicador é a sua relevância para a

política e para o processo de tomada de decisão. Os indicadores mais desejados, são os que resumem ou simplificam as informações relevantes, fazem com que certos fenômenos que ocorrem na realidade se tornem mais aparentes.

Os indicadores de sustentabilidade, conforme afirma Ortega *et al.* (2000), não são indicadores tradicionais de sucesso econômico e qualidade ambiental. Afirma ainda que, como a sustentabilidade requer uma visão de mundo mais integrada, os indicadores devem relacionar a economia, o meio ambiente e a sociedade de uma comunidade.

A tomada de decisão política, segundo Ortega *et al.* (2000) adota, geralmente, indicadores sociais e econômicos. Porém, para monitorar e avaliar as mudanças e seus impactos no ambiente são necessários o uso de indicadores comparativos. Normalmente, indicadores econômicos não levam em consideração efeitos sociais ou ambientais, assim como indicadores ambientais não refletem impactos sociais ou econômicos ou os indicadores sociais não consideram efeitos ambientais ou econômicos.

Um dos principais aspectos levantados nos primeiros encontros da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (*Commission on Sustainable Development - CSD*), criada pela Conferência Internacional da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992, foi o da necessidade de criar padrões que sirvam de referência para medir o progresso da sociedade em direção ao que se convencionou chamar de um futuro sustentável. Segundo a CSD, existe a necessidade de criar uma base comum para que se tenha um denominador para avaliação do grau de sustentabilidade, relacionado esta sustentabilidade, como fatores ecológicos, econômicos, sociais, culturais, institucionais e outros, haja vista que a maioria dos indicadores existentes (PIB, por exemplo) não se mostrarem adequados para alcançar este objetivo.

Fundamentado nas considerações anteriores, podemos concluir que indicador são parâmetro de indicação, variáveis que expressam valores, que aponta ou fornece informação sobre o estado do fenômeno, meio ou área com uma significância estendida maior que a obtida diretamente pela observação das propriedades e que a construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade é um trabalho que exige uma equipe interdisciplinar, pois se faz necessário a análise, a interpretação e a compreensão por parte dos envolvidos. Todavia, se faz necessário organizar teoricamente os diferentes sistemas, para que os usuários destas ferramentas, que

são essenciais nos ajustes da direção do desenvolvimento, possam selecionar e trabalhar com os modelos mais adequados.

A despeito das diferentes percepções do termo, alguns economistas, como O'Connor (1999), referem-se a sustentabilidade enquanto uma "mudança não-negativa do capital natural". Isto implica na necessidade de manter constante o estoque dos recursos naturais e dos serviços prestados pela natureza. Diante do exposto, a sustentabilidade temporal do fluxo de benefícios, bens e serviços, oriundos dos ecossistemas é uma pré-condição para o desenvolvimento sustentável, dado que sustentabilidade implica em manter o capital natural. Alier e Jusmet (2000) ressaltam, de imediato, uma primeira objeção: qualquer uso dos recursos naturais não-renováveis, por menor que seja, violaria o princípio da sustentabilidade.

A sustentabilidade é, portanto, uma questão de grau e de perspectiva temporal. O'Riordan e Voisey (1998) afirmaram que a transição para a sustentabilidade é um processo permanente, uma vez que a "sustentabilidade pura" nunca será, de fato, alcançada. Dentro dessa perspectiva, os autores identificam os vários estágios da sustentabilidade, variando em uma escala que vai de sustentabilidade fraca – onde os recursos naturais são valorados mediante seu potencial de transformação em bens e serviços comercializáveis no mercado, implicando pequenas mudanças de práticas ambientais -, até sustentabilidade forte — onde os recursos naturais são valorados levando-se em consideração sua importância enquanto serviços que presta ou complementa —, uma posição mais inclusiva, auto-sustentada e que se preocupa em envolver as pessoas afetadas pelos processos produtivos nas decisões.

Sustentabilidade envolve educação, mudança cultural e consideração dos interesses coletivos nas decisões (Marinho, 2001). Porém, mesmo que ambos os enfoques possuam raízes na economia neoclássica, o conceito de sustentabilidade forte encontra espaço mais privilegiado na economia ecológica, enfoque tratado mais adiante, onde as diferenças entre os dois princípios, forte e fraco, são atribuídas, principalmente, no que tange as possibilidades de substituição e ajustes entre o capital natural e o manufaturado.

Na Sustentabilidade fraca segundo as concepções da escola neoclássica, o capital natural não necessita receber tratamento diferenciado, é simplesmente considerado outro tipo de capital. Assim sendo, o esgotamento do capital natural não é obstáculo para a manutenção de um consumo sustentável ou, quase sempre, que

apresente crescimento exponencial. Para o sistema econômico ser considerado sustentável, na concepção da sustentabilidade fraca, Turner *et al.* (1994) mencionam que o estoque de capital agregado não deveria declinar. Deste modo, a geração presente passaria um estoque de capital igual ou superior para a geração futura. Tal princípio é denominado pelos autores como "regra do capital constante da sustentabilidade fraca".

A manutenção do estoque de capital total - capital natural mais capital manufaturado - constante no tempo, só é realizável graças a suposição da substituição de fatores, por exemplo, florestas por fábricas. Por outro lado, graças ao progresso técnico, a possibilidade de substituição entre os *inputs* pode permitir uma contínua redução da dependência do capital natural enquanto fornecedor de matéria e energia e/ou receptor de dejetos. A possibilidade de substituição, aliada a eficiência produtiva, permitem superar limitações que impeçam o crescimento econômico devido a escassez de recursos (Dias, 2002).

Para que a substituíbilidade de fatores ocorra, o mecanismo de preços é indispensável, pois na medida que um recurso torna-se escasso e seu preço eleva-se, possibilitando a utilização de um substituto. Assim, a escola neoclássica enfatiza, num primeiro momento, a eficiência alocativa e depois procura internalizar os custos ambientais. Portanto, na concepção da sustentabilidade fraca, uma economia é reconhecida sustentável mesmo quando o estoque de capital natural diminua, porém, em contrapartida, seu uso deve proporcionar o aumento do estoque de capital manufaturado.

Entretanto, na visão de Turner *et al.* (1994) e Harte (1995) alguns serviços dos ecossistemas são indispensáveis para a sobrevivência humana e não são substituíveis. Na Sustentabilidade forte, referente ao princípio da sustentabilidade forte, este se caracteriza por evidenciar as diversas funções do capital natural, as quais são, por vezes, insubstituíveis. Contrariando o princípio da sustentabilidade fraca, que reivindica a manutenção do estoque total de capital, o critério de sustentabilidade forte requer a manutenção dos diferentes tipos de capitais separadamente. Isto implica que o princípio da sustentabilidade forte não aceita a substituição quase perfeita do capital natural por manufaturado.

Descartada a hipótese de sincronia entre os capitais - o natural e o manufaturado - passam a serem vistos como fortemente complementares. Diante disso, o capital natural que não é substituível pode ser considerado "capital natural

crítico" e, portanto, deve receber alta prioridade quanto a sua conservação (Turner *et al.*, 1994; O'Connor, 1999).

Na concepção da sustentabilidade forte, conforme Pearce e Turner (1990), Turner *et al.* (1994) e van der Perk (1998), são levados em consideração fatores sócio-econômicos e ambientais que se manifestam sob diferentes aspectos: a) presença de "incertezas" quanto ao funcionamento e ao valor do serviço total dos ecossistemas; b) presença de "irreversibilidades", onde, algumas decisões podem resultar em mudanças que são fisicamente impossíveis de serem revertidas ou proibitivas em termos de custos; c) a "aversão às perdas", expressada por muitos indivíduos quando o processo de degradação está em andamento; d) a "criticabilidade" (não-substitutibilidade) de certos componentes do capital natural.

De acordo com Serageldin (1993), os esforços no sentido de identificar as implicações operacionais da sustentabilidade só atingirão seus objetivos com a integração dos pontos de vista econômico, ecológico e social. Isto porque todas as atividades comerciais e econômicas estão inseridas em sistemas ecológicos e sociais mais amplos e deles dependem fundamentalmente, devendo ser ressaltado que se um aspecto for comprometido a estabilidade dos outros elementos inter-relacionados estará ameaçada (Waage, 2004).

Ambos os modelos de sustentabilidade - fraco e forte - buscam atingir o desenvolvimento sustentável. Eles tomam a base capital como o meio através do qual o futuro bem-estar terá uma situação sustentada, o que implica em alguma forma de conservação ou manutenção do capital (capital constante), como uma condição para alcançar o desenvolvimento sustentável. O debate básico sobre os modelos de sustentabilidade relaciona-se com as condições estabelecidas para o estoque de capital. Assim, busca-se atingir o desenvolvimento sustentável através da sustentabilidade forte pela conservação de certos componentes do estoque de capital natural, bem como pelo estabelecimento de uma compulsão de não declínio do estoque total de capital. Na sustentabilidade fraca a força operativa é o estoque total de capital, já que nesse modelo todas as formas de capital são substituíveis.

Em termos de indicadores, a sustentabilidade forte apresenta uma tendência para medidas enfocadas ambientalmente, suplementadas por uma medida de sustentabilidade fraca. A sustentabilidade fraca está orientada para valores, com nenhuma medida especial que enfatize o capital natural. Expresso desta maneira, as informações requeridas para a formulação de indicadores de sustentabilidade, tanto

fraca como forte, são as mesmas: para serem operativas ambas têm de medir outros valores de capital.

Com relação ao caso específico da sustentabilidade fraca, a teoria de indicadores que dela se deriva é apresentada pelas rendas nacionais verdes. Esse conceito origina-se da preocupação de que indicadores econômicos, tais como o PNB, por não refletirem a depleção e degradação do ambiente, pode levar a decisões incorretas. Da mesma maneira, as análises de custo/benefício, por não incluírem os valores que se podem colocar no ambiente, são capazes de levar a decisões de investimentos baixos.

Embora o PNLv, isto é, “medidas verdes” do Produto Nacional Líquido (ou Bruto), seja importante no sentido de que ele representa medidas mais verdadeiras de renda, as suas implicações políticas diretas são limitadas. As mudanças no nível de renda causadas por medidas mais “verdes” não sugerem quais quer conseqüências políticas (Pearce *et al.*, 1996). Para, além disso, os sinais políticos de taxas de crescimento mais verdes são provavelmente ambíguos, quando comparados com os de taxas de crescimento em medidas de renda tradicionais.

Os indicadores de sustentabilidade forte são sugeridos no âmbito e no propósito da economia ecológica, e são, por isto, mais restritos do que os indicadores para a sustentabilidade fraca. Eles refletem a postura de uma escola dissidente cujo tema unificador mais notável consiste na falta de confiança na economia neoclássica, mais particularmente na observada incapacidade da corrente dominante de economistas para integrar imperativos ecológicos em suas análises. Arrow *et al.* (1995) identificaram dois elementos centrais na economia ecológica e que merecem ser considerados a fundo na avaliação da sustentabilidade forte: capacidade de suporte e resiliência dos sistemas ecológicos.

A noção de Capacidade de Suporte é emprestada da biologia. Ela estabelece que uma dada área pode suportar apenas certa população de uma espécie particular, e, nesse nível mais alto - a capacidade de suporte - a população terá atingido o seu nível sustentável máximo. Para aplicar esse conceito de um ponto de saturação as populações humanas, devem ser considerados não só o nível da população, mas, também, o nível de atividades econômicas. Para, além disso, a composição do *output* econômico pode variar significativamente, adicionando mais um complicador. De forma inevitável conjeturas audaciosas têm de ser feitas para o desenvolvimento de um indicador.

De uma maneira mais usual, vista no âmbito da economia ecológica, a capacidade de suporte é definida em termos de limites excedentes, fixados por critérios ecológicos. Ao se passar para indicadores reais de capacidade de suporte fazem-se necessárias especificações mais detalhadas de limites ecológicos, os quais, freqüentemente, consistem de restrições de sustentabilidade, com relação a recursos comerciais ou ambientais, tais como: a poluição não deve exceder à capacidade assimilativa do ambiente; a retirada de recursos renováveis não deve ser maior do que seu crescimento natural. Ao se considerar a sustentabilidade, que por definição implica no não deterioramento do bem estar humano, pode-se afirmar que este bem-estar manter-se-á num estado de decréscimo, a menos que sejam observadas todas as restrições ecológicas especificadas.

Uma variante dessa abordagem empírica da capacidade de suporte liga os níveis de população a indicadores muito simples de uso de recursos, comumente exemplificados pelo uso do solo para produção de alimentos, produção de lenha, e uso de água. Arrow *et al.* (1995) argumentam que as capacidades de suporte não são fixas ou estáticas, da maneira como, em geral, as considera a economia ecológica. Nesse contexto, a população sustentável máxima (PSM) pode ser assim representada:

[PSM= Produção anual do recurso/Necessidade per capita mínima]

A PSM pode ser elevada pelo consumo do estoque onde o recurso é renovável, o que, claramente, é não sustentável. De outra parte, as produções podem ser aumentadas por mudanças tecnológicas, no caso de recursos renováveis, e os perfis de depleção podem ser estendidos pela tecnologia, no caso de recursos não renováveis. Ademais, raramente se considera as interações entre varias restrições de capacidade de suporte (Pearce *et al.*, 1996). Mais importante ainda, os cálculos de capacidade de suporte apresentam uma relevância limitada no caso de existir possibilidade de comercio. Em tais circunstancias, o recurso escasso pode ser importado em troca de outro valor no qual a nação exportadora tem uma vantagem comparativa. Nenhum desses indicadores, no entanto, considera a medição de progresso pela proteção de valores naturais críticos. Na melhor das hipóteses, eles operam como simples medidas de pobreza que servem para apresentar a noção de uso sustentável de recursos.

É, portanto, difícil definir o conceito de qualquer indicador significativo particular. Talvez os indicadores devam se deter a aspectos mais gerais de descrição das pressões, em termos quantitativos de produção primária líquida, que os seres humanos podem apropriar atualmente. Isso ajudaria a demonstrar a apropriação humana de ecossistemas sob uma variedade de cenários, que podem, obviamente, ser simulados em diferentes modelos.

A resiliência determina a persistência de relacionamentos dentro de um sistema. É uma medida de capacidade de um sistema absorver mudanças e, em resultado, persistir. Segue-se, então, que o grau de resiliência do sistema determina a produtividade ecológica (funcionamento do ecossistema) não é afetada de maneira importante, ou apresenta um decréscimo, tanto temporário como permanente, ou, numa situação extrema, entra em colapso total, em resultado de estresse (mudanças pequenas e predizíveis) ou choques (mudanças relativamente grandes, temporárias e não predizíveis).

Um sistema que é incapaz de responder é, em algum sentido, não sustentável se os estresses e choques acham-se fora do controle, ou se, por razão, é improvável que possam ser controlados. Ademais, considera-se que a capacidade para responder estresses e choques é usual mas não necessariamente, correlacionada com a diversidade de capital, no sentido de um amplo portfólio de valores biológicos naturais (Pearce *et al.*, 1996; Conway, 1994).

Uma medida do grau de resiliência pode ser interpretada como um indicador do grau de qualidade do sistema. Mas, não parece tão claro saber qual o significado dessa interpretação para a sustentabilidade. É claro que a resiliência não é algo que se possa observar diretamente. Assim, a procura de indicadores conduz a uma direção em que se medem *inputs*, considerados como capazes de contribuir para a resiliência, ou os *outputs*, que se acredita sejam afetados por mudanças de resiliência.

Para Gliessman (2005) todas as práticas da agricultura convencional tendem a comprometer a produtividade futura em favor da alta produtividade do presente. E os exemplos estão a cada década mais evidentes. Praticamente todos os países que experimentaram a “revolução verde” também estão experimentando declínios recentes na taxa de crescimento anual do setor agrícola. Ademais, em muitas áreas onde as práticas modernas foram instituídas para cultivar grãos na década de 60 passaram a apresentar declínio após os espetaculares aumentos iniciais.

A relação causa-efeito entre agricultura convencional e erosão do solo é direta e não ambíguo. Preparo intensivo do solo, combinado com monocultivo e rotação de culturas, deixa-o exposto aos efeitos erosivos do vento e da chuva. Combinadas, a erosão e outras formas de degradação tornam grande parte do solo agrícola mundial cada vez menos fértil (Gliessman, 2005).

A água doce está se tornando cada vez mais escassa em muitas partes do mundo, à medida que a indústria, cidades em crescimento e a agricultura competem por recursos limitados. A agricultura é responsável por aproximadamente dois terços do consumo global de água e é uma das principais causas de sua falta na maior parte das regiões, além de polui a água mais do que qualquer outra fonte individual. As práticas agrícolas estão degradando o ambiente, conduzindo a biodiversidade ao declínio, perturbando o “equilíbrio” natural dos ecossistemas e, em última instância, comprometendo a base de recursos naturais da qual os organismos e o homem dependem, e isso não é sustentável (Gliessman, 2005).

Na literatura sobre as contas nacionais verdes essa ligação é fornecida por modelos que conectam mudanças na prosperidade humana com depleção e degradação ambiental. Exemplos do primeiro caso (*inputs*) são os indicadores de biodiversidade. Se a resiliência encontra-se relacionada diretamente com a biodiversidade, então os índices de diversidade podem ser um indicador útil de resiliência em ecossistemas, baseado em *inputs*. Entretanto, mesmo que o padrão de medida seja a diversidade não declinante (isto é que existe no local), surgem problemas de natureza empírica como a disponibilidade de dados, que em geral estão restritos a um simples ponto geográfico e limitados ao tempo, enquanto que a medida relevante para propósitos de sustentabilidade consiste na mudança de diversidade e não na quantidade de diversidade.

Daí resultam medidas alternativas ao PIB (por exemplo, medidas de prosperidade econômica) que conduzem diretamente à noção de reserva real (bens com valor real). Índices com esta perspectiva revelaram como os problemas de extração e uso dos recursos e dos serviços naturais acham-se ligados ao desenvolvimento humano sustentável. Entretanto, fornecer uma ligação de pressões e efeitos, resiliência e sustentabilidade, não é tarefa fácil.

De maneira também muito evidente, na tentativa de relacionar as “coisas” da natureza e o quanto essas coisas repercutem nas ações humanas e na sustentabilidade, podem ser citados os geoindicadores. Na literatura foram

encontradas diversas terminologias para tais indicadores como: indicadores geoambientais (Fabbri e Patrono, 1995), indicadores geomorfológicos (Rix, 1995) e geoindicadores (Berger e Iams, 1996; Bush *et al.*, 1999). Apesar das diferentes terminologias, conceitualmente elas são bastante similares.

Um indicador geoambiental (IGA) é um componente geologicamente quantificável, sensível a mudanças no ambiente que são significativas ao homem para serem identificadas. Nesta abordagem devem ser consideradas: as unidades geoambientais (UGAs) e seus limites; a estrutura dos indicadores geoambientais (IGAs); as características do indicador; e os procedimentos de medição dos indicadores.

As UGA podem ser definidas principalmente pelas diferenças entre os processos dominantes que as caracterizam. Segundo Tagliani (1997), tais processos são de natureza física (geológico-geomorfológico, climático, hidrológico, etc.), química (salinidade, pedogênese, deposição, absorção, adsorção, etc.) e bioecológica (produção, estocagem, consumo, estrutura das comunidades, etc.).

A estrutura dos indicadores geoambientais deve considerar: os tipos de indicadores, seus estados e suas mudanças de estado, a interdependência das mudanças naturais e induzidas, a dinâmica das mudanças, os valores dos limiares, a UGA e seu conjunto de indicadores e, finalmente, os índices associados (Fabbri & Patrono, 1995).

Geoindicadores ou indicador do espaço físico e biológico podem fazer grande diferença em trabalhos cuja intenção seja reconhecer as relações homem-natureza, quanto a origem, qualidade e disponibilidade dos recursos. Geoindicadores permitem relacionar a origem dos efeitos, as causas, ou aquilo que é responsável por reproduzir efeitos, que combinados ao uso e estabelecimento humano, refletem em uma situação de maior ou menor condição de sustentabilidade. Pois, é mais importante reconhecer as causas das diferenças do que os efeitos que essas diferenças produzem.

2.4 Economia Ecológica, uma nova Perspectiva Econômica

Uma expressão marcante da dissonância do homem com o ambiente ocorre no campo da economia. Esta, por meio de um processo evolutivo, tem passado por vários modelos ou escolas, com a prevalência, desde o final do século XIX, do modelo ou escola neoclássica.

O modelo trata a economia como um sistema isolado que se auto-regula e auto-sustenta. Ela não apresenta conexão com o meio natural, estabelecendo-se, assim, entre os dois — economia e natureza — uma relação de independência, de forma que a produtividade e o crescimento associados a este modelo não sofrem restrições do ambiente. Na verdade, o seu único propósito é crescer.

De funcionamento simples o modelo econômico vigente manifesta-se por trocas entre unidades de produção e unidades familiares, por meio de fluxos circulares, ditos reais, de fatores de produção (trabalho, capital, recursos naturais) das unidades familiares para as unidades de produção, e bens e serviços (suprimento de bens e serviços) das unidades de produção para as unidades familiares (Daly, 1991; 1993; Araújo, 1994; Rees, 1995), concepção que considera o sistema natural um subsistema do sistema econômico (Daly 1993), que visto pelo ângulo de Khun (2000) insere-se no quadro do paradigma dominante, antropocêntrico.

Esta situação é atribuída pelo menos em parte, a uma avaliação equivocada do papel do sistema natural ao considerá-lo apenas como uma fonte infinita de recursos e como um sumidouro de resíduos e rejeitos domésticos, industriais e agrícolas. É equivocada também quando considera a economia como um sistema expansível e independente, sem qualquer conexão fundamentalmente importante com o ambiente natural, tratando-o como infinito.

O modelo econômico vigente, de comportamento nitidamente expansionista representa o paradigma dominante para os governos e organizações oficiais de desenvolvimento (Rees, 1995). O tempo de dominância do modelo expansionista ligado à escola neoclássica tem coincidido com o progressivo aumento populacional e um inusitado crescimento dos valores de indicadores econômicos, verificados principalmente após a II Guerra Mundial, a partir da década de 50.

As posições favoráveis à manutenção de uma política econômica expansionista resultam de concepções otimistas, tanto para situações presentes

como para situações futuras, fundamentadas nas realizações do homem em termos de avanços tecnológicos — portanto dentro de uma visão antropocêntrica — e consubstanciadas num modelo, também já referido anteriormente, em que o sistema econômico é considerado um sistema isolado, desconectado do sistema natural — portanto, não real —, dotado, nessas circunstâncias, de características de auto-regulagem e auto-sustentação.

O caráter antropocêntrico da teoria econômica torna-a seletiva na consideração de efeitos de ações econômicas, no ambiente e no papel desempenhado por bens e serviços ambientais para atividades econômicas. Em resultado, as restrições ambientais não são consideradas em toda a sua dimensão, no processo de decisão econômica. Daí porque a utilização dos dados ambientais se dá somente quando eles impõem restrições óbvias e imediatas no desdobramento de fatores de produção economicamente valorados (Ruth, 1993).

As providências necessárias para reverter essas tendências e prognósticos incluem-se num quadro de ações científicas e políticas e de mudanças institucionais, culturais (incluindo aspectos éticos e morais), sociais e econômicos, consubstanciados em propostas de paradigmas alternativas, capazes de estabelecer um novo relacionamento homem-natureza.

Dentre as alternativas possíveis sobressai-se a referida como economia ecológica, a qual, como uma disciplina emergente, busca conciliar as abordagens da economia e da ecologia convencionais, além de outras ciências. Trabalhos que vêm sendo conduzidos a mais de cem anos, no sentido de estabelecer as relações entre economia e o estudo do fluxo de energia nas sociedades humanas, podem ser considerados como precursores dessa nova disciplina. Porém, somente no final da década de 80, a economia ecológica foi formalizada e ganhou posição destacada no meio científico internacional, com a criação da International Society of Ecological Economics (ISEE) (Costanza, 1991), e com a postura assumida pelo Banco Mundial (World Bank), desde 1989, onde a análise ambiental passou a ser considerada no mesmo nível de importância do que outros aspectos tradicionais de avaliação de projetos: análises econômicas, financeiras, sociais e técnicas (Munasinghe, 1993).

Na economia ecológica a economia vigente (convencional) é vista, na sua situação real, como um subsistema aberto, expansível, totalmente dependente de uma esfera finita, materialmente fechada, não expansível (Rees, 1995).

No modelo representativo dessa atitude alternativa, a expansão do sistema construído pelo homem pode ocupar quase todo o espaço do ambiente natural. Nessas condições ficam prejudicadas as funções do ecossistema e, em consequência, alterada a sua integridade, o seu estado de “saúde”. Na ótica dos que adotam princípios de uma economia expansionista (paradigma vigente), a perda do sistema natural — que na visão econômica ecológica é considerado como *capital natural* — pode ser substituída por *capital construído pelo homem*. Porém, de acordo com Daly (1994), o *capital natural* e o *capital construído pelo homem* são fundamentalmente complementares e só marginalmente são substitutivos.

Nessas circunstâncias, a deficiência de capital natural, ainda que possa ser compensada pela aplicação de subsídios energéticos externos, tem o seu limite de substituíbilidade no esgotamento do recurso natural.

A obviedade em favor do aspecto complementar entre o capital natural e o capital construído pelo homem, na concepção de Daly, (1994), revela-se, na formulação de algumas perguntas a respeito do assunto, tais como: de que adianta ter uma serraria de madeiras sem que se tenha uma floresta? Ou um barco de pesca sem uma população de peixes? Ou uma refinaria se não mais existem depósitos de petróleo? Ou, ainda, uma fazenda irrigada sem um rio ou aquífero?

A intervenção continuada e desordenada do homem sobre o ambiente tem provocado mudanças nas relações entre capitais que se lhes correspondem. Assim, no período econômico conhecido como escola clássica, o termo capital referia-se à forma de capital na sua modalidade mais escassa. Os investimentos eram então aplicados no fator limitante, por exemplo, em serrarias e barcos de pesca, porque os seus complementos de capital natural, florestas e peixes, eram abundantes e vistos como inesgotáveis, infinitos (Serageldin, 1995).

Atualmente, segundo ainda Serageldin (1995), com o uso intenso do ambiente, o capital natural passou a ser o fator limitante para a maior parte do desenvolvimento econômico. O pescado tornou-se limitante ao invés dos barcos de pesca; a madeira tornou-se limitada pela falta de florestas e não pela falta de serrarias. Para compensar a condição limitante de florestas e de populações pesqueiras o homem passou a investir em plantações de florestas e em criação de peixes. Introduziu assim uma categoria híbrida combinando *capital natural* e *capital construído pelo homem*, denominada *capital natural cultivado*.

Esta categoria é responsável pela quase totalidade de alimentos e por boa parte da madeira e fibras consumidas pelo homem. Embora essa utilização expanda a capacidade de prestação de serviços do *capital natural*, nem por isso ele deixa de ser limitante.

A destruição do *capital natural* representa, assim, um estado de não sustentabilidade intergeracional, na medida em que as previsões de aumento populacional, ao excederem a capacidade de suporte do ambiente biológico e promoverem o esgotamento dos recursos naturais e a degradação, podem levar a uma situação de privações de bens essenciais. Tais pressuposições corroboram os prognósticos elaborados a partir de exercícios de simulação, uma vez que, também os demais casos considerados (Odum 2004; Pimentel *et al.*, 1994; Graves e Reavey, 1996) permitem prever que, se continuarem as tendências atuais de aumento populacional e de relacionamento homem-natureza, ficará comprometido o atendimento das condições básicas de vida de boa parte da humanidade, ou, numa situação extrema, até mesmo a sua sobrevivência tornar-se-á ameaçada.

A construção de um sistema econômico, expansível dentro do sistema natural em que ele se encontra inserido, devido às atividades antrópicas (Daly, 1993; Goodland e Daly, 1993; Berkes e Folke, 1994; Hinterberger, 1994; Rees, 1995), torna esse sistema natural além de escasso também alterado e comprometido em sua integridade, devido às pressões a que ele é submetido no processo de ocupação e usos inadequados. Tal se dá porque as utilizações que lhe são impostas — de retirar mais do que o ambiente é capaz de recompor e lançar rejeitos em quantidades maiores do que esse sistema é capaz de absorver — muitas vezes suplantam a sua capacidade de recuperação natural, acionada pelos mecanismos homeostáticos — de retroalimentação negativa — e levam-no a uma situação de degradação irreversível.

De fato, como bem afirma Ruth (1993), as atividades econômicas que ocorrem numa condição espacial e temporal, envolvem o uso de materiais e necessitam da transformação de energia. Todas as atividades econômicas, tais como a produção e consumo de bens e serviços, são governadas pelas leis da termodinâmica. Daí porque, como tem sido amplamente argumentado as atividades econômicas devem ser vistas e analisadas de acordo com essas leis.

A análise dessa situação pode ser vista de forma esquemática, numa concepção considerada representativa da realidade, vê-se que o fluxo circular de

trocas, que caracteriza a economia clássica, é sustentado e impulsionado por um fluxo linear de matéria e energia que Daly (1991) denominou de *throughput*. E assim, de acordo com Rees (1995), os fluxos ecologicamente importantes na economia não são os fluxos circulares de dinheiro, mas sim os fluxos uni-direcionais, termodinamicamente irreversíveis, que fluem da esfera através do subsistema econômico e que retornam à esfera numa forma degradada, de alta entropia. Apesar de sua importância, esses fluxos de matéria e energia (*throughputs*) são invisíveis à análise econômica convencional.

Segue-se, então, que a aceitação desse conceito é fundamental para que se alcance uma situação de sustentabilidade. Tal se dá através da manutenção de um *throughput* constante, onde a depleção de recursos é igual ou menor do que a capacidade de absorção do sistema natural. Em outras palavras, segundo Ruth (1993), os fluxos de material e energia entre economia e ambiente são limitados a um nível ambientalmente sustentável. Dessa forma, estabelecem-se restrições para a manutenção e crescimento do sistema econômico convencional. Este modelo corresponde à economia de estado constante (*steady-state economics*) preconizada por Daly (1991).

Nessa mesma linha de idéias, pode-se tipificar a economia humana, na sua forma dominante, como uma estrutura dissipativa, isto é, ela constitui um sistema em que a matéria e energia de que se alimenta e que degrada encontram-se fora desse sistema. Nessas circunstâncias, a entropia reduzida do sistema econômico local é obtida à custa da entropia do sistema global no qual ele se encontra incluído (por exemplo, uma exploração agrícola do tipo *agribusiness*).

Resulta, então, que devido ao fato da economia ser um subsistema crescente de uma esfera que é não crescente e materialmente fechada, a ordem ou organização crescente (*negentropy* = entropia negativa) da economia só pode ser obtida, a partir de certo ponto, pela desordem crescente (entropia) da esfera. Em consequência, um modelo econômico com tal comportamento não pode ter características de sustentabilidade.

A partir dessas considerações manifesta-se uma diferença básica entre a economia convencional, que constitui o paradigma dominante, e a economia ecológica, que tem sido proposta como paradigma alternativo. Tal diferença decorre do fato de ser o objetivo principal da economia o crescimento, enquanto que o desenvolvimento constitui o propósito maior da economia ecológica. O crescimento,

como aqui entendido, implica tão somente num incremento na escala física, provocado pela assimilação ou acreção de material.

Nessas condições, o termo crescimento sustentável, freqüentemente usado em pronunciamentos de empresários, políticos e administradores públicos, representa um termo sem sentido, enquanto que o termo desenvolvimento, segundo ainda, e Daly e Goodland (1994), exprime a idéia de uma melhoria qualitativa, ou pelo menos diferente, conseguida pela expansão ou realização de potencialidades, levando a um estado de mais abundância, maior e melhor. É freqüente, também, registrarem-se, nos meios políticos, empresariais e governamentais, proposta desenvolvimento sustentável, em circunstâncias macroeconômicas ajustada modelo econômico expansionista dominante, o que, por paradoxal, é igualmente destituído de sentido.

2.5 O Planejamento Ambiental: etapas, estratégias e estruturas

O Planejamento é um ato administrativo ligado a esfera das decisões. É o processo pelo qual o rigor científico oferece racionalidade à ação de enfrentar as situações que se apresentam, de forma criativa. O planejamento é um processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos, para chegar a decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis. De uma forma bastante simples, entende-se que planejamento é o processo sistemático de avaliar o estágio em que você está, onde deseja chegar e qual o melhor caminho para se chegar lá. Se o planejamento implica decidir sobre ações futuras, previsões e estimativas de cenários são inevitáveis e essenciais. No planejamento devem ser previstas as conseqüências de cada alternativa de ação proposta, pois entre as previsões e probabilidade se somam a tomada de decisão as incertezas e os riscos. Tanto quanto os recursos, as ações propostas devem referir-se a um ou mais locais e também devem ser espacializadas, qualificadas e quantificadas (Santos, 2004).

O planejamento é uma atividade para ser implementada e não apenas uma produção de documentos. Deve compreender a um processo que não se esgota na implementação, tendo continuidade ao longo do tempo, onde devem ser avaliadas as

ações, as respostas e os resultados, os quais devem indicar o momento de rever os planos, as estratégias, e as medidas previstas no cronograma.

Planejar é estar a serviço do interesse público, por meio do ordenamento das atividades humanas (Santos, 2004). O planejador cumpre o papel de analista e deve apresentar alternativas aos problemas, sempre que necessário. O planejador não deve assumir a responsabilidade de decidir, esta é uma responsabilidade do tomador de decisões, em outras palavras, mesmo que o planejamento persiga um ambiente técnico de construção, as decisões a serem tomadas depende daqueles que sofrem ou deverão sofrer as alternativas propostas, dos gerenciadores locais e de todos aqueles que se preocupam com os destinos da região. Ou seja, no planejamento, a validade do processo somente é alcançada com a participação da comunidade.

O planejador procura entender o espaço em todo o seu contexto, sem se limitar em apenas um tema, procurando trabalhar com os diversos extratos que compõem o meio. Não existe limite territorial para o planejamento, diferentes escalas de trabalho são utilizadas para tratar diferentes níveis de abrangência territorial. De acordo com a natureza do escopo ou das atividades preponderantes, o planejamento pode ser qualificado como socioeconômico, urbano, agrícola, ambiental, bioregional e muitos outros.

A abrangência operacional do planejamento define o projeto ou plano, podendo envolver várias atividades ou integrando diversas áreas de trabalho. São, por exemplo, chamados de planos setoriais ou planos de áreas integradas.

A sustentabilidade é um objetivo almejado em programas de planejamento com enfoque ambiental. Os termos que a caracterizam e as ações sugeridas para alcançá-la indicam e buscam, respectivamente, em linhas gerais, manter a produção de recursos capazes de atender às necessidades básicas do homem, observando princípios éticos de equidade gerencial. Para tanto, faz-se necessário manter os atributos fundamentais dos agroecossistemas construídos, de maneira que permaneçam garantidas a sua integridade estrutural e funcionalidade.

O planejamento ambiental surgiu, nas três últimas décadas, em razão do aumento dramático da competição por terras, água, recursos energéticos e biológicos, o que gerou a necessidade de organizar o uso da terra, de compatibilizar esses usos com a proteção de ambientes ameaçados e de melhor qualidade de vida das populações. O planejamento surge, também, como uma resposta frente ao desenvolvimento tecnológico, puramente materialista, buscando o desenvolvimento

como um estado de bem-estar humano. Deste modo, o planejamento ambiental vem como uma solução aos conflitos de uso e ocupação da terra e como uma ferramenta útil para o manejo e conservação ambiental (Santos, 2004).

O manejo ambiental justifica-se pelo fato de não serem homogêneos os setores que constituem a maior parte dos terrenos, independentemente das escalas em que eles são considerados. Esses setores, que — dado o enfoque como são observados — representam, na verdade, unidades ambientais, diferenciam-se entre si por um ou mais de seus atributos, tanto físicos como biológicos. Assim, por exemplo, diferenças nos processos geológicos, que caracterizam o desdobramento dos vários setores ao longo do tempo, podem determinar distintos substratos rochosos. Também, enquanto algumas unidades podem exibir uma topografia plana, outras podem encontrar-se num relevo acidentado. Determinados setores do terreno, ainda que situados numa mesma zona macroclimática, podem apresentar diferenças geomorfológicas determinadas, por exemplo, pelas diversas situações de relevo ou declividade, marcando diferentes posicionamentos de exposição ao sol das vertentes, as quais, assim, controlam situações climáticas locais (topoclimas) (Ab'Saber, 2003; Guerra e Cunha, 2000; Christofolletti, 2003).

O planejamento ambiental é organizado dentro de uma estrutura que envolve pesquisa, análise e síntese. A pesquisa tem o objetivo de reunir e organizar os dados. Os dados organizados são avaliados para atingir a compreensão do meio estudado, com os seus acertos e conflitos, constituindo a fase de análise. A síntese refere-se a aplicação dos conhecimentos alcançados na tomada de decisões, de onde serão extraídos novos dados e informações que levam a novas análises e a novas aplicações dos resultados, num círculo virtuoso construção e aprimoramento, num processo elaborado, onde, sucessivamente, o resultado de uma implica no desenvolvimento da fase seguinte.

Cada fase ou momento tem componentes, métodos e produtos específicos. Por ser o planejamento um processo contínuo, seus diversos momentos se encadeiam e se realimentam por meio das informações obtidas passo a passo. As fases mais freqüentes nos planejamentos ambientais são: objetivos, diagnóstico, monitoramento, levantamento de alternativas e tomada de decisões. Porém na prática, não é tão simples assim. Embora os planejamentos partam de um mesmo ideário, avaliar e apontar caminhos sustentáveis para um destino mais adequado dos recursos em uso de um determinado espaço, a seqüência de fases usadas para um

determinado fim é variável. Isso ocorre porque há diversas concepções de planejamento ambiental, diferentes objetivos e várias estruturas metodológicas (Santos, 2004).

O planejamento ambiental pode compor pelo menos cinco fases: implementação metodológica e operativa; análise e sistematização de indicadores ambientais; diagnóstico do meio com identificação dos impactos, riscos e eficiência de uso; elaboração de um modelo de organização territorial; proposição de medidas e instrumentação de mecanismos de gestão. Santos (2004) apresenta um processo e planejamento dividido em oito fases: definição de objetivos; definição da estrutura organizacional; diagnóstico, avaliação de acertos e conflitos; integração e classificação de informações; identificação de alternativas; seleção de alternativas e tomada de decisões; diretrizes e monitoramento, fase que melhor se interconecta com a opinião pública. Para Silva (2000) as fases são: levantamento de dados; diagnóstico; hierarquização das informações; integração dos resultados; e proposições finais.

Independente do modelo de fases adotado, para cada fase ou momento do planejamento existe um conjunto de métodos que pode ser empregado para se obter o produto desejado. Entretanto, a definição de objetivos, por exemplo, só será concreta à medida que se avaliam as propostas para a área alvo de, pelo menos, três ângulos: de quem contrata o planejamento, de quem executa o planejamento, das organizações ambientais que tem o poder de interferência na região. Contudo, é necessário que haja um consenso mínimo sobre os propósitos e a viabilidade técnica administrativa, operacional e política dos objetivos almejados.

Uma vez obtido o consenso sobre as metas e políticas adotadas os planejadores devem apresentar uma estrutura organizacional do trabalho a ser realizado. Esta estrutura, obtida por meio e debates multidisciplinares entre os membros da equipe de trabalho, deve permitir se alcance certa harmonia na metodologia e no cronograma.

A estrutura organizacional do planejamento é o norteador da equipe multidisciplinar para os levantamentos de dados e a composição do banco de dados. Alguns autores entendem essa fase como inventário. É nela que se formulam as questões básicas para um bom encaminhamento do processo, tais como: quais os elementos ou parâmetros do meio devem ser estudados, quais dentre eles devem ser considerados bons indicadores das condições ambientais da área em estudo, ou

qual a importância relativa de cada um deles? Em que escala adotá-los? E, como deverão ser integrados entre si?

A elaboração de um banco de dados geográfico pode ser feito de diferentes maneiras. Sendo esta escolha a condição determinante do encadeamento de resultados do planejamento. Sejam quais forem os objetivos do planejamento, é comum a utilização de uma exaustiva coleção de dados ambientais, que são manuseados entre as diferentes etapas do diagnóstico.

Inventários ou diagnósticos representam o caminho para compreender as potencialidades e as fragilidades da área de estudo, da evolução histórica de ocupação e das pressões impostas pelo processo civilizatório humano. Bons diagnósticos também esclarecem sobre os acertos e conflitos do uso da terra e os impactos passados, presentes e futuros. Essas avaliações devem considerar variações temporais, espaciais e escalares. A partir do diagnóstico formam-se retratos da área que, comparados, e interpolados, ressaltam as principais características e propriedades dinâmicas da região (Santos, 2004). E ainda, segundo a autora, dependendo da linha metodológica utilizada, podem-se empregar unidades territoriais ou unidades de paisagem, permitindo uma melhor compartimentação na análise do espaço, porém sem perder o sentido integrativo e holístico do planejamento.

Nessa visão de planejamento espera-se que os resultados do diagnóstico permitam uma proposta de modelo de organização territorial junto com soluções alternativas, voltadas a resolver ou minimizar o quadro apontado como desfavorável em função dos objetivos e estratégias previamente adotados. A intenção de identificar o conjunto de alternativas mais compatíveis entre si, de selecionar as melhores alternativas para a solução da maior parte dos conflitos, deve perseguir algumas premissas básicas, como: importância relativa; eficiência; eficácia; riscos; espaço de ação; temporalidade; urgência da aplicabilidade e custo (Santos, 2004).

Após a tomada de decisão, o processo de planejamento continua através da retro-avaliação. Um dos aspectos de grande importância para o planejamento é analisar, em tempos futuros, a capacidade de manejo ou de implementação das diretrizes propostas em um plano. Outro aspecto importante é o ajuste das propostas com realidade dos problemas. O sucesso do planejamento fica seriamente ameaçado quando as ações não são adequadas à realidade ou quando não são compatíveis entre si, por não apresentarem o conjunto de dados intrinsecamente integrados. É

importante a existência de mecanismos que permitam uma permanente realimentação de dados e de suas relações e reavaliações do planejamento proposto (Santos, 2004).

2.6 Aplicação de Sistemas de Apoio a Decisão ao Estudo Ambiental

A tomada de decisão, fato cotidiano presente nas ações desenvolvidas pelo ser humano, faz com que as pessoas enfrentem situações normalmente conflitantes e difusas. Nestas situações apresentam-se vários caminhos ou alternativas possíveis, das quais se procuram aquelas que melhor satisfaçam os objetivos em questão. Conforme coloca Bana e Costa (1992) a tomada de decisão, apesar de ser parte integrante no dia a dia das pessoas, é uma atividade intrinsecamente complexa e potencialmente das mais controversas, em que temos naturalmente de escolher não apenas entre possíveis alternativas de ação, mas também entre pontos de vista e formas de avaliar essas ações, enfim, de considerar toda uma multiplicidade de fatores direta e indiretamente relacionados com a decisão a tomar.

De forma sucinta pode-se exemplificar a dificuldade de se tomar uma decisão sem a consideração dos múltiplos fatores que envolvem o problema. A avaliação de um determinado projeto poderia selecionar como condicionante, por exemplo, apenas o critério econômico, através do qual todas as escolhas e decisões seguintes passam às condições deste critério, o que poderia levar o decisor a consideração de um único aspecto lógico. Então, se for considerado somente o tema econômico, o decisor corre o risco de estar se limitando a apenas um tema, dentro de outros de suma importância, como por exemplo, o social e o ecológico.

A decisão é, portanto, uma atividade que engloba múltiplas dimensões, perspectivas e objetivos, e para que se chegue a decidir sobre algo é preciso fazer um estudo lógico de todos esses fatores, mesmo que eles se apresentam de forma difusa. A consideração desses diversos fatores impede que uma decisão possa ser tomada se considerando apenas um único critério.

Daí a importância de metodologias para apoio à decisão que considerem todos os aspectos que são tomados como relevantes para um dado problema. Em um problema de decisão, conforme define Bana e Costa (1992), estão em jogo vários objetivos, existindo a possibilidade de várias soluções possíveis que podem estar

implícitas ou explícitas, dentre as quais pretende-se escolher a melhor ação, ou decisão, em termos de comparação relativa dos seus méritos e desvantagens.

A Pesquisa tradicional que teve seu desenvolvimento mais pujante logo após a Segunda Guerra Mundial, presente numa época de relativa estabilidade econômica, anos 50 e 60, buscava fornecer uma maior racionalidade à tomada de decisão, alcançando este resultado através de uma posição de total objetividade com relação ao problema a se resolver (Cazarini, 2000).

Para Montibeller (1996), na pesquisa tradicional um tomador de decisão único é capaz de representar a organização, pois assume que exista um único problema real ou verdadeiro, o qual é percebido da mesma forma por todos os nele envolvidos. Cabe a esse decisor único, com objetivos claramente definidos e estruturados, estabelecer um posicionamento que, presumidamente, é de consenso geral. Com o aumento da instabilidade econômica mundial, afirma Montibeller (1996), em meados dos anos 70, a pesquisa tradicional sofreu uma significativa redução em sua área de atuação, restringindo-se unicamente à resolução de problemas de ordem tática, aqueles com objetivos claramente estabelecidos e consensuais, onde o que prevalece é um grande interesse técnico e importância social limitada.

Por outro lado, o que ainda prevalece são problemas complexos, onde diversos atores participam do processo decisório, e de uma forma tal que cada um vai ter uma perspectiva e uma interpretação diferente à cerca dos eventos reais. Cada um destes atores possui um sistema de valores diferente, o que faz com que tenham objetivos distintos e por vezes conflitantes. Situação, onde os problemas complexos são dificilmente estruturáveis, se apresentando normalmente de forma difusa.

Buscando contornar essas deficiências, surge na França no final dos anos 60, a proposição de Metodologias Multicriteriais visando Apoiar a Decisão. Os processos decisórios passaram então a ser entendidos como o resultado das diferentes interpretações que cada um dos atores, com seus diferentes sistemas de valores, pode ter à cerca do problema. Entretanto, mesmo que tais metodologias demonstrem eficiência na elaboração de modelos multicriteriais para a solução de problemas, deixam uma lacuna a respeito da definição e estruturação dos critérios. Para preencher este vazio, surge na Inglaterra, no início dos anos 80, cuja origem se dá pelo mesmo movimento crítico à pesquisa tradicional, uma corrente de estudos

visando à formação de metodologias de auxílio à estruturação de problemas (Campos Filho, 2004).

De outra parte, muitas vezes o apoio à decisão inicia com a suposição de que o problema já foi reconhecido e definido e que o objetivo da análise é indicar a estratégia ótima considerando-se o critério de escolha selecionado. Tal suposição pode conduzir a resolução do problema errôneo visto que no início do processo de apoio à decisão geralmente os atores não têm claros seus objetivos e/ou existem diversas e diferentes percepções do problema.

Portanto, é imprescindível que se fuja das armadilhas tipicamente inerentes a estas suposições e se construa um modelo de avaliação que reflita valores próximos dos reais, que permitam, verdadeiramente, expressar a realidade e que ao mesmo tempo possa ser compreendido por todos.

Segundo Ensslin *et al.* (2001), as metodologias voltadas ao Apoio à Decisão, adotam o construtivismo como paradigma científico, ao contrario das metodologias voltadas à tomada de decisão, que seguem o paradigma racionalista. Para Ensslin *et al.* (2001), o paradigma construtivista é o mais apropriado em fornecer apoio aos processos decisórios que envolvam: situações com múltiplos atores, cada um deles com seus sistemas de valores; múltiplos objetivos com conflitos de interesse; diferentes níveis de poder entre os atores e necessidade de negociação entre eles e; uma enorme quantidade de informações qualitativas e quantitativas. De acordo com Vanderpooten e Roy (1996), a eficiência de um sistema de decisão esta relacionada a sua objetividade. Relacionar informações distintas e tão difusas pode levar a divagações infrutíferas, então é necessária a interação de fatores de natureza objetiva (características do problema) com fatores de natureza mais subjetiva (juízo de valores dos atores) para que se possa alcançar o sucesso e a qualidade no apoio à decisão.

Um Sistema de Apoio à Decisão é uma ferramenta que procura auxiliar o decisor na sua tomada de decisão. Em hipótese alguma o SAD substitui o julgamento humano e sua decisão. O objetivo maior dos sistemas de decisão é ajudar o decisor no uso e manipulação de dados e aplicação de heurísticas (conjunto de regras e métodos que visam à descoberta, à invenção ou à resolução de problemas).

O Sistema de Apoio a Decisão utiliza um mecanismo de geração de cenários, onde variáveis de entradas fornecidas pelo usuário geram simulações da realidade. Os cenários são gerados tanto para problemas estruturas quanto para não-

estruturados. Uma vez que seu objetivo é dar suporte ao decisor, o sistema de decisão deve ser de fácil utilização, adaptado ao estilo cognitivo do usuário (Watson e Hugh, 1991). Outra característica importante dos sistemas de decisão é a sua capacidade de manipular pequenos ou grandes volumes de dados de diferentes fontes (internas ou externas) (Stair, 1998).

Para Pereira e Foneca (1997) a solução de algo começa pelo processo que leva a decisão, ou seja, a tomada de decisão. E decidir significa escolher um rumo a seguir frente às várias alternativas existentes, visando um objetivo. Assim, sei que o decisor estiver diante do problema ele deverá buscar a melhor sol possível. Para tanto, é imprescindível identificar o problema de maneira precisa.

2.7 Mapeando Fragilidades do Ambiente Natural

O mapa de fragilidade ambiental constitui uma das principais ferramentas utilizadas na elaboração de planos de gestão territorial. O mapeamento da fragilidade ambiental permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições.

Os diferentes padrões de fragilidade são representados por meio da relação entre Unidades de Instabilidade Potencial (UIP) e Unidades Instabilidade Emergente (UIE). As UIP compreendem a relação de valores obtida a partir dos planos de informação declividade, malha hídrica — padrões geomorfológicos —, clima [precipitação erosiva], solos [erodibilidade – valor de K]. e as UIE surgem a partir do reconhecimento dos valores de uso da terra [tipos de usos predominantes] e/ou de cobertura vegetal — valor de densidade de cobertura atribuído às diferentes formações vegetais, por categoria.

De acordo com Ross (1990) o planejamento não pode ser formulado a partir de uma leitura estática do ambiente, mas inserida no entendimento do processo de ocupação que norteia o desenvolvimento e a apropriação do território e de seus recursos. Para Paredes (1994) os trabalhos de planejamento e gerenciamento dos recursos naturais requerem muitos tipos de dados: as situações de relevo, a qualidade dos solos, a cobertura vegetal, a disponibilidade de água, o uso que se dá ao solo, etc., e para cada problema um cenário deve ser desenvolvido com o

propósito de identificar os tipos de dados quantitativos; eles são necessários para produzir a informação quantitativa para o planejamento e a tomada de decisão.

A tecnologia SIG (Sistemas de Informação Geográfica) tem sido usada por vários setores que tratam da questão ambiental como importante ferramenta para o planejamento ambiental, pois a avaliação integrada de um grande número de variáveis se torna possível e simplificada com o uso deste sistema; permite a rápida geração de informações intermediárias e finais, além da inclusão de variáveis anteriormente não pensadas, visto que possibilita novas interações a qualquer momento. Pivello *et al.* (1998) geraram uma base de dados digital para a Reserva do Cerrado Pé-de-Gigante, SP que, através do cruzamento de informações de topografia, declividade, orientação de vertentes, geomorfologia e vegetação, conferiu níveis de fragilidade ambiental à área. Esta base de dados vem subsidiando diversos outros estudos na área e ainda permitirá a elaboração de um plano de manejo para a Reserva.

De acordo com Eastman (1998), apesar dos sistemas de apoio à decisão serem uma das mais importantes funções de um SIG, existe em número relativamente pequeno as ferramentas desenhadas para este fim, na maior parte dos softwares de SIG, tais como Erdas, Spring, ArcGIS.

Os sistemas naturais, face às intervenções humanas, apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características “genéticas”. Qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos) acarreta o comprometimento da funcionalidade do sistema — de sua função e funcionamento. Estas variáveis tratadas de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais.

Os estudos relativos às fragilidades dos ambientes são de extrema importância ao Planejamento Ambiental. A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território (Spörl e Ross, 2004).

De acordo com Meirelles (1997), os modelos mais utilizados nos ambientes SIG para a combinação de mapas são os operadores Booleanos (mais simples e mais conhecidos), a sobreposição por índice ou média ponderada (utilizados quando

os mapas devem ser analisados juntos, através de uma combinação com pesos aos temas e notas às classes, segundo o julgamento de sua influência no fenômeno modelado) e a *lógica Fuzzy* (através da aplicação de uma função de pertinência). Todos esses métodos são baseados em modelos empíricos subjetivos sendo, as regras; pesos e notas ou valores das funções de *pertinência Fuzzy*, atribuídos de forma subjetiva, utilizando-se o conhecimento do processo envolvido para estimar a importância relativa dos mapas de entrada. Os métodos de combinação ponderada e da *lógica Fuzzy*, por manipularem dados mais precisos (classificados em intervalos contínuos: do valor mais favorável ao menos favorável), tornam-se bem mais eficientes que o método convencional de cruzamento Booleano (classificado de forma rígida: favorável ou não favorável), o qual manipula informações que já trazem, por si só, os vícios e imprecisões características da lógica Booleana. No entanto, nada impede que outros modelos de análise não possam ser propostos e/ou implementados.

3 Material e Métodos

3.1 Desenvolvimento do Sistema Sistema de Apoio à Decisão

A transformação do espaço territorial que ora se verifica no sul do estado, com a presença dos maciços florestais, compreende uma ordem de perdas da qualidade do sistema que nem sempre são factíveis de observação a curto ou médio prazo, e sem um entendimento claro do relacionamento das grandes variáveis do espaço natural é sempre muito difícil depreender as verdadeiras conseqüências do processo de transformação. De maneira que é preciso desenvolver ferramentas que permitam essa percepção temporal, reunindo e articulando os macro-componentes do sistema. Para tanto, se propõe com esse trabalho a elaboração de uma base de dados, a seleção temas e o ajuste de todos eles em um mesmo sistema de coordenadas (sobreposição de planos de informação), permitindo, por meio da relação de valores (análise espacial supervisionada), o reconhecimento de padrões de fragilidade natural.

O geoprocessamento e suas ferramentas vêm se mostrando extremamente úteis nas avaliações espaciais do território, no estudo de fenômenos em diversas áreas, principalmente em tomadas de decisões. Compreende uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para tratamento de informações geográficas.

O Sistema de Apoio a Decisão será inteiramente desenvolvido no Laboratório de Tecnologia em Informação Ambiental – LabTec i.a., na Universidade Católica de Pelotas. Tais sistemas permitem a conjugação de ferramentas e modelos de dados, onde os usuários poderão consultar ou navegar pelas informações integradas ao banco de dados — mapas georeferenciados, textos, fotografias, imagens de satélite. Bem como o cruzamento entre as informações armazenadas em camadas temáticas de interesse do usuário, gerando, dessa forma, novos planos de informação ou mapas personalizados.

As informações ambientais utilizadas no desenvolvimento do sistema são provenientes de diversas origens: IBGE RADAMBRASIL (Figura 2) atualização cartográfica 2003 - Folhas SH-21-ZD, SH-22-YZ-C, SH-22-YC, SI-22-VB e SI-22-VA (IBGE, 2003); MMA/PROBIO (2004); SEMA/FEPAM (2007), e todos temas explorados foram tomados ou ajustados a escala de trabalho 1:250.000.

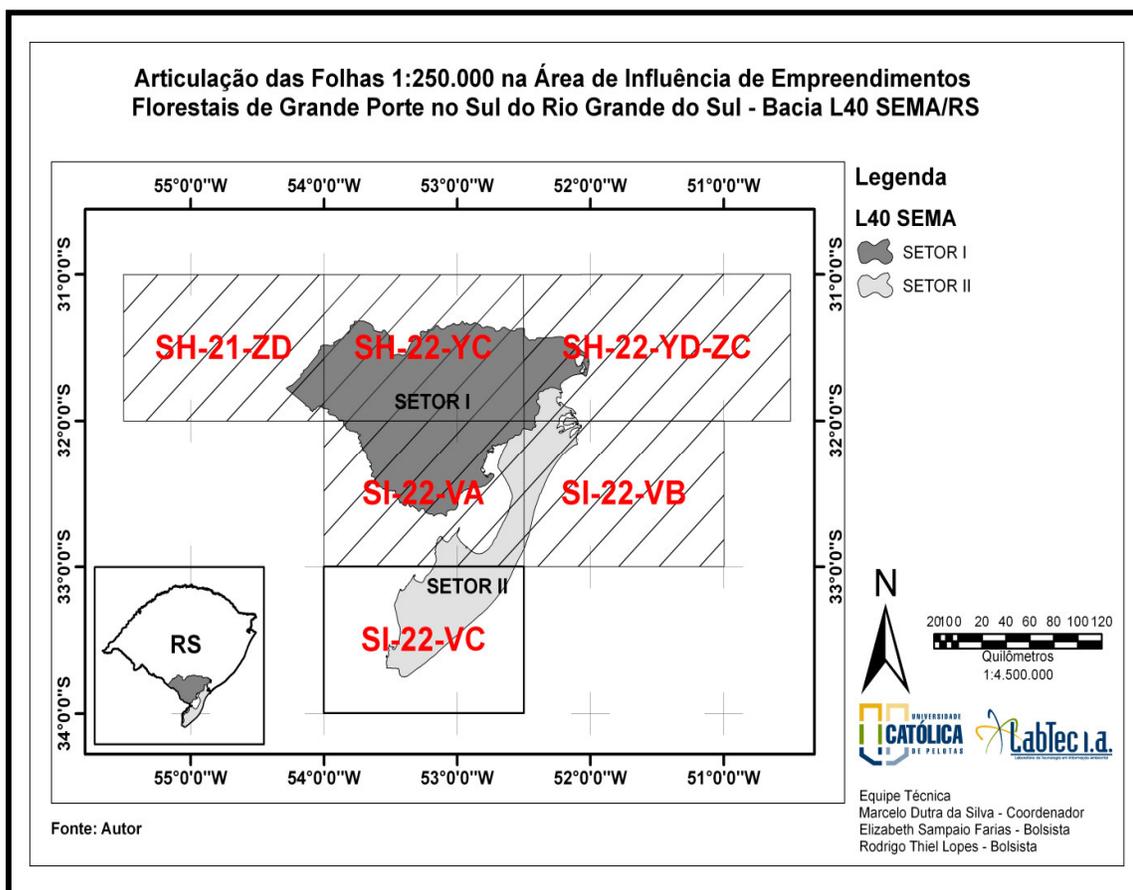


Figura 2 - Distribuição da base cartográfica na área de estudo.
 Fonte: Modificado de SEMA/RS.

3.2 Etapas envolvidas no desenvolvimento do Sistema de Apoio à Decisão

O sistema de apoio a decisão proposto por este trabalho segue uma rotina de etapas e procedimentos que serviram tanto para a sua arquitetura (construção) quanto para a sua operacionalização (análise). Cada nova etapa, cada nova operação é marcada por sua interdependência às etapas anteriores, conforme é mostrado a seguir:

3.2.1 Primeira etapa: *Organização da Base de Dados (dados primários)*

Durante esta etapa foram explorados dados e informações disponíveis em diversas bases de dados — IBGE, IBAMA, SEMA/RS, FEPAM, UCPEL —, que de alguma maneira se relacionam com a área estudada. Foram exploradas tanto informações textuais quanto cartográficas (temas cartográficos), a partir dos quais, por meio de interpretação ou modificação, foram gerados os principais mapas temáticos (planos de informação – do ambiente físico e biológico) utilizados neste sistema, subsidiando elementos visuais e atributos numéricos que juntos fazem parte do corpo de análise do sistema.

3.3 Estudo do Ambiente Físico

3.3.1 Plano de informação Geomorfologia

Para a elaboração deste plano temático foram reunidas e editadas as folhas cartográficas do IBGE, 2003 - Geomorfologia - Articulação SH-21-ZD, SH-22-YZ-C, SH-22-YC, SI-22-VB e SI-22-VA, das quais foram extraídos os temas: modelado de dissecação; modelado de acumulação; modelado de aplainamento e seus respectivos atributos — de predisposição às perdas por erosão — **muito fraca [1], fraca [2], média [3], forte [4] e muito forte [5]**. Valores que associados ao Índice de Fragilidade Ambiental são potencializados pelo somatório da precipitação erosiva [clima] e erodibilidade do solo [solo], e atenuados pela densidade de cobertura vegetal [vegetação] (Figura 3).

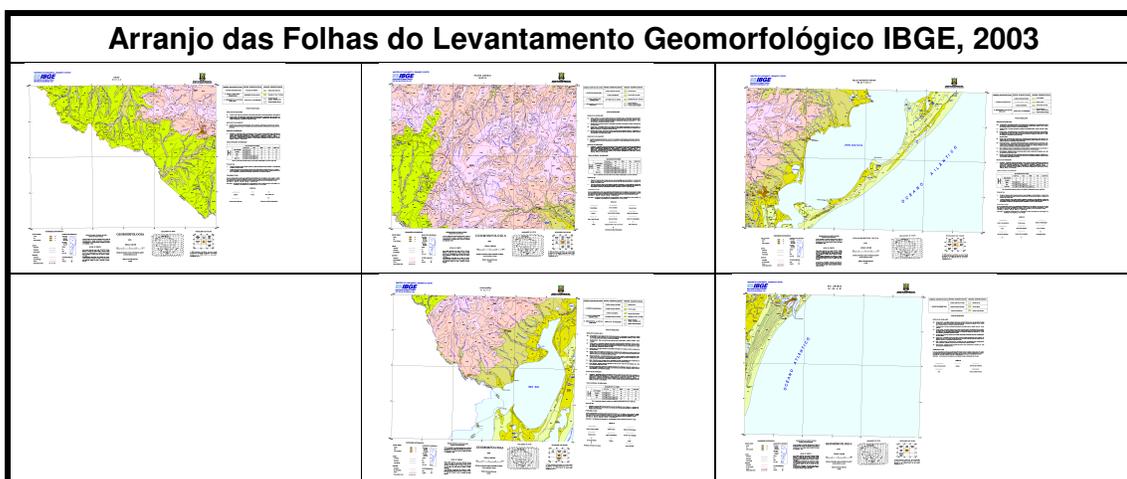


Figura 3 - Arranjo das folhas IBGE, 2003, levantamento Geomorfológico, correspondente ao Setor I da Bacia L40 SEMA/RS.
Fonte: IBGE, 2003.

3.3.2 Plano de Informação Clima

As informações climatológicas de temperatura e precipitação a cerca dos valores médios foram extraídos da nova classificação climática do estado do Rio Grande do Sul de Maluf (2000), construída a partir dos dados climáticos de 41 estações meteorológicas de 1ª classe pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia - M.A.A., a qual levou em consideração a relação entre os elementos temperatura média anual e do mês mais frio, balanço hídrico anual e indicação dos meses com deficiência hídrica, da cada uma das estações analisadas.

3.3.3 Linhas Isoerodentes de Precipitação Erosiva

Os valores de precipitação erosiva foram extraídos do trabalho El Niño, La Niña e a Erosividade das Chuvas da Metade Sul do Rio Grande do Sul de Santos (2004), que buscou identificar a distribuição espacial dos momentos de precipitação com potencial erosivo ou capaz de promover danos ao solo, o qual levou em consideração o regime de precipitação nos momentos de El Niño, La Niña e Ano Neutro.

3.3.4 Plano de Informação Rede Hídrica

A distribuição da malha hídrica foi obtida do banco de dados da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS, Biblioteca Digital – Arquivos digitais para uso em SIG.

3.3.5 Plano de Informação Solos

Para a elaboração deste plano temático foram reunidas e editadas as folhas cartográficas do IBGE, 2003 - Solos - Articulação SH-21-ZD, SH-22-YZ-C, SH-22-YC, SI-22-VB e SI-22-VA, das quais foram extraídos os temas: unidade exploratória de mapeamento de solos (classes de solo) e o perfil descritivo de cada uma das classes (descrição morfológica). A fórmula empregada para o cálculo de K é uma adaptação de Lombardi Neto e Bertoni (1990), no intento de proporcionar ao usuário do sistema

o acesso matemático mais facilitado e compreensivo da erodibilidade do solo, resultante da interação entre suas características físicas, químicas, mineralógicas e biológicas. Para o cálculo de K foram utilizados os valores de [areia grossa, areia fina, silte, argila dispersa, argila total e umidade equivalente] para o cálculo de erodibilidade do solo (valor de K).

A erodibilidade do solo, de ampla aplicação em sistemas de apoio a decisão, reflete a perda diferencial que os solos apresentam quando os demais fatores que influenciam a erosão permanecem constantes, sendo influenciada principalmente por aquelas características que afetam a capacidade de infiltração e permeabilidade do solo e sua capacidade de resistir ao desprendimento e transporte de partículas pela chuva e enxurrada, neste trabalho classificada como — **muito fraca [1], fraca [2], média [3], forte [4] e muito forte [5]**.

Esses valores associados ao Índice de Fragilidade Ambiental, desempenham a função de potencializar mais ou menos o status de predisposição à erosão dos modelados geomorfológicos do terreno (Figura 4).

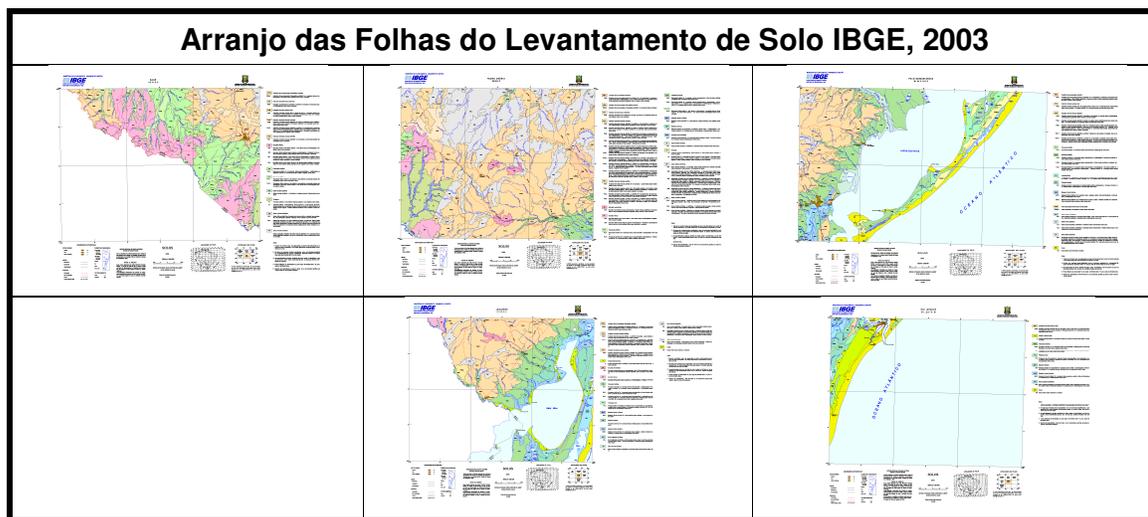


Figura 4 - Arranjo das folhas IBGE, 2003, levantamento dos Solos, correspondente ao Setor I da Bacia L40 SEMA/RS.
Fonte: IBGE, 2003.

3.4 Estudo do Ambiente Biológico

3.4.1 Plano de Informação Vegetação

Para a elaboração deste plano temático foram reunidas e editadas as folhas cartográficas do IBGE, 2003 - Vegetação - Articulação SH-21-ZD, SH-22-YZ-C, SH-

22-YC, SI-22-VB e SI-22-VA, das quais foram extraídos os temas: vegetação litorânea; vegetação campestre; vegetação florestal e seus respectivos atributos de densidade de cobertura — expressos pelas características da vegetação, composição e homogeneidade — **muito fraca [1], fraca [2], média [3], forte [4] e muito forte [5]**.

Valores que associados ao Índice de Fragilidade Ambiental atenua mais ou menos o poder erosivo das demais variáveis: predisposição à erosão dos modelados [geomorfologia], precipitação erosiva [clima] e erodibilidade do solo [solo] (Figura 5).

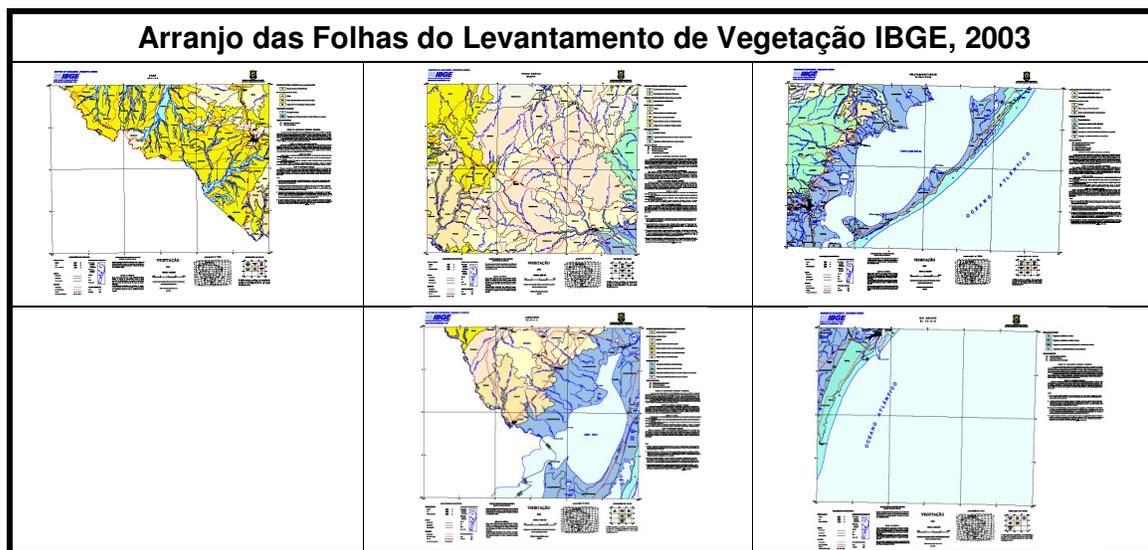


Figura 5 - Arranjo das folhas IBGE, 2003, levantamento da Cobertura Vegetal, correspondente ao Setor I da Bacia L40 SEMA/RS.
Fonte: IBGE, 2003

3.4.2 Plano de Informação Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade

As informações para este plano foram extraídas do mapa original de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade no Rio Grande do Sul – MMA (2004) (Figura 6).

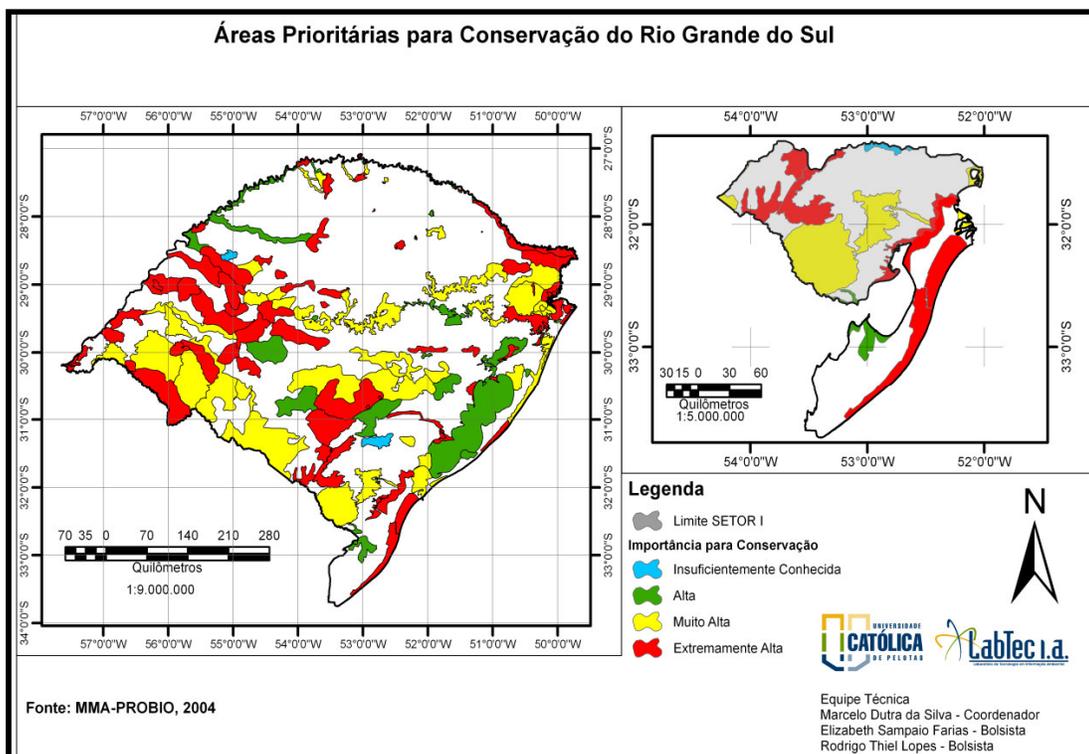


Figura 6 - Áreas Prioritárias para a Conservação no Rio Grande do Sul e no destaque para o Setor I da Bacia L40 SEMA/RS, levantamento MMA – PROBIO, 2004.
 Fonte: IBGE, 2003.

3.4.3 Segunda etapa: *Sistema de Apoio à Decisão*

Esta etapa do trabalho compreende uma série de passos, distribuídos em momentos distintos. Para o Sistema de Informação uma série de passos estão compreendidos no Georreferenciamento e outros na elaboração do Banco de dados. No outro momento, na Análise Espacial Supervisionada *Overlay* e cálculo do Índice e Fragilidade Ambiental – Ifa uma série de outros passos são necessários e a aplicação de uma equação plataforma para o calculo de Ifa.

3.5 Sistema de Informações Geográficas - SIG

Sistemas de Informação compreendem a relação de diferentes unidades temáticas, todas essas reunidas em uma única base. Para que sistemas assim possam ser confeccionados é preciso perseguir uma série de procedimentos, como:

- a) Georreferenciamento;
- b) Construção da base de dados;

- c) Edição dos vetores;
- d) Atribuição dos valores aos temas;
- e) Elaboração do grid;
- f) Extração dos valores;
- g) Construção do IFA – Análise Espacial Supervisionada.

3.6 Análise Espacial Supervisionada - Índice de Fragilidade Ambiental

O mapeamento da fragilidade ambiental exige a execução de inúmeros produtos intermediários que auxiliam na análise do produto final. Ao avaliar a fragilidade dos ambientes naturais devem ser considerados a organização, a estrutura, o funcionamento e as mudanças as quais os ecossistemas e/ paisagens estão sujeitos, que se processam por meio de relações dinâmicas, freqüentemente alteradas por intervenções humanas. E para que este conhecimento fosse gerado foi preciso relacionar, em um único plano de coordenadas, variáveis temáticas, por exemplo: do Ambiente Físico — relevo, clima, drenagem, solos —, e do Ambiente Biológico — cobertura vegetal e distribuição das espécies da fauna potencialmente ameaçadas de extinção.

Neste trabalho, o valor de fragilidade ambiental foi estimado por meio de um processo analítico hierárquico, onde os diferentes fatores (temas ou variáveis) são analisados e comparados entre si através de um critério de importância relativa, conforme uma escala de valores pré-definida (de mínima relevância a máxima relevância).

Para tanto, cada parâmetro ou unidade temática — GEOMORFOLÓGICA - predisposição a erosão dos modelados; CLIMÁTICA - precipitação erosiva; EDÁFICA – erodibilidade do solo (K); VEGETAÇÃO – qualidade da cobertura vegetal; BIODIVERSIDADE — qualidade da cobertura vegetal — recebeu um valor de importância relativa, conforme suas características, indicando o peso da variável na análise dos temas: **muito fraca [1], fraca [2], média [3], forte [4], muito forte [5]**.

Cada valor em particular representa a potencia de relação entre cada um dos temas estudados, permitindo a sua visualização gráfica. Os valores foram reunidos em uma única matriz ou plano de coordenadas e lidas pela ferramenta *overlay* do Software ArcGIS 9.2.

A interação entre os valores dos temas foi realizada a partir de um grid de coordenadas controle, permitindo a leitura pontual (heterogeneidade topológica) das situações estudadas. No plano de coordenadas cada secção compreende uma linha de dados **[L]** e cada posição da linha compreende uma coordenada de trabalho, na coluna de dados **[C]**, marcadas a cada três mitutos de posição, correspondentes ao eixo comum de informações georreferenciadas.

A leitura individual dos pontos de coordenada, resultado da sobreposição dos diferentes temas será conduzida ao plano de equação (equações 1 e 2) para o cálculo do Índice de Fragilidade Ambiental - Ifa, os quais foram transformados para o espaço de referencia **[0 ... 1]**, ou seja, de **0 a 100%**, aplicados na fórmula, permitindo a indefinição de fronteiras ou limiares entre as diferentes classes de fragilidade nos ambientes estudados.

A equação empregada no modelo obedece a uma lógica de construção, onde diferentes temas ou variáveis ambientais se relacionam, compreendendo, cada uma delas, uma parte significativa do sistema. Este modelo foi construído a luz das perdas por erosão, comprometimento da qualidade dos recursos e importância de garantir a manutenção de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, de maneira que cada tema selecionado traz, em consideração ao seu papel ecológico, o peso de sua participação na ordem natural.

Assim, os modelados são considerados em primeira instância, pois, as formas dos terrenos (diferentes posições de relevo) resultam em situações de maior ou menos estabilidade, modelados com elevada predisposição a erosão podem manifestar perdas de solo relevantes. Quando sistemas mais dobrados ou menos instáveis são expostos a chuvas de elevado valor erosivo, ou seja, com poder de promover erosão, o valor de perda pode ser ainda maior e esta é a razão de se empregar a chuva erosiva.

Da mesma forma, modelados de relevo com elevada predisposição à erosão, associado a solos com média a alta erodibilidade podem reproduzir perda ainda maiores, razão pela qual também é empregado no calculo os valores de K. Ambos os valores, de chuva erosiva e erodibilidade, são empregados como multiplicadores pelo entendimento que essas variáveis potencializam mais ou menos os valores de predisposição a erosão dos modelados.

No outro extremo, dividindo valores de potencia física, são empregados valores de potencia biológica, no entendimento que o tipo de cobertura vegetal

dominante exerce um papel fundamental da atenuação das perdas, tendo como princípio que áreas florestais ou associadas a florestas executam melhor proteção ao solo do que áreas de cobertura campestre e de formação pioneira. Por último, na intenção de valorizar as áreas com prioridade na conservação da biodiversidade, esse tema foi considerado como um divisor da cobertura vegetal, o que leva uma consideração moderna e diferenciada desta ferramenta, mesmo que planos de reconhecimento de áreas prioritárias à conservação sejam, neste caso, elaborados e disponibilizados por uma decisão de governo, independente do seu mérito técnico.

Com base nos valores gerados no *grid*, serão interpretadas as zonas de maior e menor fragilidade e ambiental, valores que quando conduzidos a análise possibilitaram identificar a posição e a concentração de intervalos críticos, expressos por áreas/zonas relevantes ao interesse ecológico ou prioritárias às ações e/ou políticas conservacionistas.

Equação 1.

$$I_{fa} = \frac{\left(\frac{P_{em} \cdot (P_e + K)}{Q_{cv}/A_{pc}} \right)}{250} \quad , \text{ onde:}$$

I_{fa} = Índice de Fragilidade Ambiental;

P_{em} = Predisposição à Erosão dos Modelados;

P_e = Precipitação Erosiva;

K = Erodibilidade do Solo;

Q_{cv} = Qualidade de Cobertura da Vegetação (densidade visual da formação vegetal);

A_{ic} = Áreas prioritárias para a conservação - MMA.

E para o cálculo de K é utilizada a equação seguinte:

Equação 2.

$$K = \frac{(\% \text{ areia fina} + \% \text{ silte} + \% \text{ argila dispersa}) / (\% \text{ areia} + \% \text{ silte} + \% \text{ argila total})}{\% \text{ argila total} / \text{umidade equivalente}}$$

4 Resultados e Discussão

Os resultados, que permitem melhor caracterizar e analisar a área de estudo, são vistos, num primeiro momento, no contexto físico do Estado, em especial geologia, geomorfologia, drenagem e clima e, subseqüentemente, no âmbito da região considerada neste trabalho – SETOR I da Bacia L40 – SEMA/RS. Onde tal abordagem é justificada no fato do Rio Grande do Sul — um espaço territorial relativamente pequeno (de 281.734 km²) —, apresentar enormes diferenças ambientais e heterogeneidades, o que obviamente reflete nas características e propriedades particulares de cada um de seus setores (ecossistemas), ou seja, se o estudo fosse aplicado a outras porções do Estado (norte, oeste ou leste) os resultados seriam outros, porém as técnicas e as estratégias aplicáveis poderiam ser exatamente as mesmas.

A partir de tais pressupostos, procurou-se obter dados e informações pertinentes ao problema considerado, na expectativa que esses dados e informações, quando vistos dentro de uma maneira integrada, possam imprimir argumentos válidos para explicar as causas de tantas diferenças nos ambientes ocupados, bem como dar suporte às discussões político-administrativas, onde tais diferenças assumem a posição de ferramentas de gestão, orientando o estabelecimento de novos empreendimentos ou mesmo a expansão dos empreendimentos já presentes.

Para tanto, foram reunidos aqui, um elenco básico de informações que, de certa maneira, expressam as principais características dos sistemas nos terrenos estudados, tanto do ponto de vista físico quanto do ponto de vista biológico. Uma seqüência de procedimentos que podem ser reunidos em, pelo menos, duas etapas, a primeira compreendendo a construção de um banco de dados geográfico, onde estão descritas as principais características do ambiente físico e biológico, e a segunda compreendendo a análise espacial das informações a partir de um sistema de apoio à decisão, que a partir do modelo de simulação (overlay) reproduziu para o Setor I da Bacia L40 o mapa índice das situações de fragilidade ambiental.

4.1 Banco de Dados Geográfico – Primeira Etapa

4.1.1 O Ambiente Físico

Em termos geológicos, o Rio Grande do Sul compreende três grandes domínios: o Domínio Bacia do Paraná, o Domínio Terrenos Pré-Cambriânicos e o Domínio Cobertura Sedimentar Cenozóica. Esses domínios se diferenciam uns dos outros em função da natureza dos elementos que os constituem e das idades em que se formaram (Kaul, 1990). Assim, o Domínio Geológico Terrenos Pré-Cambriânicos, representa uma grande variedade litológica e uma intrincada complexidade estrutural, resultantes da sobreposição de processos geológicos que ocorreram desde três bilhões de anos antes do presente (A.P.) até cerca 500 milhões de anos A.P. (Kaul, 1990).

Os elementos litológicos estruturais e cronológicos presentes nesse domínio permitem a consideração de três subdivisões: o Cinturão Móvel Dom Feliciano, o Cráton Rio de La Plata e as Coberturas Molassóides Eopaleozóicas, cuja distribuição geral é vista na imagem Domínios Geológicos do Rio Grande do Sul (Figura 7).

O Cráton Rio de la Plata corresponde à porção ocidental do Escudo, que se estende por sob a cobertura sedimentar gouduânica da bacia do Paraná, ao Uruguai e Argentina (Kaul, 1990). Ao sul, a oeste e a norte, esse está coberto por camadas sedimentares; a leste, limita-se geralmente através de falhas, com coberturas molassóides e vulcanosedimentares, resultantes da erosão de cadeias de montanhas Eupaleozoicas. Os três compartimentos desse domínio geológico formam, em seu conjunto, o chamado Escudo Sul-riograndense, que em termos fisiográficos corresponde ao Planalto Sul-riograndense.

Em termos geomorfológicos, o Rio Grande do Sul acha-se representado por níveis hierárquicos correspondentes a domínios morfoestruturais e regiões geomorfológicas (Figura 8), ambos definidos por Justus *et al.* (1986). No que diz respeito a complexidade litológica destas formações merece destaque a região geomorfológica Escudo Sul-riograndense, um complexo de diferentes materiais que variam do cristalino ao sedimentar (Figura 9). Particularmente, sobre estes terrenos, encontra-se assentada a maior parte da área de influência dos empreendimentos florestais de grande porte no sul do Rio Grande do Sul.

As principais configurações do relevo do Rio Grande do Sul podem ser observadas em modelos tridimensionais, onde há um nítido destaque para o contraste existente entre as porções norte e sul do Estado, em parte determinado pela escarpa dos planaltos vulcânicos (Planaltos das Araucárias, das Missões e da Campanha). E no seu conjunto, os tipos de relevo encontrados na superfície do Estado constituem diferentes modelados: de Acumulação, de Aplainamento e de Dissecação, resultantes dos processos erosivos – deposicionais envolvidos (Justus *et al.*, 1986).

A partir da interpretação de mapas geomorfológicos reconhece-se o relevo um recurso natural, e que, como tal, deve ser identificado e hierarquizado em áreas com características similares, traduzidas em categorias geomorfológicas (padrões físicos). Situações nas quais predominam determinados sistemas, num complexo relacionamento entre o ambiente físico e biológico. Tais situações de relevo pressupõem que as formas da paisagem participam de um sistema complexo cujos componentes — rocha, solo, vegetação, água e o homem — se inter-relacionam.

Tais fatores devem ser considerados na avaliação do comportamento dos terrenos quanto as suas potencialidades e limitações à ocupação humana, seja lá qual for a atividade e/ou empreendimento. Situação interessante pode ser observada no bloco diagrama da figura 10, onde é possível destacar o contexto geral das formas de relevo que predominam na superfície do Estado. Nesta figura, é fácil perceber o predomínio de faces mais dissecadas ao norte, no Planalto Basáltico, e um relevo também dobrado, mas não tão dissecado ao sul, no Escudo Sul-riograndense. As áreas mais planas ou menos dissecadas predominam nos terrenos sedimentares da Planície Costeira e da Depressão Central Gaúcha.

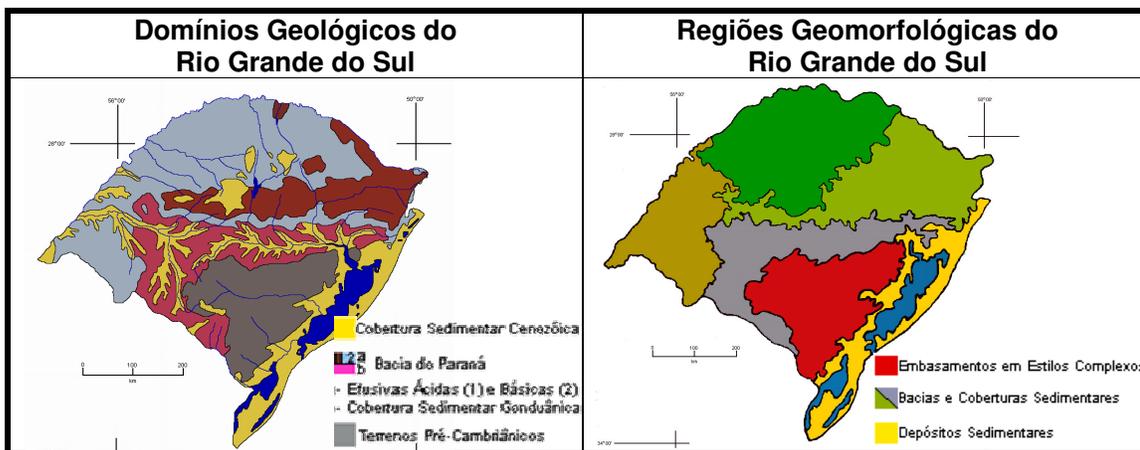


Figura 7 - Domínios Geológicos do R.G.doS.
Fonte: Modificado de IBGE, 1990.

Figura 8 - Regiões Geomorfológicas do R.G.do S.
Fonte: Modificado de IBGE, 1990.

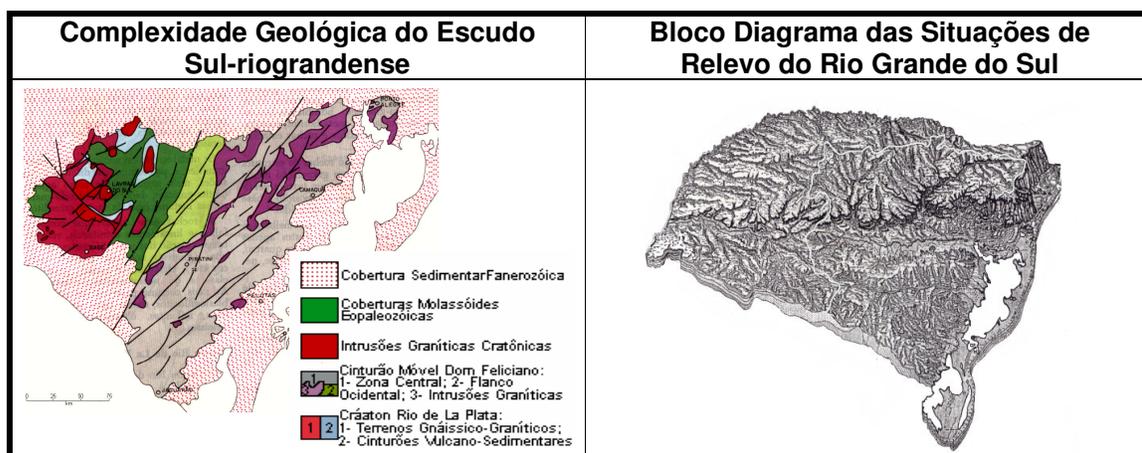


Figura 9 - Unidades do Escudo Sul-riograndense. Figura 10 - Modelo tridimensional.
 Fonte: Modificado de IBGE, 1990. Fonte: Embrapa, 2005.

As interações que atuam na superfície terrestre de uma maneira única, entre as “coisas” vivas e não vivas, podem ser avaliadas desde que sejam conhecidos os fatores que as controlam. Um desses fatores é a composição química e mineralógica do substrato geológico que somado a estruturação geométrica dos corpos rochosos – posição do relevo – constituem a matéria prima para os processos de consumo e modelamento das diferentes paisagens físicas.

No que concerne aos ambientes que ora estão submetidos a grandes pressões por “florestas” plantadas, no sul do Rio Grande do Sul, algumas características físicas, mesmo que observadas por imagens de satélite (Figura, 11), são de fácil destaque, isso porque as imagens mostram com certa evidência terrenos mais rugosos e mais planos, num claro contraste de texturas.

Com o predomínio de determinados padrões estruturais e morfológicos, marcados nas diferentes unidades de trabalho, expressam diferenças ambientais que decorrem, principalmente, do fato de estarem os diferentes setores da Bacia L40 SEMA/RS assentados em diferentes domínios ou organizações geológico-geomorfológicas, que podem variar em termos de sua natureza (rochas ígneas, metamórficas ou sedimentares) e de suas formas (situações de modelados que variam de terrenos muito dobrados e dissecados até extensas planícies). Um padrão significativo que se reproduz mesmo numa porção menor desta bacia, no caso o próprio SETOR I (Figura 12).

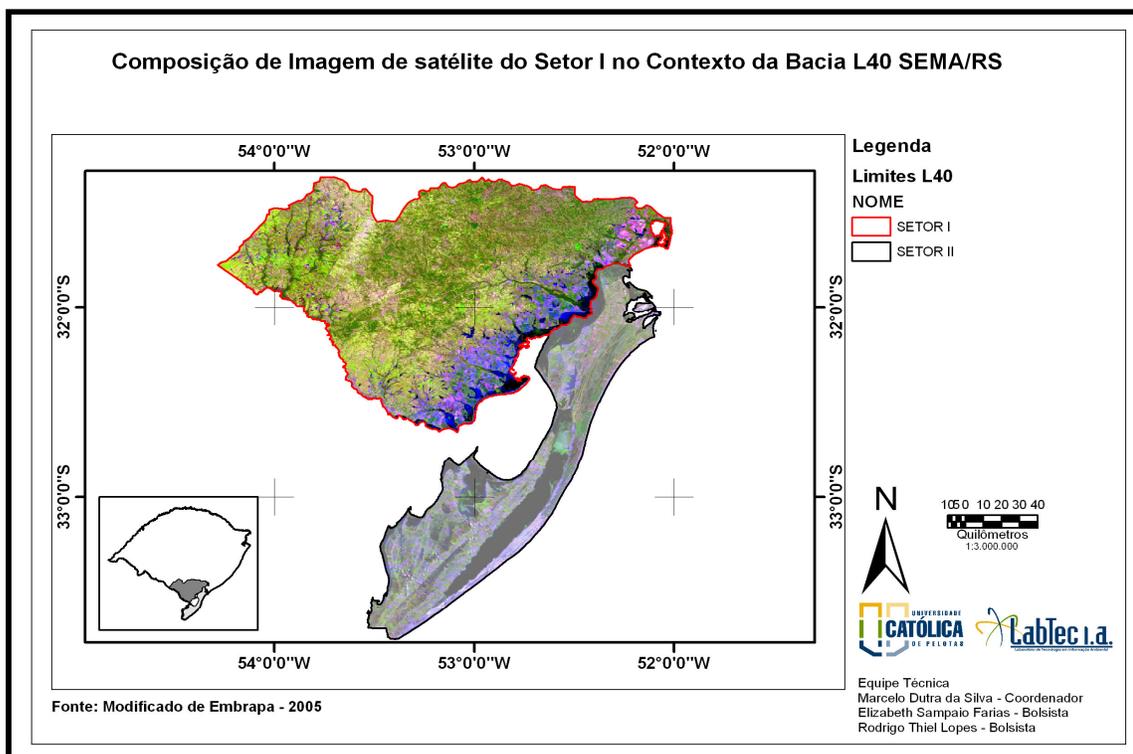


Figura 11 - Imagem de Satélite da área de estudo.
 Fonte: Resultado de pesquisa

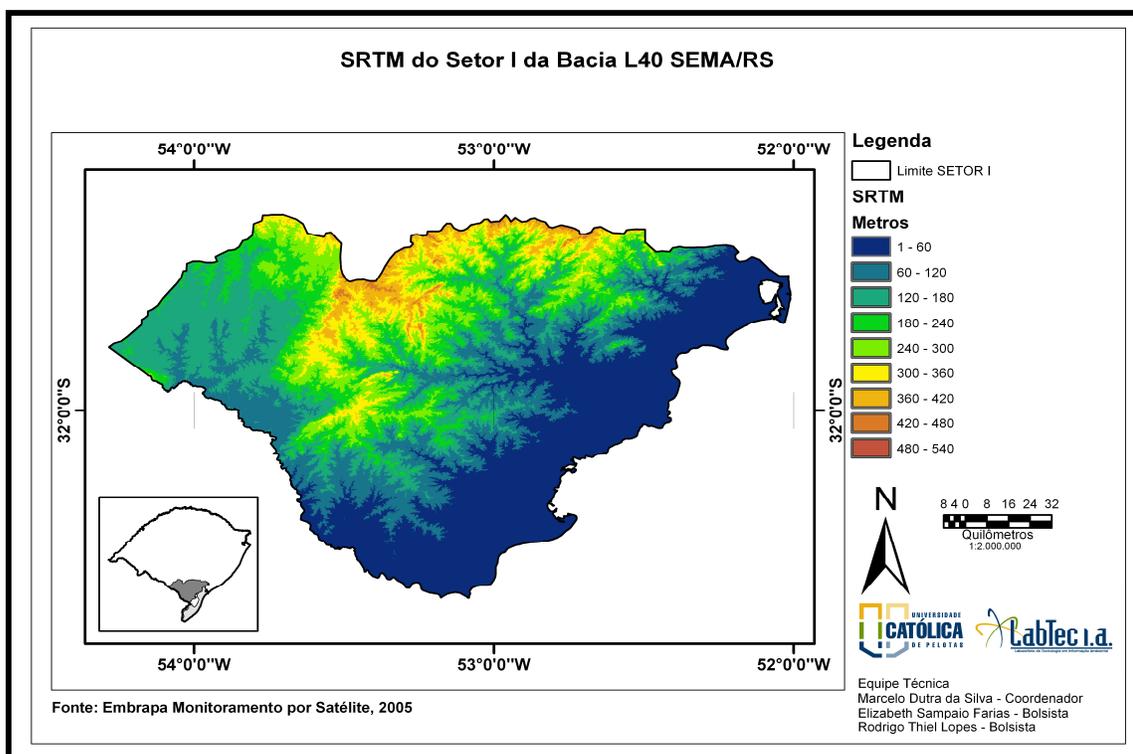


Figura 12 – Modelo de elevação digital do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS – Modelo base da missão da NASA Shuttle Radar Topography Mission – SRTM.
 Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005.

Tais organizações quando vistas numa escala temporal apresentam idades que se estendem desde cerca de 2,5 bilhões de anos antes do presente até o presente. Onde os diferentes substratos representam registros de episódios da história da formação crustal, e das suas mudanças subseqüentes movidas por processos internos, geradores de rochas ígneas e metamórficas, e por processos externos, os quais, através de agentes de intemperismo, erosão, transporte e deposição, modelaram o seu relevo e produziram coberturas com diferentes composições morfológicas e mineralógicas.

As diferentes situações físicas presentes nesta unidade de área, em especial de relevo, permitem uma interpretação mais apurada das condições geomorfológicas quanto a presença de modelados de relevo, tanto de dissecação quanto de acumulação. O entendimento destas estruturas passa a ser fundamental a medida que a compreensão da dinâmica das paisagens só é possível se nela forem identificado os processos de consumo, transporte e deposição, responsáveis pelo desenvolvimento e evolução das formas e, finalmente, pelo modelamento da paisagem (Figura 13).

Na área compreendida por esse estudo podem ser identificados três tipos de modelado, que são classificados conforme seu grau de predisposição à erosão (Justus *et al.*, 1986), sendo eles: Dissecação, Acumulação, e Aplainamento, compreendidos, cada um deles, nas regiões geomorfológicas que lhes dão origem — os Modelados de Dissecação, sobre o Escudo; os Modelados de acumulação sobre os terrenos sedimentares da Depressão Centra Gaúcha e Planície Costeira Sul Brasileira; e, por último, os Modelados de Aplainamento que figuram extensas áreas planas e ocorrem tanto no Escudo quanto nas demais áreas, porém em menor quantidade, mas igualmente importantes na consideração fisiográfica da área em estudo.

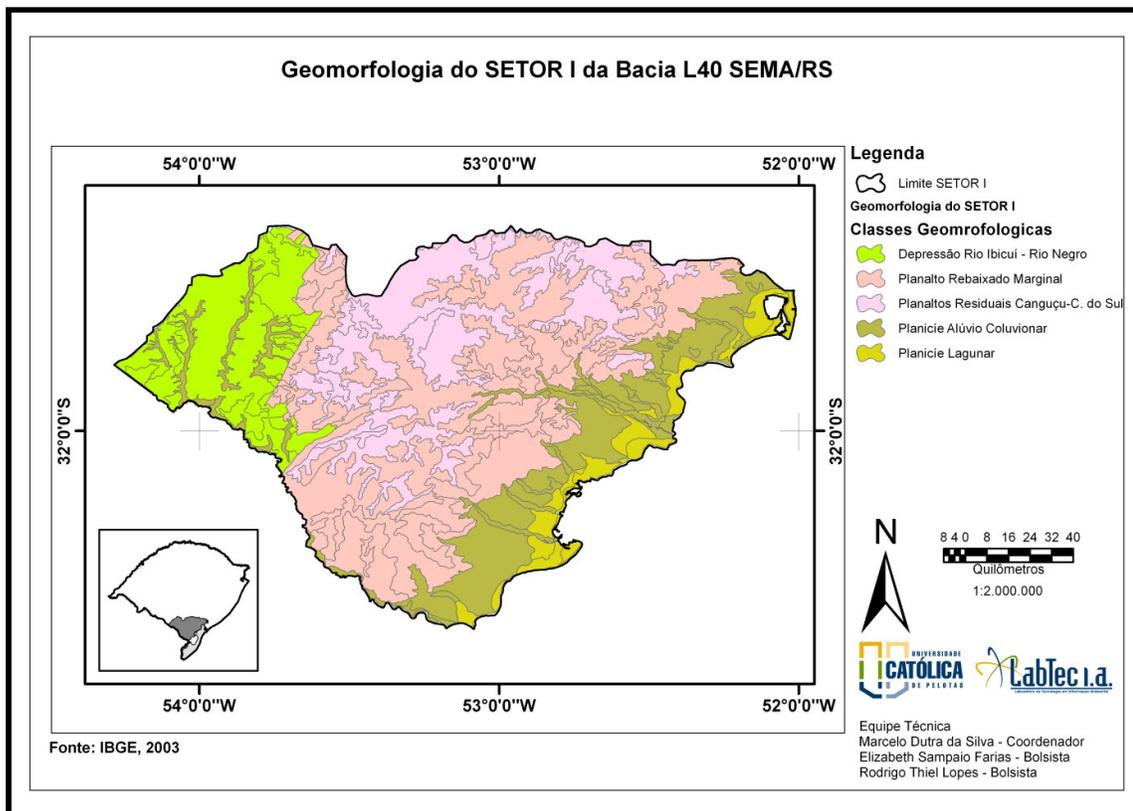


Figura 13 - Mapa geomorfológico do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS
 Fonte: IBGE, 2003

4.1.1.1 Modelados de Dissecação

Os Modelados de Dissecação (**Dc**), mostrados na figura 14, compreendem a classificação quanto ao índice de dissecação. A dissecação fluvial que não obedece a nenhum controle estrutural é definida pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem. A densidade é a relação entre o comprimento total dos canais e a área amostrada, classificada em: muito grosseira (1), grosseira (2), média (3), fina (4) e muito fina (5). E o aprofundamento das incisões é estabelecido pela média das freqüências dos desníveis medidos em perfis transversais aos vales contidos na área amostrada, classificado em: muito fraco (1), fraco (2), médio (3), forte (4) e muito forte (5).

Descrição dos Modelados de Dissecação

Dc - Índice de dissecação

DC 112 - [Predisposição a erosão fraca 2]

- Densidade de drenagem muito grosseira (1);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

DC 212 - [Predisposição a erosão fraca 2]

- Densidade de drenagem grosseira (2);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 213 - [Predisposição a erosão média 3]

- Densidade de drenagem grosseira (2);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 312 - [Predisposição a erosão fraca 2]

- Densidade de drenagem média (3);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 313 - Predisposição a erosão média 3]

- Densidade de drenagem média (3).
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 314 - [Predisposição a erosão forte 4]

- Densidade de drenagem média (3);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 324 - [Predisposição a erosão forte 4]

- Densidade de drenagem média (3);
- Aprofundamento das incisões fraco (2).

Dc 413 - [Predisposição a erosão média 3]

- Densidade de drenagem fina (4);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 414 - [Predisposição a erosão forte 4]

- Densidade de drenagem fina (4);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 415 - [Predisposição a erosão muito forte 5]

- Densidade de drenagem fina (4);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 424 - [Predisposição a erosão forte 4]

- Densidade de drenagem fina (4);
- Aprofundamento das incisões fraco (2).

Dc 425 - [Predisposição a erosão muito forte 5]

- Densidade de drenagem fina (2);
- Aprofundamento das incisões fraco (2).

Dc 515 - [Predisposição a erosão muito forte 5]

- Densidade de drenagem muito fina (5);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 525 - [Predisposição a erosão muito forte 5]

- Densidade de drenagem muito fina (5);
- Aprofundamento das incisões fraco (2).

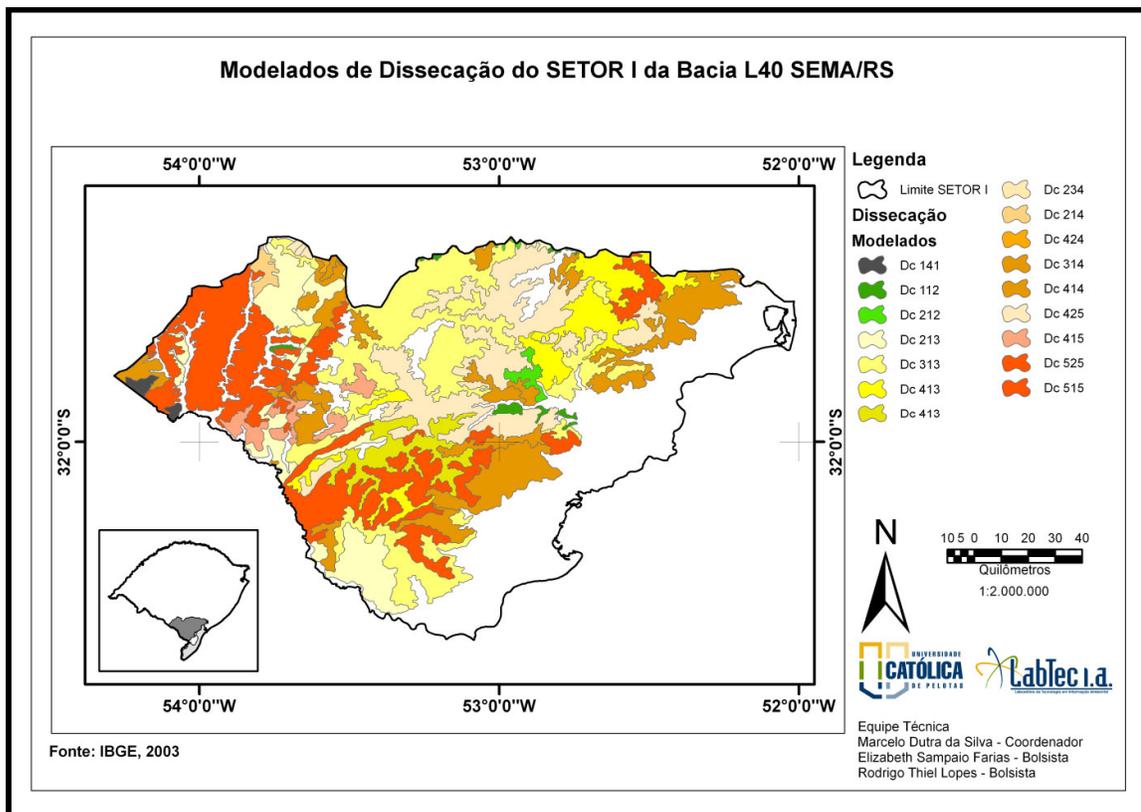


Figura 14 - Distribuição dos Modelados de Dissecação no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS
 Fonte: IBGE, 2003.

Os Modelados de Dissecação (**Dc**), mostrados na figura 14, compreendem a classificação quanto ao índice de dissecação. A dissecação fluvial que não obedece a nenhum controle estrutural é definida pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem. A densidade é a relação entre o comprimento total dos canais e a área amostrada, classificada em: muito grosseira (1), grosseira (2), média (3), fina (4) e muito fina (5). E o aprofundamento das incisões é estabelecido pela média das freqüências dos desníveis medidos em perfis transversais aos vales contidos na área amostrada, classificado em: muito fraco (1), fraco (2), médio (3), forte (4) e muito forte (5).

Descrição dos Modelados de Dissecação

Dc - Índice de dissecação

DC 112 - [Predisposição a erosão fraca 2]

- Densidade de drenagem muito grosseira (1);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

DC 212 - [Predisposição a erosão fraca 2]

- Densidade de drenagem grosseira (2);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 213 - [Predisposição a erosão média 3]

- Densidade de drenagem grosseira (2);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 312 - [Predisposição a erosão fraca 2]

- Densidade de drenagem média (3);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 313 - Predisposição a erosão média 3]

- Densidade de drenagem média (3).
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 314 - [Predisposição a erosão forte 4]

- Densidade de drenagem média (3);

- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 324 - [Predisposição a erosão forte 4]

- Densidade de drenagem média (3);
- Aprofundamento das incisões fraco (2).

Dc 413 - [Predisposição a erosão média 3]

- Densidade de drenagem fina (4);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 414 - [Predisposição a erosão forte 4]

- Densidade de drenagem fina (4);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 415 - [Predisposição a erosão muito forte 5]

- Densidade de drenagem fina (4);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 424 - [Predisposição a erosão forte 4]

- Densidade de drenagem fina (4);
- Aprofundamento das incisões fraco (2).

Dc 425 - [Predisposição a erosão muito forte 5]

- Densidade de drenagem fina (2);
- Aprofundamento das incisões fraco (2).

Dc 515 - [Predisposição a erosão muito forte 5]

- Densidade de drenagem muito fina (5);
- Aprofundamento das incisões muito fraco (1).

Dc 525 - [Predisposição a erosão muito forte 5]

- Densidade de drenagem muito fina (5);
- Aprofundamento das incisões fraco (2).

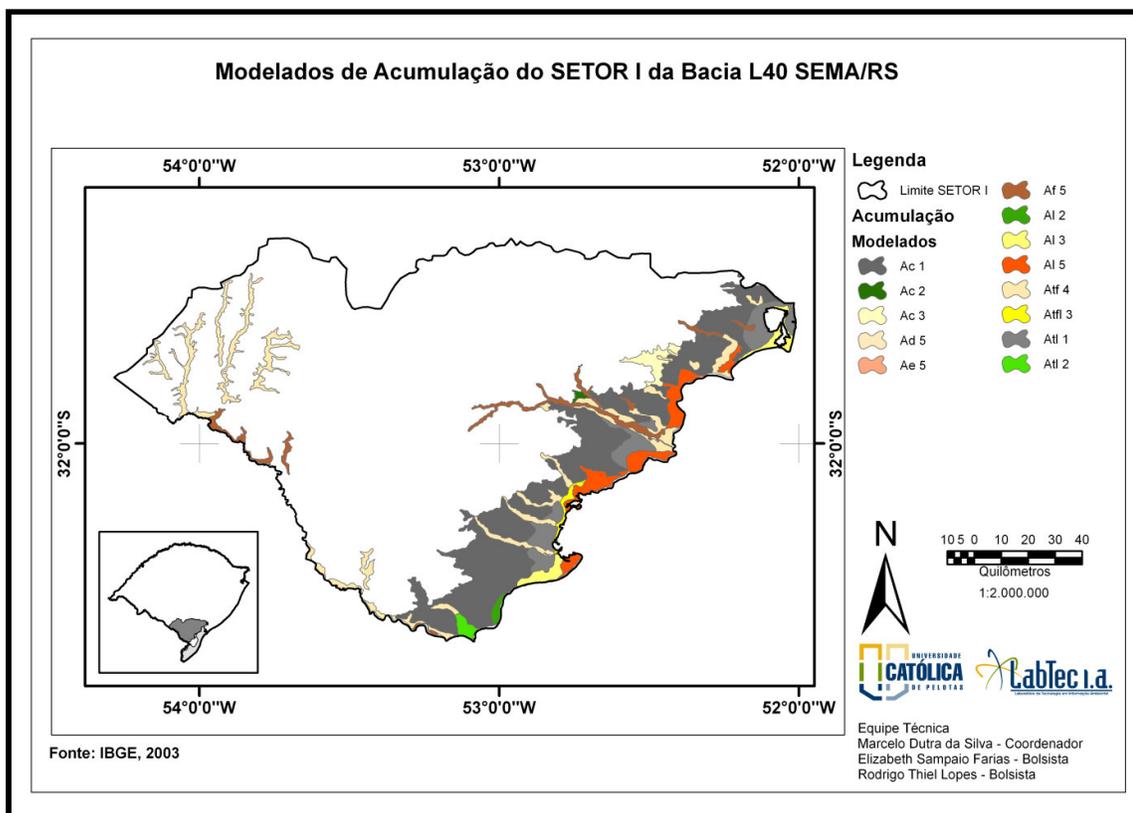


Figura 15 - Distribuição dos Modelados de Acumulação no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS
 Fonte: IBGE,2003.

4.1.1.3 Os Modelados de Aplainamento

Esta categoria se caracteriza por modelados de aplainamento retocados inundados e degradados exumados que ocorrem nas Regiões Geomorfológicas Planalto da Campanha, Planalto das Missões, Planalto das Araucárias Planalto Sulriograndense e Depressão Central Gaúcha. Possuem cobertura coluvial, de alteração, e talvez loéssica, que apresenta espessura, textura e cor variáveis, em diferentes estágios de pedogênese, onde a ocorrência de linhas de pedra, que não raro passam lateralmente a cascalheiras, é comum. A inclinação da superfície é muito fraca (0-2°) a fraca (2-5°) e se encontra incipientemente dissecada.

Esse posicionamento confere maior dificuldade de escoamento às águas pluviais durante as precipitações mais intensas e/ou prolongadas, com possibilidade de ocorrência de alagamentos no nível mais baixo. Em razão desse fato, o lençol freático permanece constantemente elevado, permitindo a predominância de processos de redução que vão conferir aos solos uma coloração acinzentada

passando a avermelhada no nível mais elevado onde, em decorrência da melhor drenagem, e logo, lençol freático mais baixo, os processos de oxidação predominam. Em ambos os casos os processos morfogenéticos estão ligados ao escoamento freático e superficial lento, sob condições naturais, passando a concentrado elementar, quando sob intervenção humana indiscriminada, ocorrendo o aparecimento de sulcos e ravinas.

Sob condições naturais a instabilidade morfodinâmica vigora nas áreas dos lajedos, com a morfogênese predominando sobre a pedogênese. A ausência de uma cobertura vegetal contínua e a ocorrência de Solos Litólicos são indicadores desse predomínio, que vai tendendo para uma situação de transição e estabilidade, quando as unidades edáficas tornam-se mais profundas e recobertas por Estepes, mais ainda quando a cobertura tende a florestal, um equilíbrio rompido quando a intervenção humana ocorre de modo a subtrair a cobertura vegetal original, reduzindo seu poder de interceptação ao impacto da chuva, expondo o solo e elevando as perdas.

Descrição dos Modelados de Aplainamento

Pri – Superfície de Aplainamento Retocada Inumada

Planos Inclinados, uniformizados por coberturas de diversas origens, resultantes de retoques e remanejamentos sucessivos, indicando predominância de processos de erosão areolar.

- Pri 3 = [predisposição a erosão média 3].

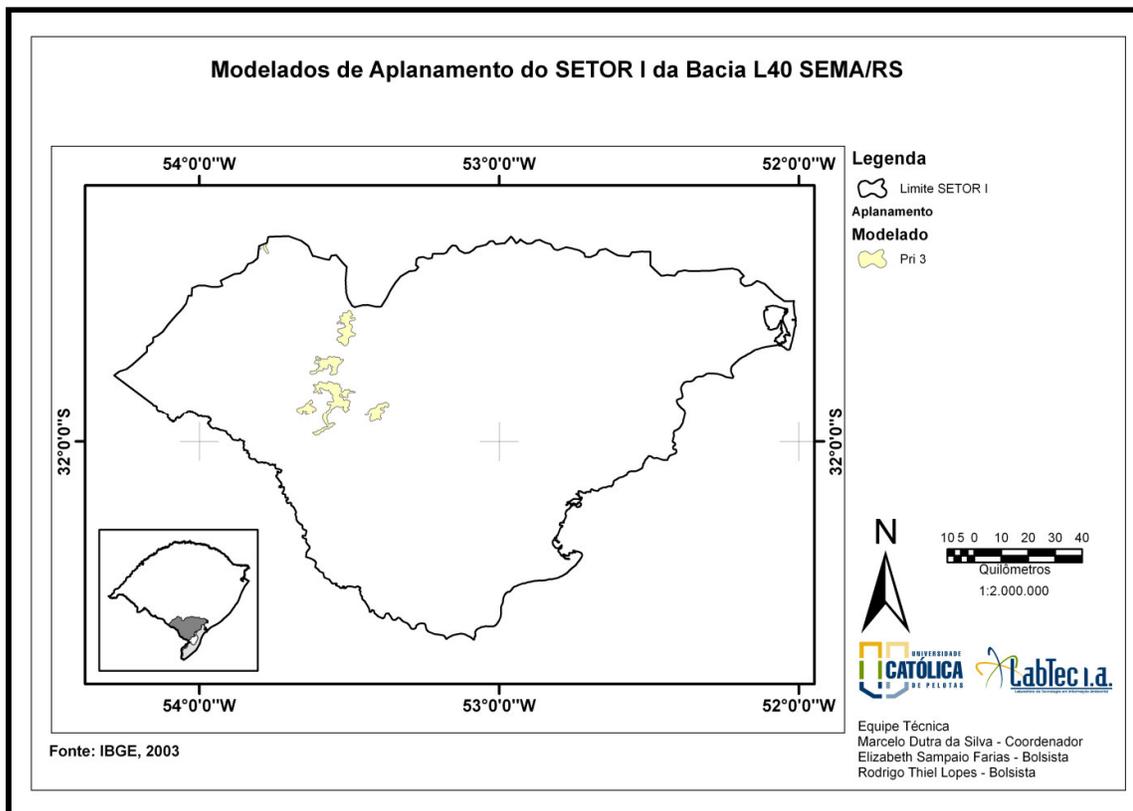


Figura 16 - Distribuição dos Modelados de Aplainamento no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS.
 Fonte: IBGE, 2003.

No que tange ao grau de predisposição à erosão (ou de instabilidade morfodinâmica) o conceito deve ser aplicado a todos os tipos de modelados. Representa os processos morfodinâmicos atuantes e, portanto, requer um tratamento particularizado, exigindo a interação com outros temas.

A predisposição dos modelados aos processos erosivos é definida por cinco classes apresentando os seguintes graus de predisposição: muito fraco (1), fraco (2), médio (3), forte (4) e muito forte (5).

Nos Modelados de Dissecação (D), a predisposição à erosão é apresentada pelo terceiro dígito, onde a concentração da drenagem e profundidade recebem valores que variam de 1 (mínimo de concentração ou mínimo de profundidade da drenagem) e 5 (máximo de concentração e máximo de profundidade da drenagem). Dinâmica que associada a outras variáveis, como por exemplo, às que compõem a conhecida equação de Jenny (1941), onde o solo é função da relação entre o material de origem, posição no relevo, clima, organismo e tempo, os quais dão origem não só as diferentes situações de paisagens físicas (relevo), mas também às diferentes classes de solo que nestas paisagens são reproduzidas e/ou verificadas.

Da conjugação desses fatores — clima, relevo e solo —, com desigualdades manifestas nos mais variados níveis, criam-se condições para o estabelecimento de diferentes tipos e cobertura vegetal, de diferentes composições florísticas, que se associados a fauna compõem a diversidade biológica dos sistemas. Fatores que definem as bases de estudos voltados à caracterização, diagnóstico e planejamento dos usos e conservação dos recursos naturais disponíveis.

4.1.1.4 Drenagem

Os terrenos do Rio Grande do Sul figuram entre duas situações hidrográficas distintas, o sistema Uruguay, que cobre toda a porção oeste e nordeste do Estado e o Sistema Oeste (Patos/Mirim) que cobre a maior parte do Estado (cerca de 70%), compreendendo o maior volume de água, tanto de distribuição (rios e arroios) quanto de concentração (lagos, lagoas e laguna) (Figura 17).

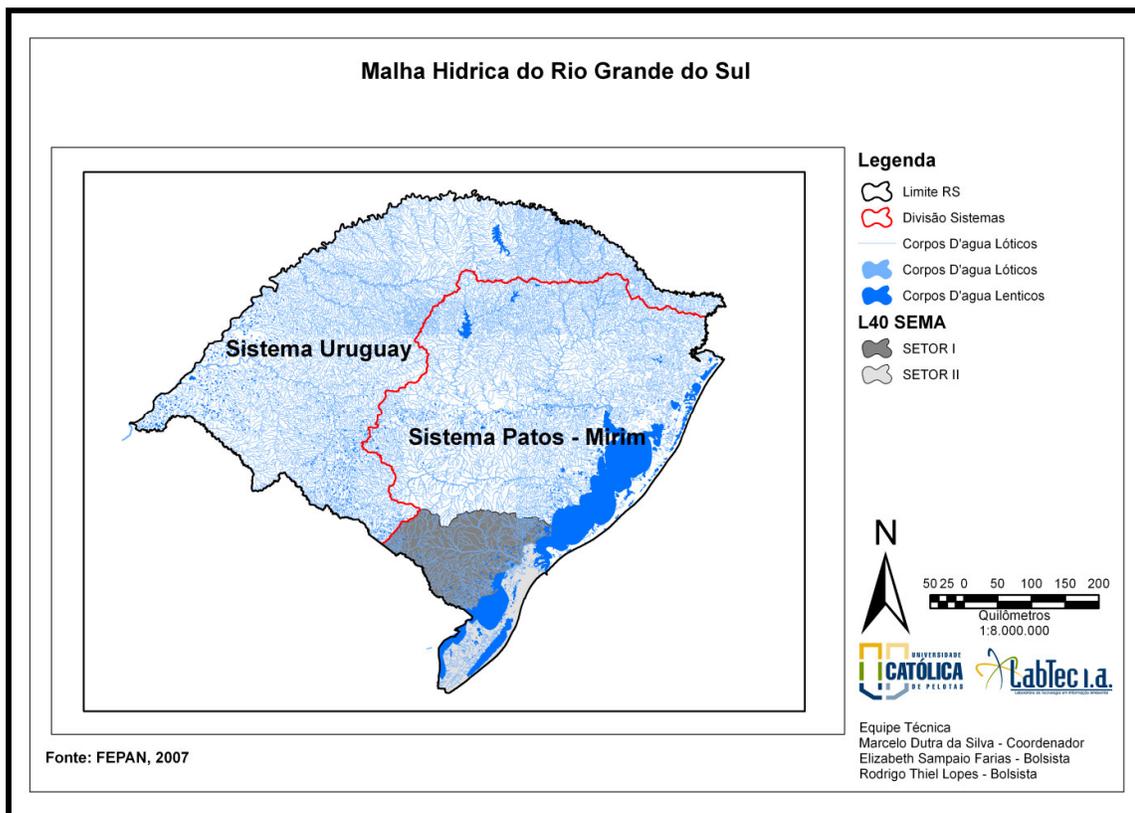


Figura 17 - Distribuição da drenagem no estado do Rio Grande do Sul.
Fonte: FEPAN, 2007.

O Sistema Patos/Mirim compreende uma área de 223.688 km². O sistema todo converge para a Lagoa dos Patos, a qual lança suas águas no Oceano Atlântico pelo canal do Rio Grande.

Como a maior parte dos rios do estado apresentam condições favoráveis de navegabilidade e formam uma rede hidrográfica muito bem localizada no centro do território sul-riograndense, tendo o Guaíba e a Lagoa dos Patos como principal desaguadouros, o que favoreceu a colonização e ainda contribui para o desenvolvimento econômico do Rio Grande do Sul.

Os rios desse sistema podem ser divididos em dos grupos, rios do Norte e rios do Sul os quais, entre os mais importantes destacam-se: o Rio Jacuí, no norte e Jaguarão, Piratini, Camaquã, na porção sul do estado, compreendidos todos estes no denominado Sistema Hidrográfico do Litoral, na Bacia L40 – SEMA/RS, que também contempla o canal São Gonçalo, que liga as Lagoas dos Patos e Mirim, onde atua como sangradouro, ligando as duas grandes lagoas e transformando-as numa espécie de vaso comunicante (Figura 18).

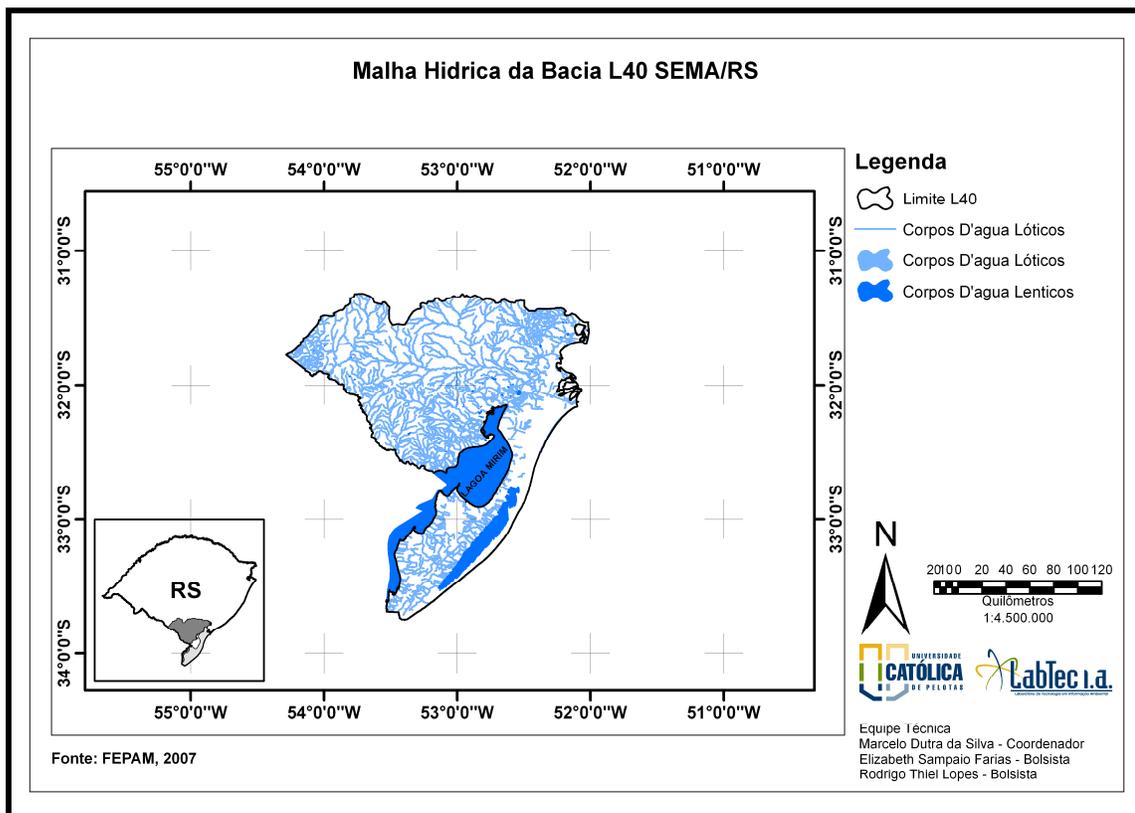


Figura 18 - Distribuição da drenagem na Bacia L40 SEMA/RS.
 Fonte: FEPAN, 2007.

4.1.1.5 Clima

O Rio Grande do Sul apresenta-se praticamente sem diferenciações climáticas. Segundo Nimer (1990), ele inclui-se como um todo em um clima caracteristicamente do tipo temperado. No que concerne ao comportamento térmico, ainda segundo Nimer (1990), o Rio Grande do Sul situa-se na categoria ou domínio climático de Clima Mesotérmico Brando. O mesmo autor atribui tal condição climática à posição do estado em latitudes subtropicais, constantemente sujeitas à invasão de massas frias de origem polar.

A consideração do regime pluviométrico, tanto em termos de quantidade como de distribuição das chuvas ao longo do ano, faz com que Nimer (1990) situe o Rio Grande do Sul no subdomínio climático Superúmido e na variedade climática Sem Seca.

Por outro lado Justus *et al.*, (1986), avaliam o clima — junto com o condicionante cuja natureza é inerente ao relevo e com o condicionante cuja natureza é o solo — também como um condicionante para o estabelecimento de índices relativos à capacidade de uso dos recursos naturais renováveis.

Embora reconhecendo que todos os fatores climáticos influenciam na produção e produtividade das plantas, Justus *et al.*, (1986) ponderam quanto a possibilidade e conveniência de fazer-se uma abstração temporária dos outros componentes, a fim de obterem-se amplitudes de variações climáticas significativas para a obtenção dos índices de capacidade de uso desejado.

Nesse sentido, argumentam os mesmos autores, as classificações climáticas de caráter geral não se aplicam à definição de capacidade de uso. Também o uso do balanço hídrico de Thornthwaite, segundo ainda Justus *et al.*, (1986), não mostra coerência entre o mapeamento de seus resultados com as caracterizações hídricas, nas diversas regiões onde essa abordagem foi aplicada em caráter experimental. Mais recentemente, Maluf (2005) descreveu um novo sistema de classificação climática para o estado do Rio Grande do Sul. Para o autor, considerando-se os valores de temperatura média anual (T_a), verifica-se que o Rio Grande do Sul enquadra-se nas classes Subtropical e Temperado. Entretanto, quando são considerados os valores de temperatura média do mês mais frio (T_f), na qual o clima

Temperado apresenta intervalo de T_f até 15°C , a classe Subtropical no estado deixa de existir, sendo o Rio Grande do Sul classificado apenas como clima Temperado.

É fácil perceber uma íntima relação entre temperatura e precipitação. A precipitação combinada ao manejo inadequado do solo pode reproduzir prejuízos importantes, o mais comum as perdas por erosão. A erosão acelerada é a principal consequência do declínio da sustentabilidade dos solos agricultáveis. Para que seja mantida esta capacidade produtiva em níveis satisfatórios é necessário o conhecimento dos fatores responsáveis pela erosão e como eles condicionam este processo.

A erosividade das chuvas pode ser definida como a capacidade das mesmas em causar erosão. A sua atuação inicia na primeira fase do processo que é a desagregação, ou seja, a destruição dos agregados que compõem a estrutura do solo (SANTOS, 2003). Isso porque o impacto direto das gotas de chuva na superfície descoberta do solo, dada sua energia cinética, é capaz de promover a anulação das forças que mantêm os agregados estáveis. Com a anulação dessas forças os materiais livres do solo passam a estar sujeitos as forças de transporte do escoamento superficial, carreando as partes do solo até os pontos de drenagem mais próximos, comprometendo assim, açudes, arroios, arroios, rios... É evidente que a remoção continuada destes constituintes acaba por trazer ao solo uma série infindável de danos como, por exemplo, a perda da matéria orgânica e nutrientes, a redução da aeração e infiltração da água, a exposição de horizontes inferiores. Uma importante forma de agressão ao sistema natural e de cultivo e criação que continuada pode proporcionar considerável declínio da qualidade do solo, trazendo consigo sérios reflexos econômicos e também sociais.

No Setor I da Bacia L40 SEMA/RS predominam médias térmicas anuais que variam da mínima de $16,5^{\circ}\text{C}$ a máxima de $18,5^{\circ}\text{C}$. Prevaecem nesses terrenos as médias 17°C e $17,5^{\circ}\text{C}$, com temperaturas mais elevadas no litoral e mais baixas ao sul (Figura 19). Combinada a estas faixas de temperatura estão as faixas de precipitação média anual que variam dos 1300 mm aos 1700 mm.

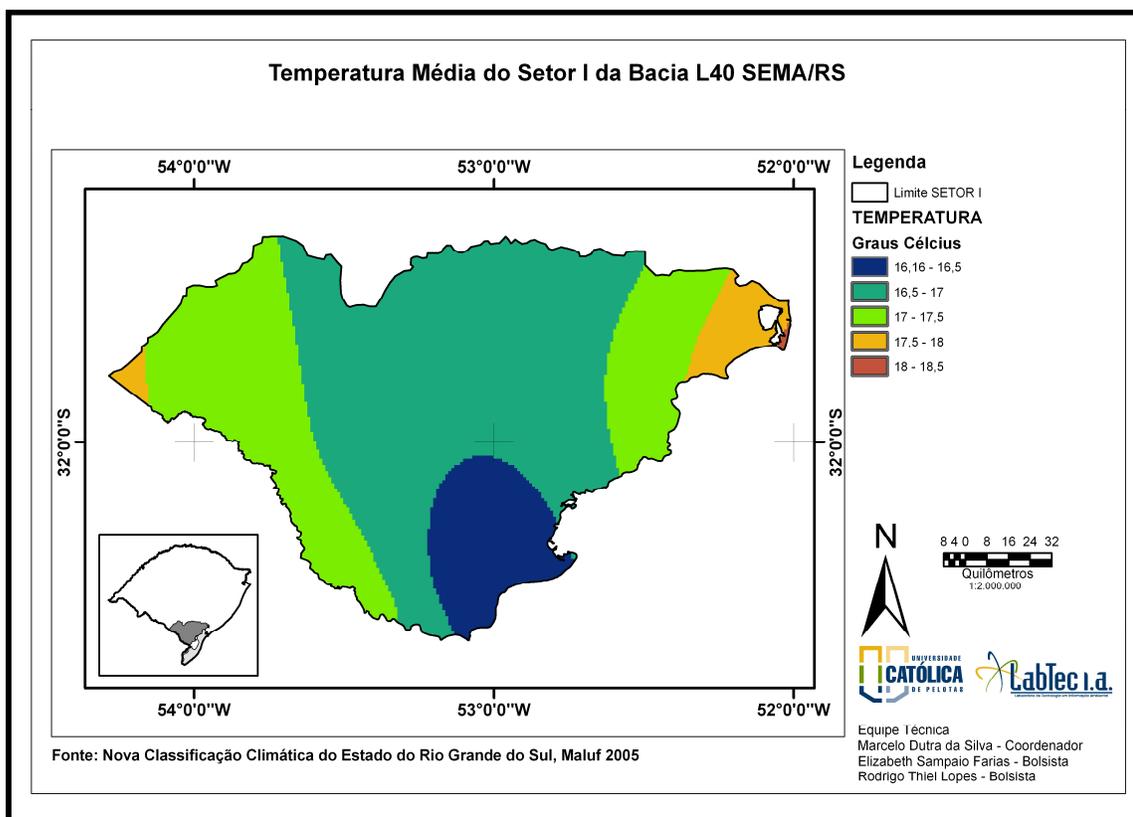


Figura 19 - Distribuição dos valores de temperatura para o SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS.
 Fonte: MALUF, 2005.

As precipitações mais elevadas se concentram do centro para o norte, deixando para o litoral a leste, para o sul e para o interior a oeste a presença de médias de precipitação mais baixas (Figura 20).

Sem dúvida a intensidade do impacto da gota da chuvas é um fator que influencia sobremaneira as perdas de solo. Se os intervalos entre as chuvas forem curtos e o grau de umidade no solo se mantiver alto a possibilidade das chuvas desenvolverem enxurradas maiores é significativa, mesmo com chuvas de baixa intensidade.

O fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um evento oceânico de grande escala com origem no Oceano Pacífico tropical. Este fenômeno associa mudanças na temperatura das águas e oscilação atmosférica.

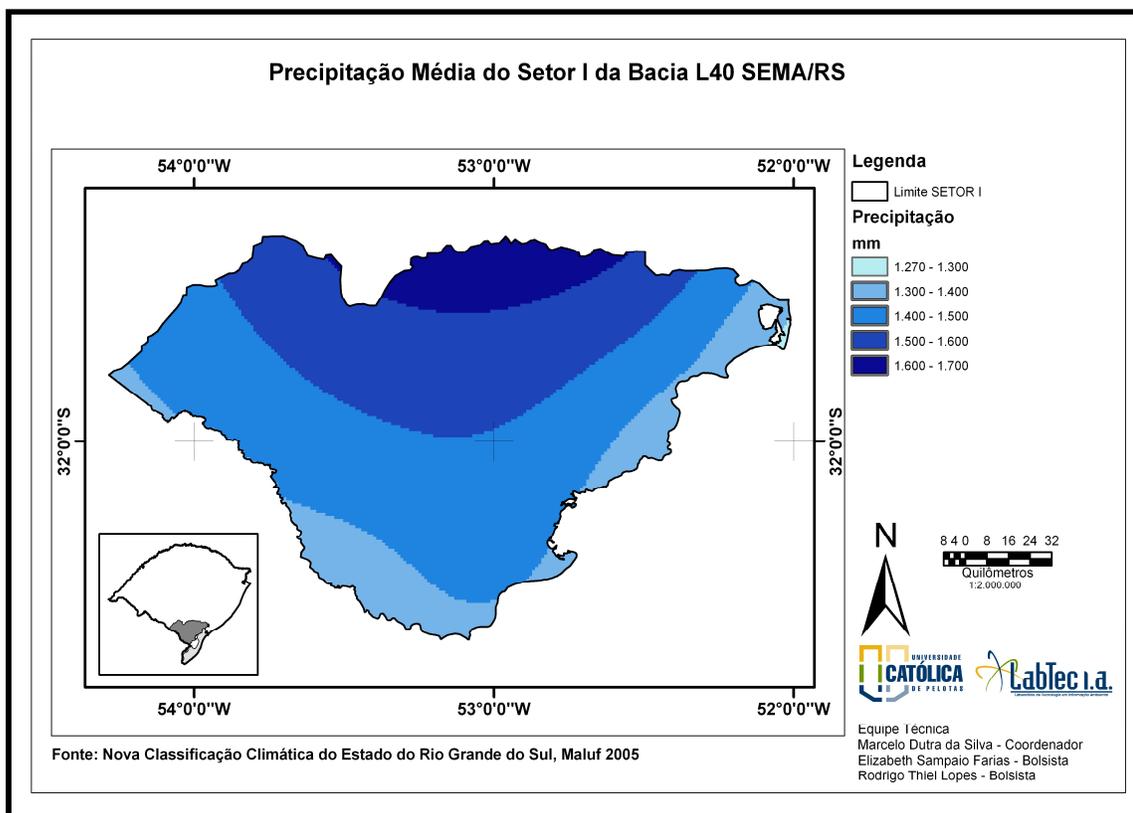


Figura 20 - Valores de precipitação para o SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS.
Fonte: MALUF, 2005.

O regime de precipitação pode sofrer grande variação na presença deste fenômeno ou quando na forma de La Niña, um segundo formato de manifestação do fenômeno de alteração da temperatura das águas oceânicas., além da forte influencia sobre as conseqüências das chuvas, repercutindo sobre a intensidade do fenômeno, em especial sobre os momentos de chuva erosiva.

Comparando as medias de precipitação erosiva — extraídas do trabalho de Santos, 2002 —, destacam-se para o Setor I uma serie de diferenças entre os momentos de precipitação erosiva quando considerados os períodos de El Niño, La Niña e Ano Neutro (normal).

Entre os diferentes períodos o momento de intensidade erosiva que melhor se relaciona ao regime de precipitação médio e o períodos de El Niño, com distribuição das faixas de intensidade erosiva bastante semelhantes (Figura 21). Os demais períodos demonstram certa oscilação dos momentos de intensidade erosiva da chuva.

No período de La Niña (Figura 22) os momentos de precipitação erosiva, mais intensos, se deslocam em direção ao sul e sudoeste ampliando a área de

precipitação erosiva de menor intensidade, na faixa litorânea do Setor I, a oeste, E no período de Ano Neutro esta relação segue o mesmo padrão de distribuição com pequenas diferenças na faixa de precipitação com menor intensidade que se estende por uma área maior (Figura 23).

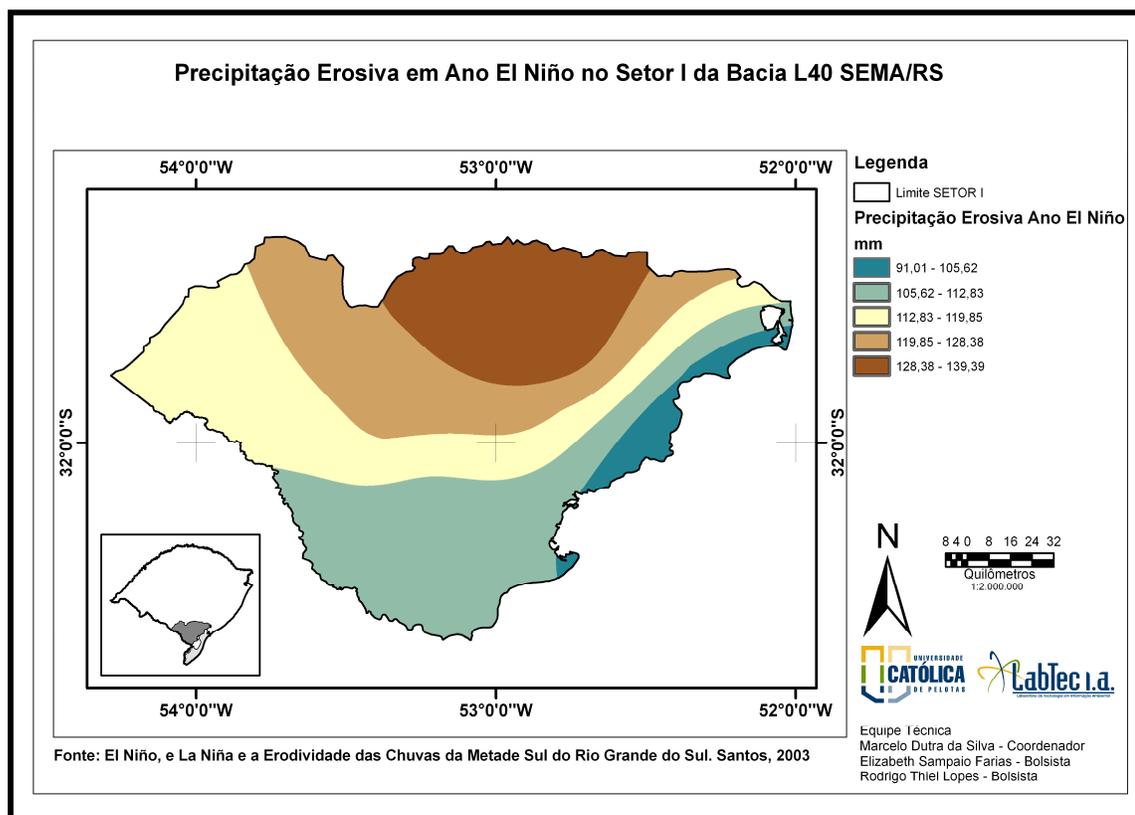


Figura 21 - Valores de precipitação erosiva em El Niño para o SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS.
Fonte: SANTOS, 2003.

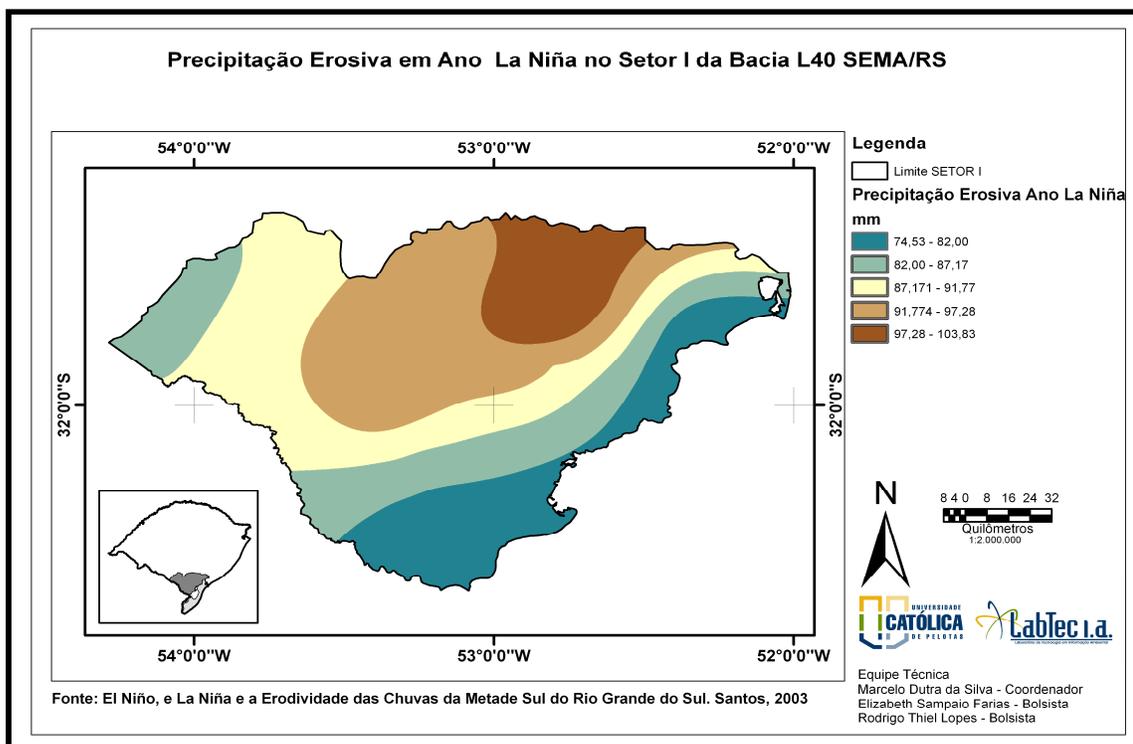


Figura 22 - Valores de precipitação erosiva em La Niña para o SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS.
Fonte: SANTOS, 2003.

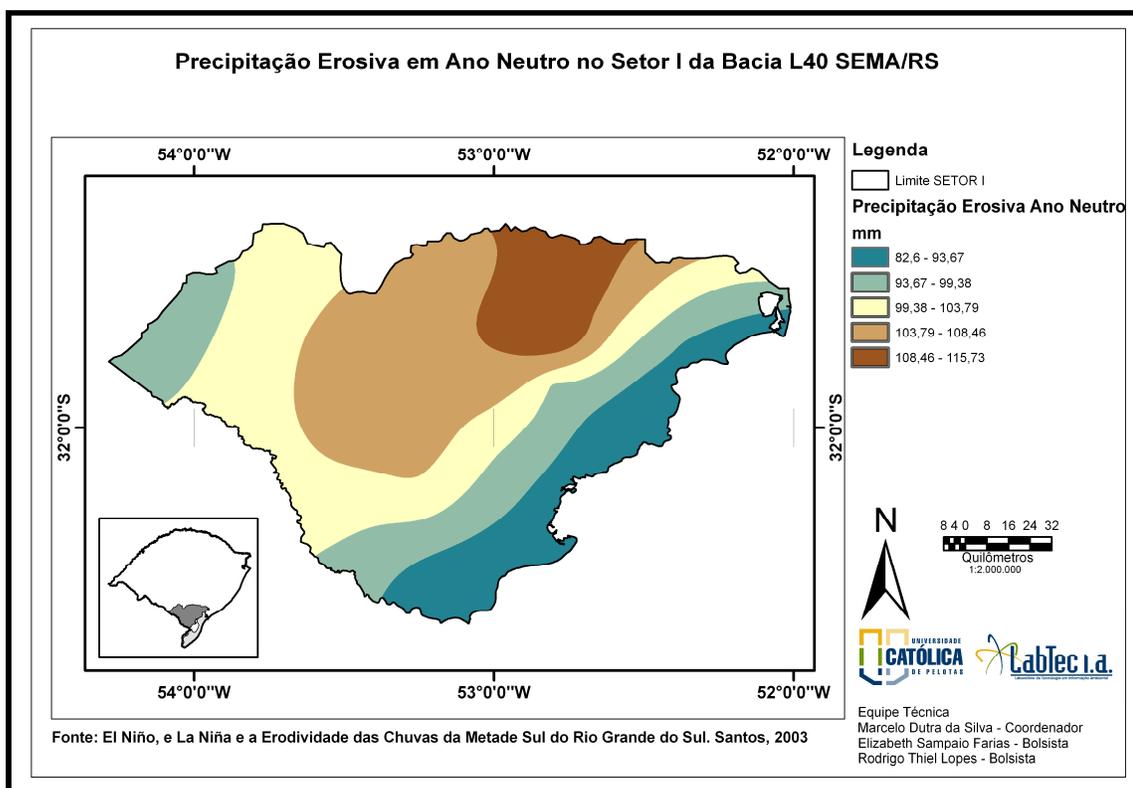


Figura 23 - Valores de precipitação erosiva em Ano Neutro para o SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS
Fonte: SANTOS, 2003.

Tais diferenças de intensidade erosiva podem ser significativas quando aplicadas sobre ambientes de características variadas. O tipo de relevo influi, o tipo de solo influi, o tipo de cobertura vegetal influi, e é claro, a associação destas diferenças com os diferentes tipos de manejo, uso e ocupação da terra.

4.1.1.6 Solos

No que compreende aos tipos edáficos do SETOR I observa-se que ocorre, *grosso modo*, uma coincidência entre as classes de solo e as situações geológico-geomorfológicas nas quais elas se encontram incluídas. Assim, na escala espacial em que permitem ser observadas, nota-se que, tanto os solos da porção leste, quanto os solos da porção sul e sudoeste, ambos sobre terrenos sedimentares, assumem características e semelhanças de acordo com as formas de relevo e composição material (mineralógica) dessas feições. Já os solos que ocorrem na porção norte e centro se encontram intimamente ligados e/ou ajustados aos tipos rochosos e morfológicos presentes.

De outra parte, os tipos de solo presentes representam mais do que a interação de diferentes materiais associados a diferentes formas, expressam, na verdade, o produto final de todo um processo evolutivo que inclui o clima, os organismos e o tempo. De maneira que predominam sobre os terrenos planos e coxilhosos dessa região, solos arenosos e também argilosos, que apresentam boa qualidade química, porém com freqüentes restrições quanto à estrutura física (mecânica). Sobre as situações de relevo mais dobradas predominam solos de menor qualidade, em geral rasos, com presença de afloramentos rochosos e baixa qualidade química (Tabela 1) (Figura 25).

Tabela 1 - Classes de solo do Setor I da Bacia L40 SEMA/RS

Classes de Solos		Classificação na Base		
Classificação Anterior	Classificação Atual	Erodibilidade	Classe	Atributo
Solos Aluviais eut.	Alissolo	0,72	Média	3
Podzóis	Espodossolo	0,95	Muito Forte	5
Planossolo Solódico	Planossolo	0,70	Média	3
Planossolo eut.	Planossolo	1,02	Muito Forte	5
Gleissolo Húmico eut.	Gleissolo	0,66	Média	3
Gleissolo Húmico Solódico	Gleissolo	0,77	Forte	4
Gleissolo Solódico	Gleissolo	0,77	Forte	4
Podzólico Ver-Ama. dist.	Argissolo	0,33	Muito Baixa	1
Podzólico Ver-Am. eut.	Argissolo	0,92	Muito Forte	5
Podzólico Ver-Esc. dis.	Argissolo	0,51	Fraco	2
Podzólico Bru-Aci. eut.	Luvissolo	0,67	Médio	3
Podzólico Bru-Aci. Pla. eut.	Luvissolo	0,74	Média	3
Solos Litólicos eut.	Neossolo	0,33	Muito Baixa	1
Solos Litólicos dis.	Neossolo	0,72	Fraco	2
Brunizém Avermelhado	Chernossolo	0,59	Média	3
Solos Orgânicos dis.	Organossolo	0,72	Média	3
Brunizém Vértico	Chernossolo	0,82	Forte	4
Vertissolo	Vertissolo	0,90	Muito Forte	5

Legenda: Ver-Ama-Vermelho Amarelo; Ver-Esc-Vermelho Escuro; Bru-Aci-Bruno Acizentado; dis-distrófico; eut-Eutrófico

Fonte: IBGE, 2003.

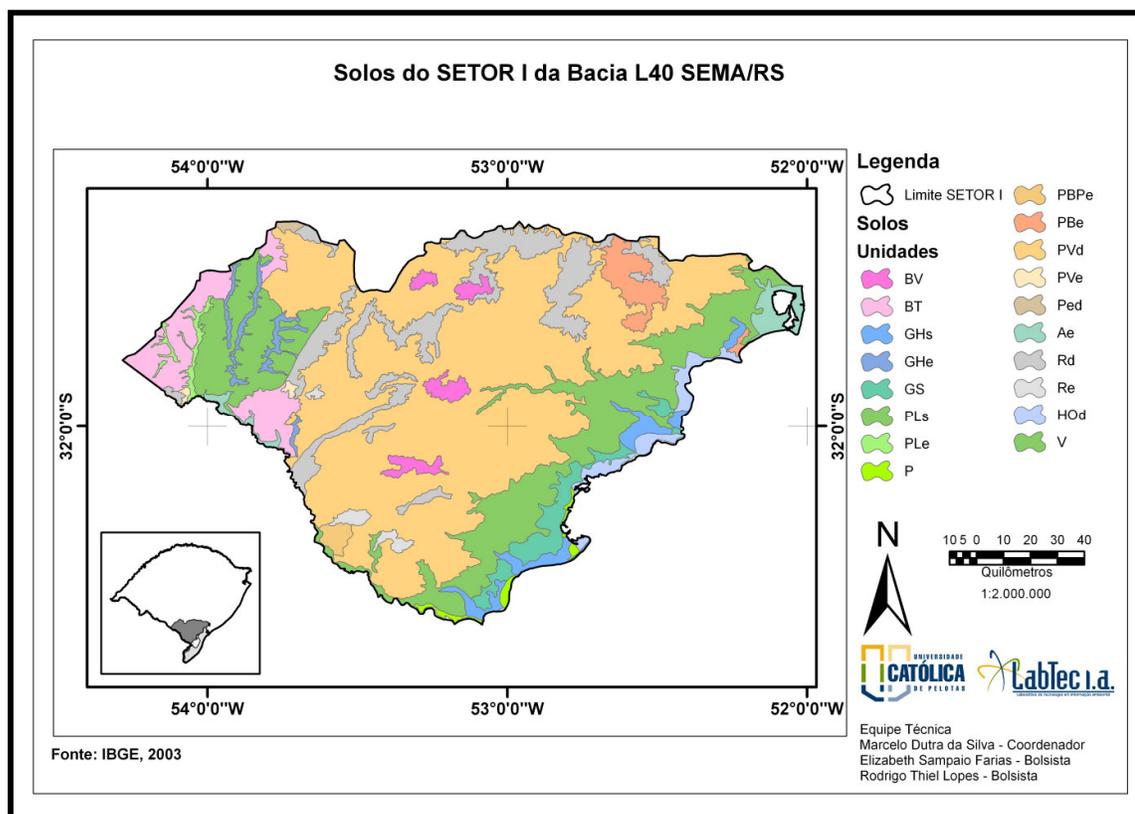


Figura 24 - Distribuição das unidades de mapeamento de solo no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS. Fonte: IBGE 2003.

Descrição das Unidades de Solo

Ae – Solos Aluviais eutróficos (Alissolo)

[Suscetibilidade a erosão K = 0,72]

Essa classe compreende solos pouco desenvolvidos, apresentando horizonte A usualmente do tipo moderado, sobrepondo camadas estratificadas sem relação pedogenética entre si e de composição química, mineralógica e granulométrica variada. Consiste de depósito de sedimentos aluvionares lacustres do Holoceno, sofrendo freqüente acréscimo por ocasião das inundações. As condições de má drenagem e inundações limitam com freqüência o uso agrícola destes solos (IBGE, 1986) (Tabela 2).

Tabela 2 - Descrição simplificada da classe de solo Aluviais eutróficos – Ae (**Alissolo**)

Horizonte Simb.	Frações da amostra total % Prof. cm	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K	
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm				Argila <0,002 mm
A	0-25	85	8	6	44	42	28	39	0,72

Fonte: IBGE, 1986.

BT – Brunizém Vértico (Chernossolo)

[Suscetibilidade à erosão K = 0,82]

Esses são solos sempre eutróficos, com valores muito elevados da soma e saturação em bases, sendo praticamente nulos os teores de alumínio trocável. Distinguem – se das classes dos Vertissolos por apresentarem nítido desenvolvimento do horizonte B, boa diferenciação de cor entre os horizontes, principalmente com o solo seco, e/ou evidências de podzolização mostrada através do gradiente textural e/ou expressão de cerosidade. São solos moderadamente drenados, de coloração bruno – escura ou bruno – acinzentada muito escura, sendo derivados de diferentes litologias. Nas partes mais movimentadas os declives normalmente são curtos e os solos são bastante sujeito à erosão.

De maneira geral, os solos desta classe são de ótima fertilidade natural, no entanto apresentam propriedades físicas adversas ao uso, principalmente com cultivos anuais. Sua alta densidade aparente, baixa porosidade e alto grau de

expansão volumétrica, notadamente no horizonte subsuperficial, tornam esses solos pouco permeáveis, muito plásticos e pegajosos quando molhados e muito duros quando secos, dificultando, sobretudo, o manejo. Na maior parte das vezes são utilizados por pastagens naturais ou cultivadas e por arroz irrigado nas áreas onde o relevo plano favorece (IBGE, 1986) (Tabela 3).

Tabela 3 - Descrição simplificada da classe de solo Brunizém Vértico – BT (**Chernossolo**)

Horizonte		Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
Simb.	Prof. cm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-30	100	13	12	50	25	17	26	0,82

Fonte: IBGE, 1986.

BV – Brunizém Avermelhado (Chernossolo)

[Suscetibilidade à erosão K = 0,59]

Compreendem solos minerais, hidromórficos, com horizonte B textural, argila de atividade alta e eutróficos ao longo do perfil. A seqüência do horizonte é do tipo A, Bt e C, sendo o horizonte A chernozêmico, de coloração escura, contrastando com o horizonte B de cor Bruno–Avermelhada, podendo ou não apresentar mosqueado.

Normalmente são pouco profundos (50 e 100 cm), ocorrendo variações para perfis rasos ou profundos. São solos moderadamente ácidos e neutros, com saturação em bases comumente superior a 60%. Os perfis em geral são pouco profundos, sendo os valores da soma das bases elevados. Ocupam áreas de relevo plano até forte ondulado intensamente utilizadas com cultivos anuais, além de pecuária leiteira. São considerados como um dos solos de maior potencialidade agrícola, do ponto de vista de fertilidade, podendo ser utilizados pela maioria das culturas, desde que se faça o controle efetivo da erosão, principalmente nas áreas mais dissecadas (IBGE, 1986) (Tabela 4).

Tabela 4 - Descrição simplificada da classe de solo Brunizém Avermelhado – BV (**Chernossolo**)

Horizonte		Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
Simb.	Prof. cm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-23	95	11,2	5,3	55,9	27,6	15,2	34,2	0,59

Fonte: IBGE, 1986.

GHe – Gleissolo Húmico eutrófico (Gleissolo)**[Suscetibilidade à erosão K= 0,66]**

Essa classe compreende solos hidromórficos que se caracterizam pela presença de um horizonte Glei dentro de 60 cm da superfície. Esse horizonte é formado em condições de excesso de umidade, temporário e permanente, resultando em cores de redução acentuadas, comumente cinzentas ou cinzento-oliváceas. São solos medianamente profundos, mal drenados e com permeabilidade muito baixa. Apresentam argila de atividade alta e usualmente textura argilosa no horizonte subsuperficial. Ocorrem, geralmente, em áreas deprimidas, sujeitas a inundações, e margens de cursos de água, principalmente ao longo da faixa litorânea, sendo desenvolvidos sobre sedimentos do Quaternário.

Os principais fatores limitantes à utilização destes solos dizem respeito as suas más propriedades físicas e drenagem, uma vez que o lençol freático se mantém geralmente muito próximo à superfície, utilizados com freqüência por culturas anuais de verão com bons rendimentos, sendo muito recomendáveis para produção de hortaliças (IBGE, 1986) (Tabela 5).

Tabela 5 - Descrição simplificada da classe de solo Gleissolo Húmico eutrófico – Ghe (**Gleissolo**)

Horizonte	Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K	
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm				Argila <0,002 mm
Simb.	Prof. cm								
A	0-15	99	4	3	52	41	24	34	0,66

Fonte: IBGE, 1986.

GHs – Gleissolo Húmico solódico (Gleissolo)**[Suscetibilidade à erosão K = 0,77]**

São solos que apresentam características similares aos solos da classe Glei Húmico apresentando, neste caso, saturação com sódio trocável entre 6 e 15% no complexo de troca, daí evidenciando o caráter solódico. O horizonte glei, ou camada de gleização, encontra-se próximo a superfície, sendo de textura argilosa ou média, com altos teores de silte, e a estrutura prismática ou em blocos subangulares. São encontrados em áreas deprimidas da planície costeira sujeitas a inundações

freqüentes e desenvolvem-se de sedimentos lacustres referidos ao período quaternário.

As limitações destes solos relacionam-se a sua drenagem, tendo em vista que o lençol freático se mantém na superfície na maior parte do ano. Outras limitações dizem respeito às más propriedades físicas e à presença de teores de sódio elevados. São mais utilizados com pecuária, porém é fácil perceber a presença de áreas drenadas para atender a produção de arroz irrigado (IBGE, 1986) (Tabela 6).

Tabela 6 - Descrição simplificada da classe de solo Gleissolo Húmico solódico – GHs (**Gleissolo**)

Horizonte		Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
Simb.	Prof. cm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-20	100	0	1	28	71	61	61	0,77

Fonte: IBGE, 1986.

Gs - Gleissolo Solódico (Gleissolo)

[Suscetibilidade à erosão K = 0,77]

São solos típicos da classe Glei com saturação de sódio trocável entre 6 e 15% no complexo de troca, daí evidenciando o caráter solódico. O horizonte glei, ou camada de gleização, encontra-se próximo a superfície nestes solos, sendo de textura argilosa ou média, com altos teores de silte. São encontrados em áreas deprimidas da planície costeira sujeitas a inundações freqüentes.

As principais limitações destes solos relacionam-se a sua drenagem, tendo em vista que o lençol freático se mantém na superfície na maior parte do ano. São melhor utilizados pela pecuária, em especial leiteira, porém é fácil perceber a presença de áreas drenadas para atender a produção de arroz irrigado, em alguns casos (IBGE, 1986) (Tabela 7).

Tabela 7 - Descrição simplificada da classe de solo Gleissolo Solódico – Gs (**Gleissolo**)

Horizonte		Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
Simb.	Prof. cm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-12	-	2	2	40	56	42,5	47,5	0,77

Fonte: IBGE, 1986.

Hod – Solos Orgânicos distróficos (**Organossolo**)

[**Suscetibilidade à erosão K = 0,72**].

São solos hidromórficos, pouco evoluídos, provenientes de acumulação orgânicas em ambientes mal a muito mal drenados. Apresentam horizonte A turfoso, geralmente de coloração preta, assente sobre camadas orgânicas constituídas por resíduos vegetais em grau variável de decomposição.

Apesar da relevância dos constituintes orgânicos, estes solos podem apresentar variáveis de frações minerais, porém os teores de carbono orgânico são elevados e sempre superiores a 12% no horizonte superficial. Ocorrem em áreas planas, sujeita a inundação freqüentes, com lençol freático próximo ou a superfície durante a maior parte do ano. Desenvolvem – se sobre sedimentos aluvionares e lacustre referentes ao Holoceno.

Os altos teores de matéria orgânica conferem a estes solos alta capacidade de troca de cátion e baixa densidade aparente, o que é favorável ao uso. A condição de má drenagem desses solos constitui, talvez, o principal fator de limitação ao uso destes solos, em especial quando voltado a culturas de uso anual. Com controle permanente de drenagem e o emprego de práticas conservacionistas de manejo, estes solos podem ser aproveitados para produção de hortaliças com bons resultados (IBGE, 1986) (Tabela 8).

Tabela 8 - Descrição simplificada da classe de solo Solos Orgânicos distróficos – Hod (**Organossolo**)

Horizonte	Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm			
Simb.	Prof. cm							
A	-	-	-	-	-	-	-	0,72

Fonte: IBGE, 1986.

P – Podzóis (**Espodossolo**)

[**Suscetibilidade à erosão K = 0,95**]

Esta classe corresponde solos minerais com horizonte B podzol, ou seja, horizonte no qual houve acumulação e precipitação de materiais amorfos ativos, compostos de matéria orgânica e alumínio, com presença ou não de ferro aluvial.

São solos arenosos com nítida diferenciação de horizonte, onde o horizonte A tem cores que variam do bruno–acinzentado–escuras a pretas.

São solos ácidos, extremamente pobres em nutrientes minerais disponíveis para as plantas, sendo, portanto, baixos os valores da soma e saturação em bases. Localizam–se em áreas de relevo planos, próximo a corpos lacustres, sendo desenvolvidos a partir de sedimentos lacustres e marinhos referidos ao Quaternário (IBGE, 1986) (Tabela 9).

Tabela 9 - Descrição simplificada da classe de solo Podzóis – P (**Espodossolo**)

Horizonte		Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
Simb.	Prof. cm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-10	100	45	15	21	19	14	14	0,95

Fonte: IBGE, 1986.

Ped – Podzólico Vermelho-Escuro distrófico (**Argissolo**)

[**Suscetibilidade à erosão K = 0,51**].

São solos muito profundos com pequenas diferenciação entre os horizontes. A cerosidade quando presente é fraca e pouca e a estrutura fraca ou moderadamente desenvolvida geralmente em blocos subangulares. Apresenta seqüência de horizonte A, Bt e C, baixa saturação e soma de bases, com alumínio trocável e saturação com alumínio elevados, constituindo os fatores mais limitantes ao seu aproveitamento agrícola.

Esses solos ocorrem em áreas de relevo suave ondulado, utilizadas principalmente com pastagem e reflorestamento com eucalipto. O seu uso carece de cuidados devendo ser empregadas, sempre que possível, práticas conservacionistas ajustas a essas características (IBGE, 1986) (Tabela 10).

Tabela 10 - Descrição simplificada da classe de solo Podzólico Vermelho-Escuro dis. Ped (**Argissolo**)

Horizonte		Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
Simb.	Prof. cm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-30	100	15	11	34	40	35	25,4	0,51

Fonte: IBGE, 1986.

PLe – Planossolo eutrófico (Planossolo)

[Suscetibilidade à erosão K = 1,02]

São solos típicos de áreas baixas, onde o relevo permite excesso permanente ou temporário de água, ocasionando fenômenos de redução que resultam no desenvolvimento de perfis com cores cinzentas, indicativas da gleização. Uma característica marcante desta classe é a presença de horizonte superficial eluvial de textura arenosa ou média, que contrasta abruptamente com horizonte subjacente B, de elevada concentração de argila.

São derivados de sedimentos aluvionares referentes ao período quaternário, provenientes de arenitos e siltitos. A principal limitação ao uso agrícola destes solos diz respeito à sua má drenagem, dificultando o manejo por excesso de umidade. Vêm sendo adequadamente utilizados com arroz irrigado em rotação com pastagens, observando – se igualmente cultivos de soja em áreas de melhor drenagem (IBGE, 1986) (Tabela 11).

Tabela 11 - Descrição simplificada da classe de solo Planossolo eutrófico – PLe (**Planossolo**)

Horizonte Simb.	Frações da amostra total % Prof. cm	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K	
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm				Argila <0,002 mm
A	0-30	100	21	43	26	10	4	14	1,02

Fonte: IBGE, 1986.

PLs – Planossolo Solódico (Planossolo)

[Suscetibilidade à erosão K = 0,70]

São solos de características físicas e morfológicas semelhantes a classe Planossolo eutrófico. Diferem quimicamente por apresentar saturação com sódio trocável com valores compreendidos entre 6 e 15% no horizonte B e/ou C. A maioria destes solos localiza-se na Planície Costeira Interna e Externa, derivando-se de sedimentos lacustres do Holoceno, sedimentos arenosos do Pleistoceno, ambos do período quaternário.

As condições de má drenagem e os valores relativamente baixos da soma de bases na superfície constituem os principais fatores limitantes ao uso agrícola destes

solos, sendo o manejo dificultado pelo excesso de umidade que normalmente apresentam. As adubações normais de manutenção são indispensáveis. A utilização atual destes solos com arroz irrigado em rotação com pastagens é aconselhada tendo em vista, além de outros fatores, a manutenção dos níveis de matéria orgânica, que naturalmente já são baixos (IBGE, 1986) (Tabela 12).

Tabela 12 - Descrição simplificada da classe de solo Planossolo Solódico – PLs (**Planossolo**)

Horizonte	Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K	
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm				Argila <0,002 mm
Simb.	Prof. cm								
A	0-20	100	38	27	23	12	8	14,5	0,70

Fonte: IBGE, 1986.

PBe – PBPe - Podzólico Bruno-Acinzentado eut. e Planossólico eut. (**Luvissolo**)
[Suscetibilidade à erosão <PBe> K = 0,67; <PBPe> K = 0,74]

Essa classe é composta por solos minerais, com horizonte B textural, argila de atividade alta e concentração de argila relativamente acentuada no horizonte subsuperficial, sendo marcante a diferenciação entre os horizontes. Podem apresentar ou não mudança abrupta, além disso tem morfologia e feições de hidromorfismo semelhantes às dos Planossolos, diferindo destes por apresentarem o topo do horizonte B mais escurecido, cores brunas, bruno – amareladas ou bruno – acinzentadas mais vivas e estrutura menos desenvolvidas.

Parte destes solos é derivada de siltitos e arenitos de Formação Rosário do Sul, do Triássico, constituindo a maior parte da área. Neste, os valores da soma de bases são mais baixos e os teores de alumínio trocáveis normalmente elevados, mesmo nos solos eutróficos.

As principais limitações para o uso agrícola destes solos refere – se a má drenagem e suas propriedades físicas bem como a baixa fertilidade natural em algumas áreas. São bastante suscetíveis a erosão, o que é evidenciado pela ocorrência de voçorocas na área, necessitando de práticas conservacionistas adequadas quando utilizados com culturas anuais. Atualmente, grande parte destes solos são utilizados com pastagens, podendo dar também bons resultados quando cultivados com soja, milho e sorgo (IBGE, 1986) (Tabela 13 e 14).

Tabela 13 - Descrição simplificada da classe de solo Podzólico Bruno-Aci. eut. – Pbe (**Luvissole**)

Horizonte	Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %					Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0,25	95	20	10	39	30	22	28	0,67

Fonte: IBGE, 1986.

Tabela 14 - Descrição simplificada da classe de solo Pod. Bruno-Aci. Pla. eut. – PBPe (**Luvissole**)

Horizonte	Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %					Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-20	100	24	32	30	14	3	16	0,74

Fonte: IBGE, 1986.

PVd e Pve – Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico e eutrófico (Argissolo**)**

[Suscetibilidade à erosão <Pvd> K = 0,33; <Pve> K = 0,92]

Esta classe compreende a solos minerais, não hidromórficos, caracterizando-se pela presença de horizonte B textual, com considerável iluviação de argila evidenciada pela expressiva relação textual e/ou recolhimento por filmes de material coloidal na superfície de contato das unidades estruturais. São solos medianamente profundos e profundos (raramente rasos), com coloração variável. Na sua grande maioria são solos bem drenados e apresentam argila de atividade baixa. Em geral, predominam solos de baixa fertilidade natural, tendo baixos valores da soma e saturação em bases.

Esses solos ocorrem em áreas de relevo desde o suave ondulado até o forte ondulado e são derivados de diferentes litologias. Dependendo da litologia responsável pela sua formação podem apresentar diferenças edáficas importantes, bem como implicações distintas ao uso. Em geral, são utilizados com pastagens naturais na maior parte da área, sendo também expressivos os cultivos anuais, onde os Afloramentos de Rocha constituem empecilho a qualquer atividade agrícola. Os principais fatores que limitam a sua utilização referem-se á baixa fertilidade natural e ao relevo em que ocorrem, exigindo calagens e adubações além de práticas de conservação do solo intensivas para controle de erosão.

A adoção de técnicas conservacionistas adequadas bem como a colagem e as adubações químicas e orgânicas constituem práticas fundamentais para o bom

aproveitamento agrícola destes solos, atualmente utilizados por culturas permanentes de acácia, eucalipto e *citrus*, e de ciclo anual como milho, mandioca, abóbora e melancia (IBGE, 1986) (Tabela 15 e 16).

Tabela 15 - Descrição simplificada da classe de solo Podzólico Ver-Ama. dis. – PVd (**Argissolo**)

Horizonte	Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K	
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm				Argila <0,002 mm
A	0-30	98	57	12	20	11	4	10	0,33

Fonte: IBGE, 1986.

Tabela 16 - Descrição simplificada da classe de solo Podzólico Ver-Ama eut. – Pve (**Argissolo**)

Horizonte	Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K	
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm				Argila <0,002 mm
A	0-30	100	11	47	26	16	9	18	0,92

Fonte: IBGE, 1986.

Rd e Re – Solos Litólicos distróficos e eutrófico (Neossolos)

[Suscetibilidade à erosão <Rd> K = 0,72; <Re> K = 0,33]

Esta classe compreende solos poucos desenvolvidos, rasos, que possuem o horizonte A diretamente assentados sobre a rocha ou sobre um pequeno horizonte C, geralmente com muito material de rocha em decomposição. Apresentam-se bem acentuadamente drenados e com características morfológicas, físicas e químicas muito variáveis em função do material litológico o qual se origina: Planalto da Araucárias, Planalto da Campanha e Planalto Sul-riograndense.

Dentre todas é no Planalto Sul-rio-grandense que esta classe de solos apresenta maiores variações na sua fertilidade natural, principalmente em função da grande diversidade geológica encontrada.

A ocorrência desses solos engloba porções de relevo desde ondulado até montanhoso. Sua utilização é restringida pela pequena espessura da camada superficial e pelo relevo em grande parte da área, bem como pela pedregosidade e presença de afloramentos rochosos nas porções muito dissecadas. Sendo a maior parte desses solos utilizada por pastagens naturais, de média a baixa qualidade, sendo também usados para a produção de culturas anuais como milho, feijão e

outras, principalmente nas áreas de colônia, onde predominam pequenas propriedades rurais (IBGE, 1986) (Tabela 17 e 18).

Tabela 17 - Descrição simplificada da classe de solo Litólicos distróficos – Rd (**Neossolo**)

Horizonte Simb.	Frações da amostra total % Prof. cm	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K	
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm				Argila <0,002 mm
A	0-25	85	8	6	44	42	28	39	0,72

Fonte: IBGE, 1986.

Tabela 18 - Descrição simplificada da classe de solo Litólicos eutróficos – Re (**Neossolo**)

Horizonte Simb.	Frações da amostra total % Prof. cm	Comp. Granulométrica (tfsa) %				Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K	
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm				Argila <0,002 mm
A	0-30	84	33	9	25	33	12	24	0,33

Fonte: IBGE, 1986.

V – Vertissolo (**Vertissolo**)

[Suscetibilidade à erosão K = 0,90]

Compreende solos minerais argilosos que apresentam pronunciadas mudanças em volume decorrente da variação no teor de umidade, em especial, nas regiões onde há pelo menos algum período seco, presença de superfície de ficção ou *slickensides* decorrente da movimentação da massa do solo, microrrelevo e agregados estruturais cuneiformes. São solos difíceis de serem trabalhados, pois são muito duros quando secos, formando torrões compactos, e muito plásticos e muito pegajosos quando molhados, aderindo aos implementos agrícolas. Suas propriedades de contração e fendilhamento quando secos e expansão quando úmidos são devidas ao predomínio de argila do tipo 2:1, com dominância da montmorilonita, seguida da vermiculita.

Os solos dessa classe, em razão de suas características, necessitam de um estado ótimo de umidade para serem arados. Utilizados, na maior parte das vezes, por pastagens naturais de boa qualidade, trigo, sorgo e milho, são moderadamente sujeitos à erosão, requerendo cuidados especiais de conservação quando cultivados (IBGE, 1986) (Tabela 19).

Tabela 19 - Descrição simplificada da classe de solo Vertissolo – V (**Vertissolo**)

Horizonte	Frações da amostra total %	Comp. Granulométrica (tfsa) %					Argila dispersa em água %	Umidade equivalente %	K
		Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,2-0,5 mm	Silte 0,5-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A	0-15	99	3	2	43	52	37	57	0,90

Fonte: IBGE, 1986.

4.1.2 O Ambiente Biológico

4.1.2.1 Cobertura Vegetal

A composição vegetal do Setor I da Bacia L40 SEMA/RS reflete a diversidade de sistemas encontrados no Rio Grande do Sul. E tal condição se deve aos atributos geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e, por vezes, edáficos que predominam por todos esses terrenos. Em resultado, no Rio Grande do Sul acham-se identificadas nove Regiões Fitoecológicas mostradas (IBGE, 1990), ligadas a diferentes características abióticas dos ambientes que as contem. Na metade sul do estado mostra-se presente uma cobertura vegetal original constituída de florestas, savanas, estepes, áreas de formações pioneiras.

O Setor I se apresenta como uma pequena mostra da diversidade vegetal do sul do estado (Tabela 20). Neste Setor ocorrem predominantemente três regiões fitoecológicas: a das savanas e a das estepes e, subordinadamente, florestas estacionais decíduais, e formações pioneiras de influência fluvial com herbáceas sem palmeiras (Figura 25).

Tabela 20 - Tipologias vegetais do Setor I da Bacia L40 SEMA/RS

Vegetação	Interceptação à Chuva		
	Cobertura	Classe	Atributo (Dcv)
Estepe (E)		Fraca	2
Estepe Arborizada com Floresta de Galeria (Eaf)		Forte	4
Estepe Gramíneo-lenhosa sem Floresta de Galeria (Egs)		Média	3
Estepe Gramíneo-lenhosa com Floresta de Galeria (Egf)		Média	3
Floresta Estacional Decidual Aluvial (Ca)		Muito Forte	5
Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Fa)		Muito Forte	5
Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Fs)		Muito Forte	5
Formações Pioneiras (P)		Média	3
Vegetação Fluvial (Pahs)		Muito Fraca	1

Fonte: IBGE, 1986.

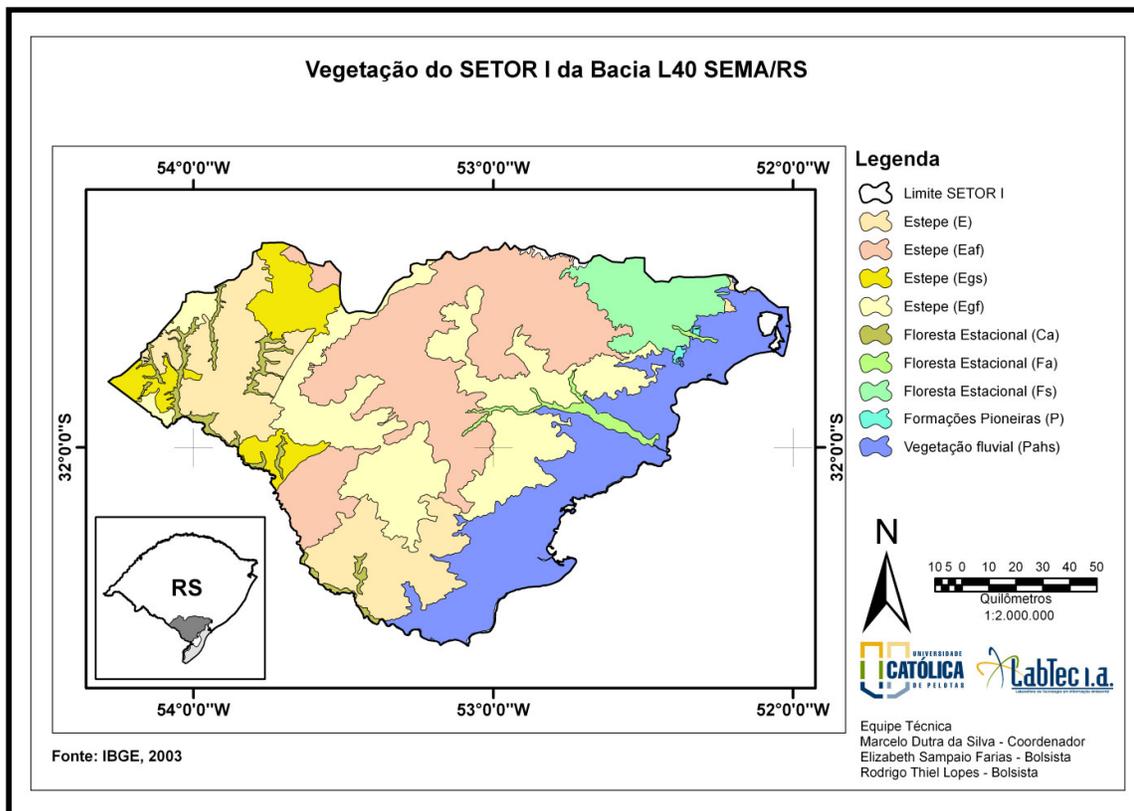


Figura 25 - Vegetação do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS. Modificado de IBGE, 2003.
 Fonte: IBGE, 2003.

Descrição das Unidades de Vegetação

E – Estepe

[Qualidade de cobertura Fraca 2]

Etimologicamente, a denominação Estepe é de origem russa e em sua acepção vulgar significa “deserto”, inicialmente aplicada para definir a vegetação da zona Holártica submetida a dois períodos de estacionalidade fisiológica distintas: um provocado pelo frio e outro provocado pela seca.

No Rio Grande do Sul esse termo está associado a uma dupla estacionalidade provocado por um período frio (inverno) alternado por um período subúmido e quente (verão). Ocupa terrenos de topografia aplainada, em solos geralmente eutróficos, cálcicos e por vezes solódicos, reflexo de um clima pretérito mais frio e árido. Na área de estudo, a formação Estepe predomina na sua porção sul e oeste, em terrenos pouco dobrados, de relevo plano a levemente ondulado (IBGE, 1986).

Eaf - Estepe Arborizada com Floresta-de-galeria**[Qualidade de cobertura Forte 4]**

Esta formação assentada no Planalto Sul-rio-grandense, mais precisamente nos municípios gaúchos de Piratini, Pinheiro Machado e Erval, ocupa áreas de relevo ondulado a forte ondulado, caracterizadas pela ocorrência de solos rasos a medianamente profundos. Fitofisionomicamente a Savana Arbórea Aberta caracteriza-se por apresentar dois estratos distintos: um herbáceo e outro arbóreo.

O estrato herbáceo é composto principalmente por gramíneas cespitosas, hemicriptófitas, como: *Erianthus* sp. (macega), *Andropogon lateralis* (capim-caninha), *Aristida pallens* (barba-de-bode) e por inúmeras rizomatosas, destacando – se: *Paspalum notatum* (grama – forquilha) e *Axonopus compressus* (grama – tapete – de – folha – larga), havendo poucas leguminosas e ciperáceas.

O estrato arbóreo remanescente é caracterizado por fanerófitas xeromorfas perenifoliadas de pequeno porte, as quais apresentam a copa relativamente bem desenvolvida e com folhas quase sempre coriáceas. Entre as arvoretas que se encontram distribuídas de forma esparsa nas áreas aplainadas ou agrupadas nas áreas mais dissecadas, bem como formando pequenas florestas-de-galeria, podem-se citar: *Scutia buxifolia* (coronilha), *Sebastiania klotzschiana* (branquilha), *Podocarpus lambertii* (pinheiro-bravo), *Berberis laurina* (são-joão), *Lithraea brasiliensis* (bugreiro), *Schinus lentiscifolius* (aroeira-cinzenta), *Allophylus edulis* (chal-chal) e *Eugenia uniflora* (pitanga). A vegetação arbórea (fanerofítica), com distribuição determinada pela rede de drenagem, reveste, de forma densa, os fundos dos vales formando galerias com as seguintes espécies: *Parapiptadenia rígida* (angico), *Patagonula americana* (guajuvira), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Pouteria salicifolia* (sarandi), *Sebastiania klotzschiana* (branquilha) e outras.

Nas encostas predomina a cobertura arbórea aberta, revestindo um tapete gramíneo-lenhoso, constituído por espécies características da estepe arborizada, onde predominam *Scutia buxifolia* (coronilha), *Ceitis tala* (taleiro), *Lithraea brasiliensis* (bugreiro), *Schinus molle* (aroeira-salsa), *Schinus lentiscifolius* (aroeira-cinzenta). Na constituição do tapete herbáceo predominam gramíneas rizomatosas e cespitosas, idênticas às das áreas anteriormente citadas, bem como compostas e umbelíferas.

A ação antrópica nas áreas abertas dessa formação é representada, em quase sua totalidade, pela pecuária, utilizando-se das espécies graminosas

existentes. A agricultura é pouco representativa nestas áreas, devido à freqüente ocorrência de afloramentos rochosos, onde também, o solo se apresentar raso e inadequado aos cultivos agrícolas anuais (IBGE, 1986).

Egs - Estepe Gramíneo–lenhosa sem Floresta–de–galeria

[Qualidade de cobertura média 3]

A Formação Gramíneo–Lenhosa espelha o “clímax de fogo” que foi acentuado no período pós–colombiano pela introdução da pecuária extensiva. De modo geral, a pressão exercida pelo gado e pelas queimadas periódicas tem gerado alterações na estrutura original da vegetação campestre, com uma considerável diminuição na freqüência das gramíneas anuais e das gramíneas cespitosas. Em contrapartida, as gramíneas rizomatosas, com adaptação contra o fogo e resistência ao pisoteio do gado, tiveram sua freqüência sensivelmente aumentada.

A cobertura vegetal atual é formada por um tapete gramíneo–lenhoso contínuo, geralmente baixo, desprovido de agrupamentos arbóreos significativos, sendo a composição florística variável em função dos parâmetros ecológicos locais e das diferentes formas de manejo.

Nos locais de relevo aplainado com drenagem lenta e nas áreas submetidas a intensa lotação de gado, predominam as gramíneas rizomatosas, principalmente dos gêneros *Paspalum* e *Axonopus*, que formam um tapete graminoso baixo e denso. Dentre as inúmeras espécies dos gêneros acima citados merecem destaque *Paspalum notatum* (grama–forquilha) e *Axonopus fissifolius* (grama–jesuíta). A primeira é de grande importância forrageira e ocupa preferencialmente terrenos secos e bem drenados. A segunda, também, com expressiva dispersão, é preferencial de terrenos aplainados, úmidos, e de solos profundos.

Nas áreas de relevo suavemente ondulado e ondulado (coxilhas), não submetidas a um pastoreio excessivo, a cobertura campestre apresenta uma composição florística mais diversificada, ocorrendo ali dois estratos graminosos distintos: um baixo e denso e outro alto e aberto. O estrato gramíneo – lenhoso baixo é dominado por *Paspalum notatum* (grama – forquilha), além de outras gramíneas com menor expressão, além de formas pouco freqüentes como oxalidáceas e leguminosas dos gêneros *Oxalis* e *Trifolium*, respectivamente.

O estrato gramíneo-lenhoso superior, com altura variando entre 30 cm e 1 m, é formado por gramíneas cespitosas (hemicriptófitas), além de esparsas caméfitas pertencentes às famílias das compostas, leguminosas, verbenáceas, além de outras. Entre as espécies de maior frequência destacam-se *Andropogon lateralis* (capim-caninha), *Andropogon sellowianus*, *Sporobolus indicus* (capim-touceirinha) e *Eragrostis baiensis*, além de inúmeras espécies dos gêneros *Stipa*, *Aristida*, *Panicum*, *Erianthus*, *Piptochaetium* e outros. Em função das condições locais de solo, umidade e relevo, algumas espécies de gramíneas cespitosas ocorrem em forma de gregarismo bem demarcados (IBGE, 1986).

Egf - Estepe Gramíneo-lenhosa com Floresta-de-galeria

[Qualidade de cobertura Média 3]

Esta subformação, distribuída ao longo dos divisores de água, em relevos ondulados, apresenta, além do tapete gramíneo-lenhoso já descrito, a rede de drenagem flanqueada por galerias arbóreas. Ao longo das drenagens que apresentam deposições recentes (terraços), periodicamente inundáveis, as galerias arbóreas são descontínuas e abertas, formadas por *Erythrina cristagalli* (corticeira), *Sebastiania klotzschiana* (branquilho), *Sebastiania schottiana* (sarandi), *Salix humboldtiana* (salgueiro), *Pouteria salicifolia* (mata-olho-branco), além de outras.

Acompanhando os cursos de água encaixados, sem deposição recente, ocorrem fanerófitas xenófitas características da Estepe, destacando-se *Acacia farnesiana* (espinilho), *Gleditschia amorphoides* (coronda), *Acanthosyris spinescens* (sombra-de-touro), *Ruprechtia laxiflora* (farinha-seca), *Acacia bonariensis* (unha-e-gato), *Patagonula americana* (guajuvira), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo) e outras (IBGE, 1986).

Ca - Floresta Estacional Decidual Aluvial

[Qualidade de cobertura Forte 4]

A Região Fitoecológica da Floresta Estacional Decidual ocorre em condições climáticas de dois períodos de variação térmica no ano — médias superiores a 20 °C, durante os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro (verão), e outro, com temperatura média inferiores a 15 °C, nos meses de junho, julho e agosto (inverno).

Quanto ao regime de precipitações pluviométricas, não são observados períodos de déficit hídrico. A estrutura da Floresta Estacional Decidual é representada por dois estratos arbóreos distintos: um, emergente, aberto e decíduo, com altura variando entre 25 e 30 m, e outro, dominado e contínuo, de altura não superior a 20 m, formado principalmente por espécies perenifoliadas, além de um estrato de arvoretas.

A fisionomia decidual desta floresta é determinada pelo dossel emergente, dominado por leguminosas caducifólias, onde se destacam a *Apuleia leiocarpa* (grábia) e a *Parapiptadenia rígida* (angico). O estrato dominado, com uma marcada diversidade florística, apresenta fácies distinta, em função de pequenas variações ambientais, determinadas por parâmetros litológicos, geomorfológicos, edáficos e climáticos. E os elementos arbóreos que constituem o estrato emergente da Floresta Estacional Decidual são de origem tropical, apresentando, portanto, dois períodos fisiológicos distintos: um higrófito, de alta transpiração, quando com folhas, e outro, xerófito, sem transpiração, quando sem folhas.

No território sul brasileiro, o caráter de estacionalidade do clima para esta região florestal é determinado pelo período de baixas temperaturas que, fisiologicamente, exerce sobre as plantas o mesmo efeito da seca. As variações nos gradientes ecológicos fundamentais permitiram a individualização de três unidades fitofisionômicas distintas: formação Aluvial, formação Submontana e formação Montana. A formação Aluvial (Ca) reveste os terraços aluviais foi gradativamente erradicada, sendo substituída por culturas cíclicas e pastagens. Atualmente uma pequena porção permanece como cobertura original e o restante explorada por algum tipo de atividade antrópica. Esta unidade fitofisionômica apresenta pequenas variações estruturais e florísticas em função das condições locais de drenagem.

Assim, nas áreas freqüentemente inundáveis e de drenagem lenta, o estrato arbóreo é aberto, sendo dominado por *Erythrina crístagalli* (corticeira), *Salix humboldtiana* (salgueiro), *Inga uruguensis* (ingá), *Sebastiania klotzschiana* (branquilho), *Arecastrum romanzoffianum* (jerivá), *Sapium* sp. (toropi) e outras. Nos locais de solos drenados, esporadicamente inundáveis, a cobertura arbórea é densa, sendo formada principalmente pelas espécies: *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Patagonula americana* (guajuvira), *Parapiptadenia rígida* (angico), *Ruprechtia laxiflora* (farinha – seca) e *Cupania vernalis* (camboatá). No estrato das arvoretas dominam: *Sebastiania brasiliensis* (sarandi), *Phyllanthus sellowianus* (sarandi), *Pouteria*

salicifolia (mata – olho – branco), *Casearia sylvestris* (cafeeiro – do – mato), *Bambusa trinü* (taquaraçu), além de outras (IBGE, 1986).

Fa - Floresta Estacional Semidecidual Aluvial

[Qualidade de cobertura Forte 4]

A Floresta Estacional Semidecidual concentra-se onde o clima é predominantemente úmido. As temperaturas médias não ultrapassam a 15°C durante quatro meses ao ano, tornando-se estes períodos de frio responsável pela estacionalidade fisiológica das plantas. Estas mesmas condições climáticas ocorrem na Região da Floresta Estacional Decidual, com a diferença de que a Floresta Estacional Semidecidual apresenta 20% a 50% de árvores caducifólias no conjunto florestal na época desfavorável.

A reduzida percentagem de indivíduos deciduais na Floresta Estacional Semidecidual se deve principalmente à ausência de *Apuleia leiocarpa* (grápia), que, estando presente no estrato emergente da Floresta Estacional Decidual, é a grande responsável pela fitofisionomia decidual desta última. A Floresta Estacional Semidecidual Aluvial compreende a formação florestal ribeirinha e são encontradas nas áreas de depósitos aluvionares do Quaternário, localizadas nas várzeas ao longo dos rios Camaquã, Piratini e outros, que drenam do Planalto Sul-riograndense para a lagoa dos Patos. Essas áreas, situadas em altitudes de até 40 m acima do nível do mar, ocorrem Planossolos mal a imperfeitamente drenados, derivados de sedimentos oriundos da decomposição de rochas graníticas.

Nos locais de maior dificuldade à drenagem, inadequados à utilização agrícola, a floresta permaneceu conservada na sua maior parte. Os mais extensos agrupamentos remanescentes são encontrados nas várzeas do rio Camaquã, onde freqüentemente estão ausentes algumas espécies de interesse ao produtor rural como madeira e lenha. Em levantamentos florísticos realizados nestes locais foram identificadas as seguintes principais espécies: *Inga uruguensis* (ingá – banana), *Inga marginata* (ingá – feijão), *Luehea divaricata* (açoita – cavalo), *Sebastiania klotzschiana* (branquilha), *Terminalia australis* (sarandi – amarelo), *Salix humboldtiana* (salseiro), além de regular quantidade de *Bambusa trinii* (taquaraçu). Nos terrenos mais enxutos, com possibilidades de drenagem, estabeleceu – se, após a derrubada da floresta, o cultivo do arroz de inundação em rotação com a atividade

pecuária, que aproveita a pastagem naturalmente brotada na época do pousio (IBGE, 1986).

Fs - Floresta Estacional Semidecidual Submontana

[Qualidade de cobertura Forte 4]

A formação Submontana encontra-se na vertente leste do Planalto Sul-riograndense, ocupando terrenos pertencentes ao período Pré-Cambriano, que apresentam relevo ondulado a forte ondulado, em altitudes de 30 até 400 m acima do nível do mar. Nas áreas de relevo ondulado a forte ondulado, geralmente ocorrem solos Podzólicos, pouco profundos, associados à Cambissolos rasos e cascalhentos, ao passo que nas áreas de relevo forte ondulado os solos, de um modo geral, são Litólicos, distróficos, rasos e pedregosos.

A ocupação desta área, outrora florestal, iniciou-se em 1857, quando foi fundada, por particulares, a colônia de São Lourenço, no município de São Lourenço do Sul (município vizinho a área de estudo), com cerca de 85.000 ha, e ocupada por imigrantes alemães. Mais tarde, em 1888, foram fundadas, pela União, as colônias de Barão do Triunfo e Mariana Pimentel e, em seguida, em 1890, ocupada por imigrantes poloneses. Inicialmente, trabalhando em áreas de melhor relevo e razoável profundidade de solo, os colonizadores promoveram o desmatamento da floresta que foi cedendo lugar à agricultura cíclica de minifúndio. Mais tarde foram ampliando a fronteira agrícola dos primeiros tempos e ocupando, também, solos piores, de difícil manejo e baixa fertilidade.

Atualmente a área apresenta-se totalmente desbravada, com predomínio dos cultivos agrícolas do fumo, milho, soja, feijão e áreas de pastagem, na sua maior parte estabelecida em pequenas propriedades rurais. Há um grande número de pequenas áreas com condições agrícolas desfavoráveis, onde houve o abandono das lavouras, sobrevivendo o desenvolvimento de capoeiras, que são classificadas como Vegetação Secundária.

A superfície original desta floresta, hoje em dia, esta reduzida a relictos, situados, geralmente, em locais de difícil acesso, dispersos na região de ocorrência. Dentre as comunidades florestais, a composição florística da Floresta Submontana destaca as seguintes espécies: tubuneira (*Sloanea monosperma*), caixeta (*Didymopanax morototoni*), uvá (*Hirtella hebeclada*), erva-mate (*Llex paraguariensis*),

batinga (*Eugenia rostrifolia*) e muitas outras. Esta composição florística, no entanto, pode variar de um lugar para outro, quando também podem ser encontradas espécies como guajuvira (*Patagonula americana*), canjerana (*Cabranea canjerana*), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), pinheirinho-bravo (*Podocarpus lambertii*), tarumã (*Vitex megapotamica*) e outras (IBGE, 1986).

P - Formações Pioneiras

[Qualidade de cobertura Fraca 2]

Estas áreas são caracterizadas pela ocorrência de uma vegetação típica das primeiras fases de ocupação de novos solos, tais como Planossolos e Aluviais, hidromórficos e mesmo areais, constantemente rejuvenescidos com deposições aluviais e marítimas, durante o período quaternário.

As Formações Pioneiras independem de clima, razão pela qual são encontradas esparsamente distribuídas desde a Planície Costeira, a leste. Nestas áreas encontram-se espécies desde herbáceas até arbóreas, com ocorrência de variadas formas biológicas, adaptadas às diferentes condições edáficas aí reinantes. Por estarem basicamente sob influência marinha ou fluvial, estas áreas estão subdivididas em duas formações: Áreas de Influência Marinha — "Restinga"; e Áreas de Influência Fluvial (IBGE, 1986).

Pahs - Vegetação com Influência Fluvial e/ou Lacustre Herbácea

[Qualidade de cobertura Muito Fraca – 1]

Estas áreas estão situadas, junto à lagoa dos Patos e lagoa Mirim. Geologicamente, as áreas estudadas pertencem ao período quaternário e estão constituídas por depósitos aluvionares, areias e sedimentos siltico-argilosos de planície de inundação, terraços e depósitos de calha da rede fluvial, assim como também depósitos inconsolidados, areias e argilas de caráter fluviolacustre. E apesar de se tratar originalmente de locais brejosos ou sujeitos a inundações periódicas, com adversas condições à utilização agrícola, encontram-se atualmente drenados e transformados em lavouras de arroz.

As formas biológicas ocorrentes nas áreas de dunas de areias, próximas às lagoas, são psamófitas e xeromorfas. Em locais de solos hidromórficos habitam

espécies higrófitas, geófitas e hemicriptófitas. Nas margens próximas das lagoas dos Patos e Mirim ocorre uma faixa mais ou menos larga de solos Aluviais e Glei Húmicos, formados por depósitos de sedimentos fluviais recentes, de má drenagem, razão pela qual ainda não foram totalmente usados para a agricultura. Nestes locais encontram-se: *Eryngium* spp. (gravatas), *Bromelia anthiacantha* (banana-do-mato), concentrações de cactáceas dos gêneros *Cereus* e *Opuntia*, nas partes mais secas, *Eichhornea crassipes* (aguapé) e *Eichhornea azurea* (aguapé-de-baraço), nas águas rasas, além das espécies de fanerófitas típicas de albardões, geralmente abrigando grande quantidade de epífitas das famílias orquidáceas, bromeliáceas e cactáceas.

Outros trechos, próximos às lagoas, apresentam-se cobertos por conjuntos lineares de dunas que avançam até pontais arenosos, ora cobertos por ralos e pobres campos gramíneos, ora por capões arbóreos» geralmente situados nas encostas e até cobrindo por completo altas dunas fixadas (IBGE, 1986).

4.1.2.2 Áreas Prioritárias para a Conservação – Probio MMA

O MMA produziu um mapa das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade para todo o País. Por meio do Programa de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO, o MMA apoiou a realização de estudos e de cinco *workshops*, com a participação de ONG's, universidades e instituições de pesquisa, que repensaram e analisaram, além do atual conhecimento da escala, natureza e geografia da biodiversidade brasileira, também a sócio economia, demografia humana, uso da terra, tendências de desenvolvimento e ameaças, nos seis biomas brasileiros e nas zonas marinha e costeira. Os *workshops* resultaram na identificação de 900 áreas prioritárias e a importância dessas áreas foi oficialmente reconhecida pelo governo federal nos Decretos 5.092 e 126, de 21 e 27 de maio de 2004, respectivamente, do MMA.

No intuito de evitar a criação desordenada de áreas protegidas, o MMA vem fazendo uso de critérios científicos para a identificação de ações e áreas prioritárias para a conservação, nos ecossistemas brasileiros mais ameaçados. Neste contexto, foi promovido o subprojeto Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação dos Biomas Floresta Atlântica (*hotspot* mundial) e Campos Sulinos (parte do Projeto PROBIO do MMA), cujas metas foram: consolidar informações sobre a diversidade biológica, e identificar as lacunas de conhecimento; identificar áreas e ações

prioritárias para a conservação, com base em critérios de importância biológica, integridade dos ecossistemas e oportunidades para ações de conservação da biodiversidade; identificar e avaliar a utilização e as alternativas para uso dos recursos naturais, compatíveis com a conservação da biodiversidade; e promover maior conscientização e participação efetiva da sociedade na conservação da biodiversidade destes biomas.

O subprojeto fornece um dos mais completos diagnósticos sobre a Mata Atlântica e os Campos Sulinos, direcionando as políticas ambientais para níveis regionais e direcionando medidas necessárias à conservação. Na fase inicial do subprojeto foram realizados levantamento e sistematização das informações biológicas, através de estudos de diferentes grupos taxonômicos (aves, mamíferos, anfíbios, répteis, peixes, invertebrados e flora); e os seguintes estudos temáticos não-bióticos: pressão antrópica, fatores abióticos, planejamento regional, áreas protegidas, estratégias de conservação e educação ambiental.

Foram identificadas 182 áreas prioritárias; 99 foram classificadas como áreas de extrema importância biológica, 35 áreas de muito alta importância, 26 áreas de alta importância e 22 áreas insuficientemente conhecidas, mas de provável importância biológica. Ainda no subprojeto, alguns dos critérios ecológicos que se mostraram mais relevantes para a identificação de áreas prioritárias para a conservação na Mata Atlântica foram: riqueza de espécies; presença de espécies endêmicas; presença de espécies ameaçadas de extinção; ocorrência de confluência entre diferentes formações florestais; presença de ecossistemas variados; áreas contínuas (conectividade); e presença de unidades de conservação (UC's). E para a identificação de áreas prioritárias nos Campos Sulinos foram: presença de espécies endêmicas; presença de espécies ameaçadas de extinção; flora peculiar; elementos faunísticos provenientes de países vizinhos (no caso, Argentina e Uruguai); presença de habitats variados; presença de ambientes únicos no país (no caso, banhados salinos do estuário da Laguna dos Patos); e presença de populações numerosas de espécies aquáticas e migratórias (Brasil, 2000).

Todos os biomas brasileiros estão sendo contemplados por estes estudos, em cumprimento às obrigações do país junto à Convenção sobre Diversidade Biológica, firmada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD (Rio-92). O MMA, a partir do Mapa dos Biomas Brasileiros, elaborado em colaboração com o IBGE, também realiza uma avaliação

da vegetação natural remanescente em cada bioma brasileiro. O mapa dos remanescentes, essencial na análise de lacunas sobre a cobertura dada pelas UC's em todo o território nacional, e também o mapa das áreas prioritárias, devem ser a base para a proposição de novas unidades, especialmente no Cerrado, na Caatinga e nos Campos Sulinos, que carecem de parques e reservas estratégicos e efetivos (Silva, 2005) (Figura 27).

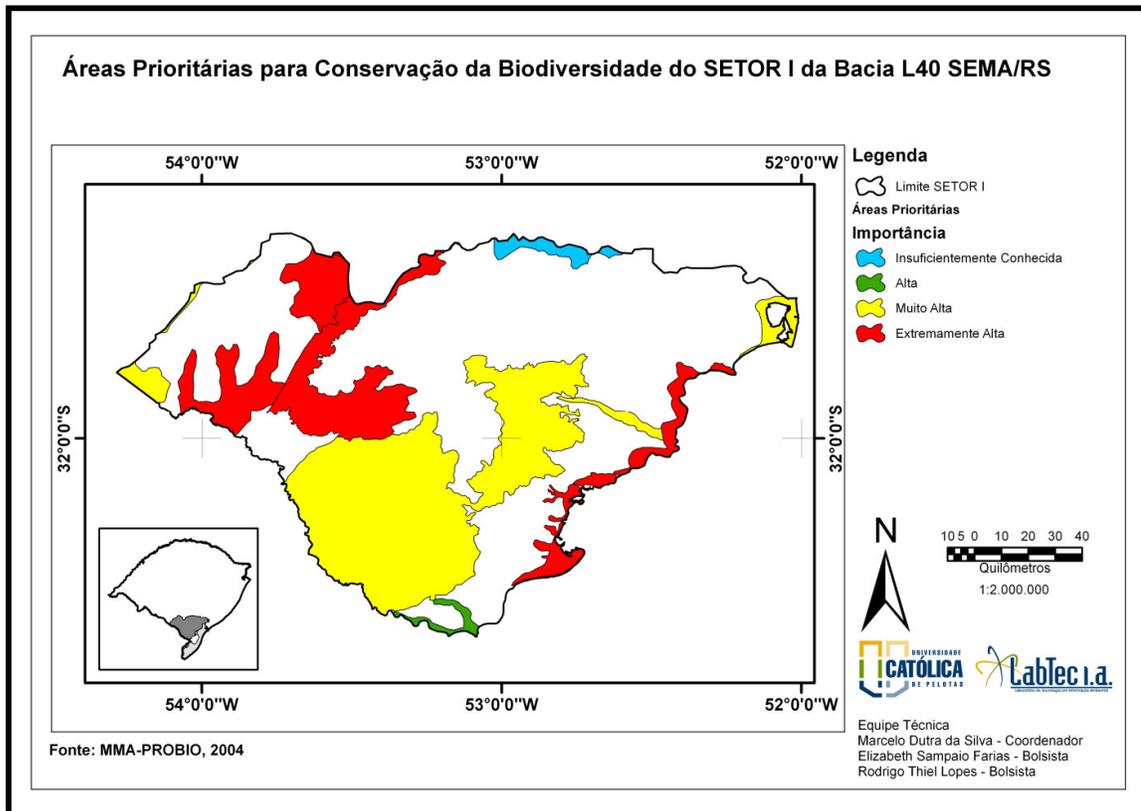


Figura 26 - Áreas prioritárias para a conservação do Setor I SEMA/RS.
 Fonte: MMA – PROBIO, 2004.

4.2 Sistema de Apoio à Decisão – Segunda Etapa

4.2.1 Análise Espacial Supervisionada – *Overlay*

A análise espacial dos planos temáticos em um único sistema de coordenadas foi possível a partir da classificação dos planos e sobreposição dos mesmos em uma única base. No processo de classificação as unidades temáticas receberam valores segundo suas características — numa escala de intensidade dos efeitos, onde os valores atribuídos variaram de um a cinco. Assim, situações de relevo mais dobrados

e susceptíveis ao processo erosivo receberam valores próximos ou iguais a cinco. Precipitações pouco intensas ou de baixo poder erosivo receberam valores próximos ou iguais a um. Solos bastante susceptíveis ou de fácil erosão receberam valores próximos ou iguais a cinco. Vegetação densa (floresta) ou de baixa densidade (campo) receberam valores de acordo com a capacidade de manter o solo coberto em seu estado natural, então áreas de cobertura densa receberam valores próximos ou igual a cinco. Por último, as áreas prioritárias para a conservação, onde, quanto mais crítica o status de conservação ou importância ecológica maior é a importância da área para o processo de conservação e unidades assim receberam valores próximos ou iguais a cinco.

4.2.1.1 Predisposição à erosão dos modelados

No processo de classificação por predisposição ao processo erosivo do plano temático geomorfologia destacam-se no Setor I a concentração das áreas mais sensíveis, ou seja, de maior sensibilidade ao processo erosivo justamente sobre os terrenos dobrados do complexo cristalino do Escudo Sul-riograndense e sobre os terrenos coxilhosos e arenosos da Depressão Central Gaúcha. As áreas menos sensíveis do ponto de vista geomorfológico estão na Planície Costeira, a leste, pois mesmo que igualmente arenosos são planos e relativamente estáveis, ou seja, oferecem pouca energia de deslocamento à drenagem superficial (Figura 28).

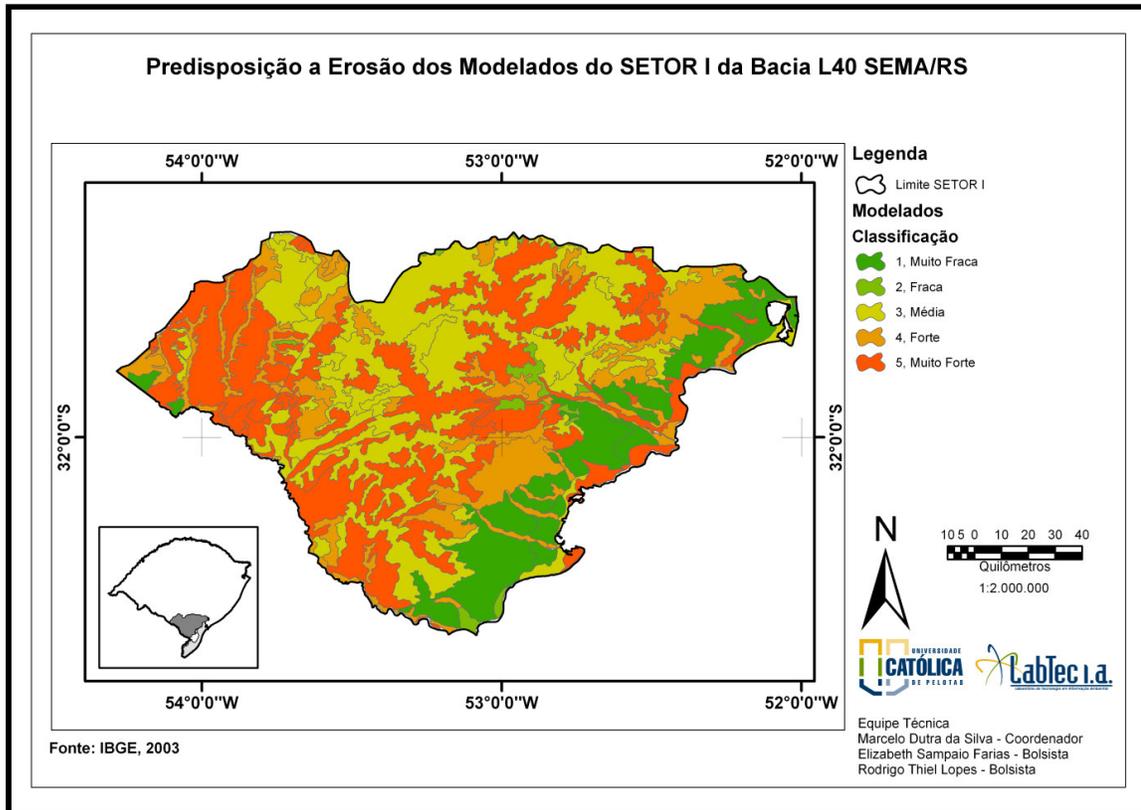


Figura 27 - Predisposição à erosão dos modelados no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS.
 Fonte: IBGE, 2003.

4.2.1.2 Potencial Erosivo da Precipitação

Para a classificação deste tema foram reunidos os planos de precipitação com intensidade erosiva nos períodos de El Niño, La Niña e Ano Neutro, a partir dos quais foi admitida uma média entre os valores de cada período.

Os valores de maior intensidade erosiva se concentram do centro para o norte da região, onde predominam os valores de forte a muito forte. Esse tipo de precipitação está concentrado justamente sobre os terrenos mais dobrados do Setor I, sobre a região geomorfológica do Escudo Sul-riograndense e pode promover grandes perdas se nessas situações o solo for mantido descoberto.

Os valores de erosividade média predominam por toda a porção oeste, sobre os terrenos coxilhosos e arenosos da Depressão Central Gaúcha, sobre terrenos que também apresentam grande sensibilidade morfodinâmica, com valores que variam de média a elevada predisposição à erosão.

Os valores de erosividade fraca e muito fraca estão distribuídas em faixas que se estendem por toda a porção litoral (leste) e norte do Setor I e já que estes terrenos apresentam um modelado com menor predisposição à erosão os efeitos são potencialmente menores, salvo a porção norte que está condicionada, em parte, a terrenos sensíveis ao processo erosivo (Figura 28).

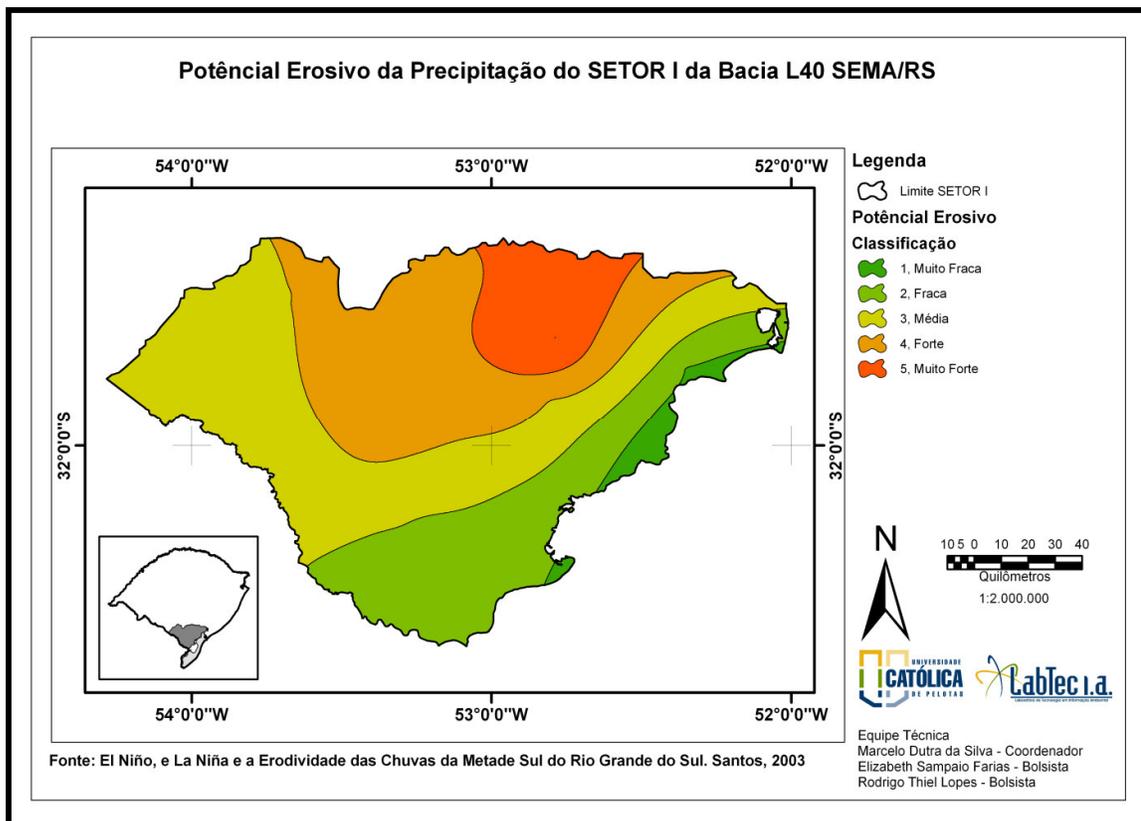


Figura 28 - Potencial erosivo da precipitação no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS.
Fonte: SANTOS, 2003.

4.2.1.3 Erodibilidade das Classes de Solo

No que tange os valores de erodibilidade dos solos os mais sensíveis ao processo erosivo se apresentaram junto aos terrenos coxilhosos e arenosos da Depressão Central e Planície Costeira. Os valores mais elevados, ou seja, de erodibilidade 5 (muito forte) estão justamente sobre um dos terrenos mais instáveis do Setor I, onde a sensibilidade morfodinâmica é elevada e a precipitação erosiva entre média e forte, sugerindo para essas áreas um potencial erosivo bastante

elevado, que reflete num maior risco ambiental, onde o manejo da terra exige cuidados especiais e se possível com o solo permanentemente coberto.

Os solos de menor sensibilidade ou de baixa erodibilidade, maioria, se estendem por praticamente todo o Setor I. Esses solos cobrem tanto os terrenos dobrados e sensíveis do Escudo, quanto os terrenos planos e pouco sensíveis da Planície Costeira. Dentre essa duas situações a de maior risco (erodibilidade) fica por conta dos solos assentados sobre o Escudo, em especial na porção que recebe o impacto das chuvas de maior intensidade erosiva, mais outra situação que leva a necessidade de manter o solo permanentemente coberto (Figura 29).

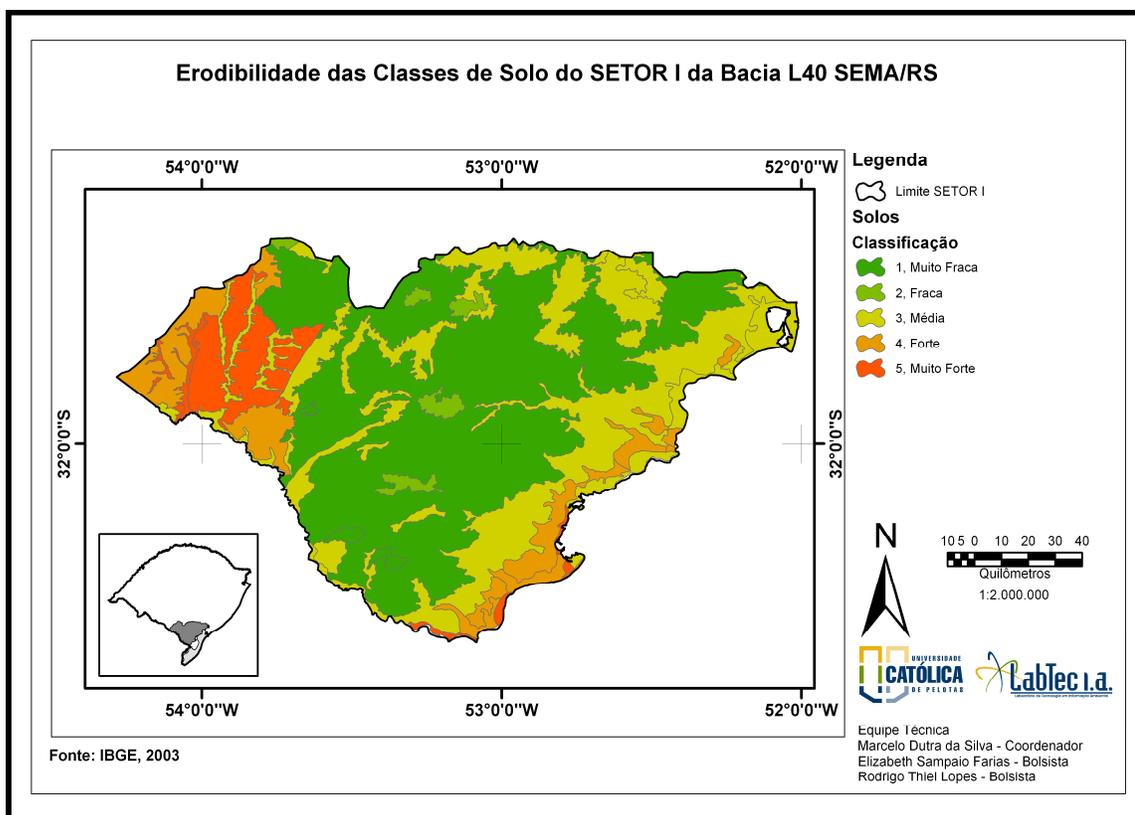


Figura 29 - Erodibilidade dos solos no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS.
 Fonte: IBGE, 2003.

4.2.1.4 Qualidade da Cobertura Vegetal

Com relação aos tipos vegetais que ocorre no Setor I observa-se certa afinidade entre a distribuição e qualidade de cobertura que esta vegetação apresenta e os tipos físicos que compõem os terrenos deste setor.

Sobre as formas dobradas e suscetíveis à erosão do Escudo ocorrem coberturas tanto florestais quanto mosaicos de floresta e campo, que juntas oferecem boa interceptação ao impacto da chuva erosiva, reduzindo para essas áreas os riscos, desde que mantidas na sua forma de cobertura original. Nessas áreas a alteração ou substituição da cobertura original pode ser de grande impacto, com perdas significativas de solo.

Ademais áreas florestais ou associadas a florestas são de grande importância para a conservação da biodiversidade. As coberturas mais frágeis, ou seja, de baixa interceptação ao impacto da chuva erosiva encontram-se assentadas sobre os terrenos planos e arenosos da Planície Costeira e também sobre os terrenos coxilhosos e arenosos da Depressão Central.

Sobre os terrenos da Planície Costeira o tipo de formação reflete a mais baixa capacidade de interceptação da intensidade erosiva, o que reflete bastante no grau de sensibilidade dessas áreas, potencializado em parte por uma maior sensibilidade dos solos, mesmo que na presença de uma maior estabilidade morfodinâmica e precipitações que se conservam na faixa de baixa intensidade erosiva.

Sobre os terrenos da Depressão Central ocorrem tipos vegetais campestres de densidade de cobertura média e fraca. Condição que oferece pouca resistência ao impacto erosivo das chuvas, que nesta área se apresenta com média erosividade. Fatores que quando combinados a elevada sensibilidade morfodinâmica dos terrenos e a presença de solo altamente susceptíveis à erosão podem repercutir em perdas ou impactos significativos para o sistema, especialmente quando é submetido a usos nada ajustados a verdadeira vocação agrícola desses terrenos, exigindo das práticas atenção especial quanto ao manejo aplicado.

Ademais, o sistema campo é de grande importância para conservação da biodiversidade e inúmeras áreas são consideradas prioritárias, de maneira que a sensibilidade ou os riscos de transformação oferecidos pelo uso nos ambientes cobertos pelo campo ou qualquer outro tipo de cobertura podem e devem ser avaliados, também, do ponto de vista de sua riqueza ecológica ou importância para a conservação da biodiversidade (Figura 30).

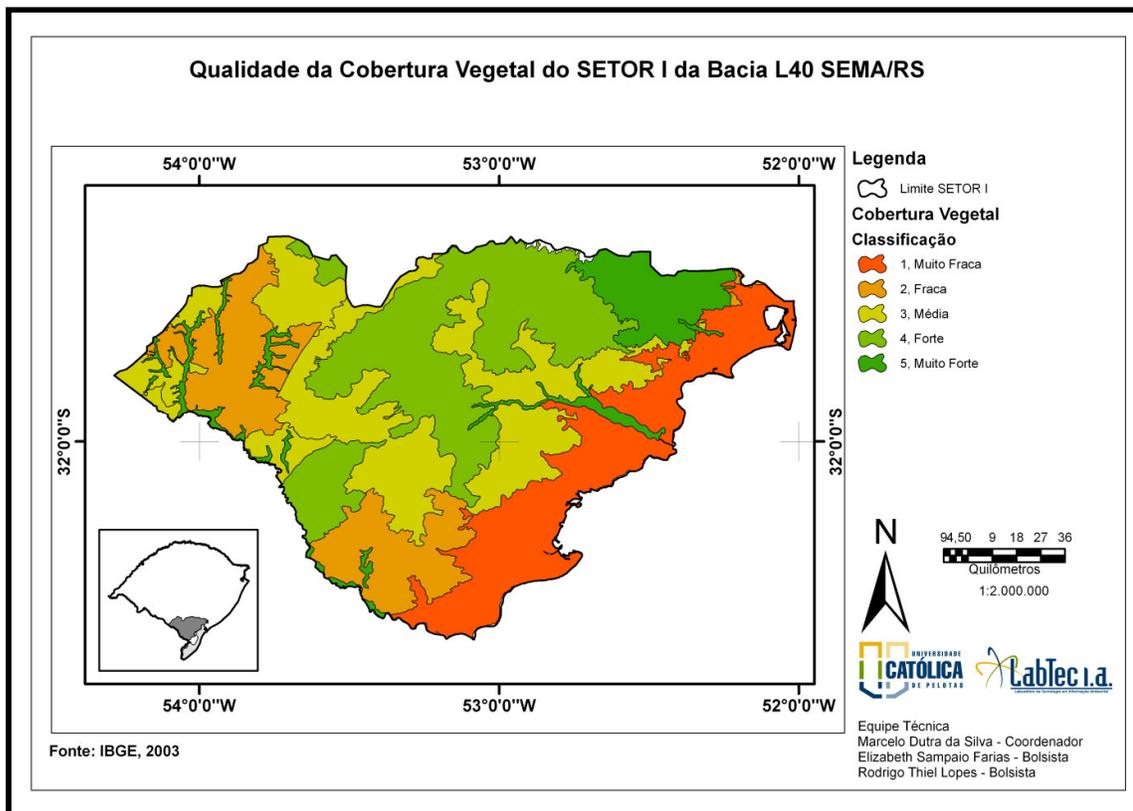


Figura 30 - Qualidade da cobertura vegetal no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS.
 Fonte: IBGE, 2003.

4.2.1.5 Áreas Prioritárias à Conservação

Em levantamento realizado pelo programa Probio do MMA (2007) foram destacadas para o Rio Grande do Sul inúmeras áreas ou sistemas classificados como prioritários para a conservação da biodiversidade. As áreas foram selecionadas conforme sua importância para a conservação, neste caso expressa pela composição da flora e da fauna associada.

Quando a classificação é ajustada para o Setor I destacam-se prioridades de alta relevância na região de Candiota, na Coxilha de Pedras Altas e na margem do sistema Patos/Mirim/São Gonçalo. Em todas essas áreas ocorrem espécies importantes ou estratégicas para a conservação, algumas porque são raras, outras porque são endêmicas e várias porque estão em estado crítico de ameaça, a maior parte delas em ambientes frágeis, de fácil alteração.

Considerando as áreas mais críticas ou de maior relevância para a conservação as mesmas ocorrem sobre terrenos geomorfologicamente predispostos

à erosão, sob faixas de precipitação erosiva que variam de média a fraca e algumas delas sobre solos sensíveis de elevada erodibilidade. O destaque fica por conta da região de Bagé, que além de reunir a maior parte das sensibilidades também é coberta por vegetação campestre que oferece baixa resistência ao impacto erosivo da precipitação. Regiões como essa quando ocupadas ou mal manejadas podem sofrer graves transformações, além submeter as espécies a uma condição de risco potencialmente maior (Figura 31).

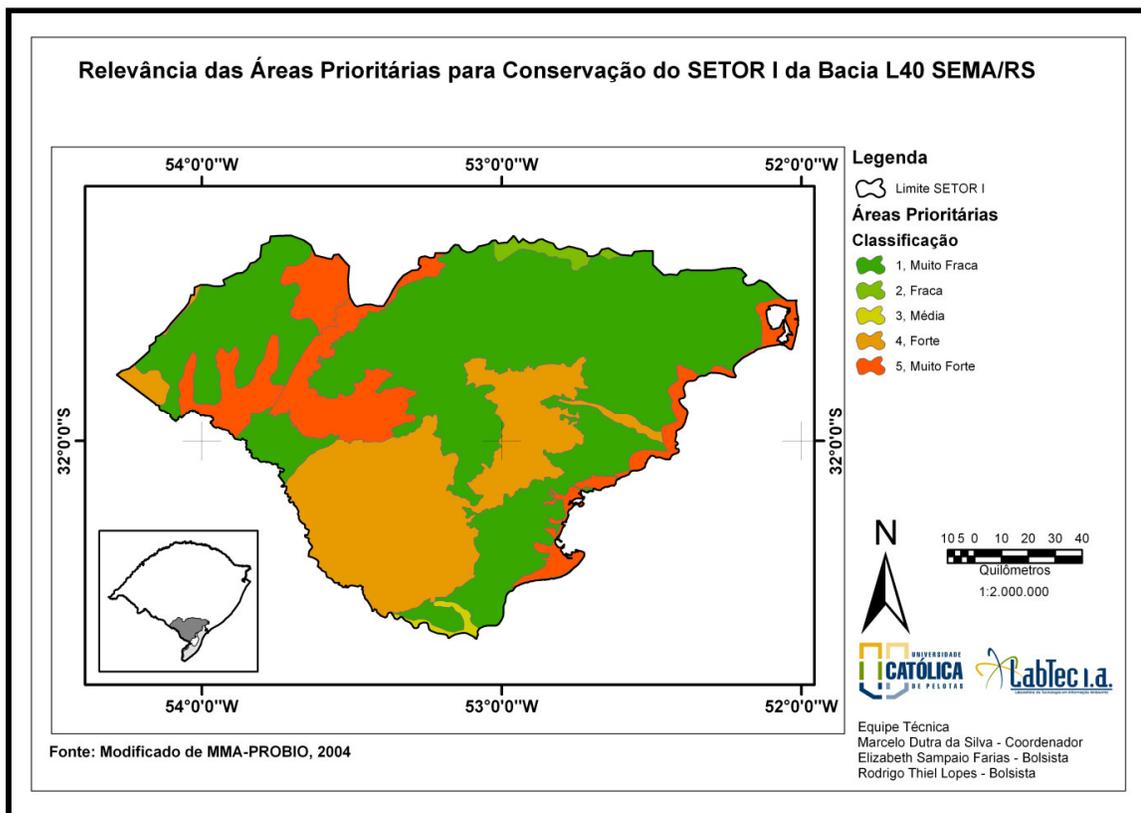


Figura 31 – Relevância das áreas prioritárias à conservação no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS. Fonte: MMA – PROBIO, 2004.

4.3 Plano de Coordenadas - Grid

A partir da classificação dos temas os mesmos foram reunidos, sobrepostos e ordenados sobre um mesmo plano de informações compondo o que aqui se convencionou chamar de plano de coordenadas (Figura 32).

O plano de coordenadas resulta da interação geográfica de inúmeros pontos de coordenadas relacionando, em cada ponto (organização topológica), os valores correspondentes a classificação dos temas, que ordenados em seções numéricas de

linhas e colunas (organização corológica) e submetidos ao cálculo do Ifa expressaram, para cada um desses pontos, o valor de fragilidade ambiental e ou/sensibilidade ecológica dos terrenos.

O plano de coordenadas foi articulado em 26 seções, onde cada seção corresponde a uma linha de dados trazendo: os pontos, as coordenadas dos pontos, a classificação temática dos pontos e os valores de Ifa gerados para cada um dos pontos. Todos os dados gerados podem ser observados na seqüência de 26 tabelas mostradas a seguir, da 21 a 46.

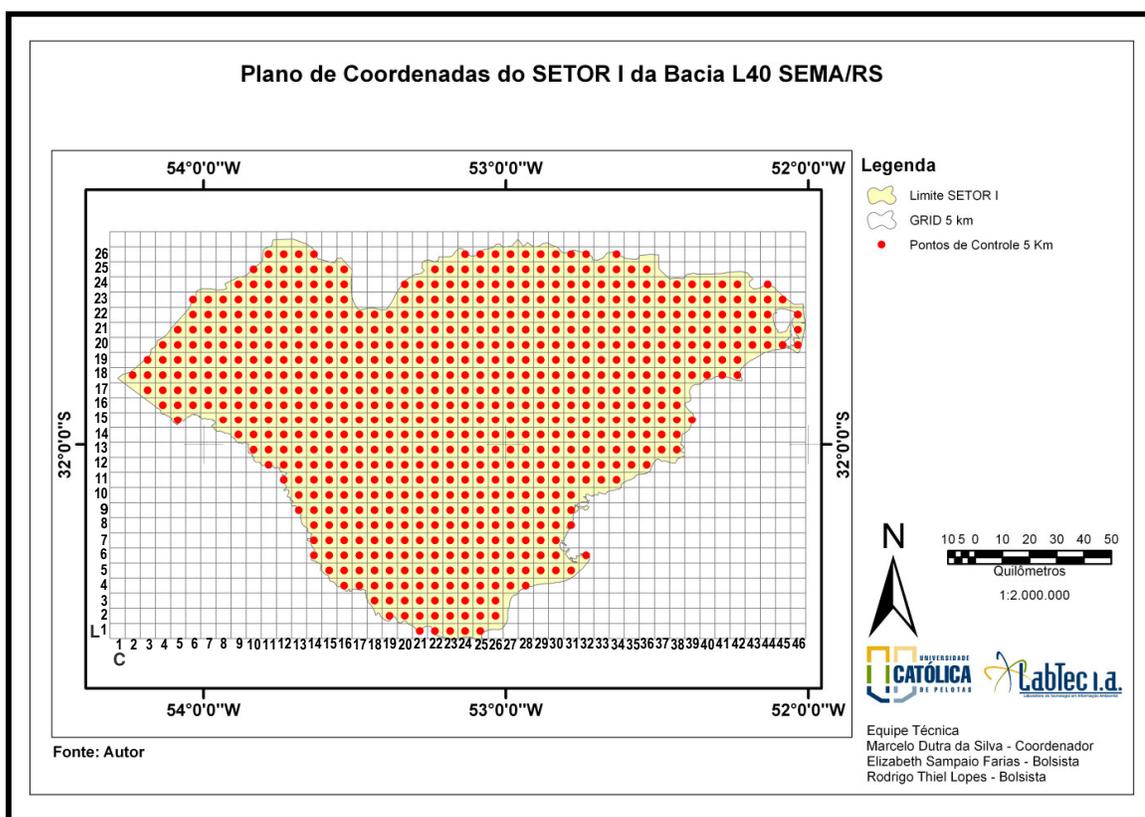


Figura 32 - Distribuição dos pontos de controle no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS.
 Fonte: Resultado de pesquisa.

Tabela 21- Análise da 1ª seção de coordenadas - Articulação L1/C21 – L1/C25

Ponto	Coordenadas	Geomorfológico		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₁ /C ₂₂	53°14'W32°36'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁ /C ₂₃	53°11'W32°36'S	2	Fra	2	Fra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,05
L ₁ /C ₂₄	53°08'W32°36'S	2	Fra	2	Fra	4	For	1	MFra	3	Med	0,14
L ₁ /C ₂₅	53°05'W32°36'S	4	For	2	Fra	5	MFor	1	MFra	3	Med	0,34

Fonte: Resultados de pesquisa.

Tabela 22 - Análise da 2ª seção de coordenadas – Articulação L2/C19 – L2/C26

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₂ /C ₁₉	53°23'W32°33'S	4	For	2	Fra	3	Med	5	MFor	4	For	0,05
L ₂ /C ₂₀	53°20'W32°33'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	2	Fra	1	MFra	0,01
L ₂ /C ₂₁	53°17'W32°33'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂ /C ₂₂	53°14'W32°33'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂ /C ₂₃	53°11'W32°33'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂ /C ₂₄	53°08'W32°33'S	2	Fra	2	Fra	4	For	1	MFra	3	Med	0,12
L ₂ /C ₂₅	53°05'W32°33'S	1	MFra	2	Fra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂ /C ₂₆	53°02'W32°33'S	1	MFra	2	Fra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 23 - Análise da 3ª seção de coordenadas – Articulação L3/C18 – L3/C26

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₃ /C ₁₈	53°26'W32°30'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₃ /C ₁₉	53°23'W32°30'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₃ /C ₂₀	53°20'W32°30'S	3	Med	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,07
L ₃ /C ₂₁	53°17'W32°30'S	3	Med	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,07
L ₃ /C ₂₂	53°14'W32°30'S	3	Med	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,07
L ₃ /C ₂₃	53°11'W32°30'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₃ /C ₂₄	53°08'W32°30'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₃ /C ₂₅	53°05'W32°30'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₃ /C ₂₆	53°02'W32°30'S	1	MFra	2	Fra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 24 - Análise da 4ª seção de coordenadas – Articulação L4/C16 – L4/C28

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₄ /C ₁₆	53°32'W32°27'S	4	For	2	Fra	3	Med	5	MFor	4	For	0,06
L ₄ /C ₁₇	53°29'W32°27'S	4	For	2	Fra	3	Med	5	MFor	4	For	0,06
L ₄ /C ₁₈	53°26'W32°27'S	5	MFor	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,08
L ₄ /C ₁₉	53°23'W32°27'S	5	MFor	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,08
L ₄ /C ₂₀	53°20'W32°27'S	3	Med	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,05
L ₄ /C ₂₁	53°17'W32°27'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	4	For	0,06
L ₄ /C ₂₂	53°14'W32°27'S	3	Med	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,05
L ₄ /C ₂₃	53°11'W32°27'S	3	Med	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,05
L ₄ /C ₂₄	53°08'W32°27'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	4	For	0,06
L ₄ /C ₂₅	53°05'W32°27'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₄ /C ₂₆	53°02'W32°27'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₄ /C ₂₇	52°59'W32°27'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₄ /C ₂₈	53°56'W32°27'S	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	5	MFor	0,30

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 25 - Análise da 5ª seção de coordenadas – Articulação L5/C15 – L5/C31

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₅ /C ₁₅	53°35'W32°24'S	4	For	2	Fra	3	Med	5	MFor	4	For	0,06
L ₅ /C ₁₆	53°32'W32°24'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₅ /C ₁₇	53°29'W32°24'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₅ /C ₁₈	53°26'W32°24'S'	4	For	2	Fra	3	Med	2	Fra	4	For	0,16
L ₅ /C ₁₉	53°23'W32°24'S	5	For	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₅ /C ₂₀	53°20'W32°24'S	3	MFor	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,05
L ₅ /C ₂₁	53°17'W32°24'S	3	MFor	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,05
L ₅ /C ₂₂	53°14'W32°24'S	5	Med	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,08
L ₅ /C ₂₃	53°11'W32°24'S	5	Med	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,08
L ₅ /C ₂₄	53°08'W32°24'S	3	MFor	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,05
L ₅ /C ₂₅	53°05'W32°24'S	1	MFor	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₅ /C ₂₆	53°02'W32°24'S	1	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₅ /C ₂₇	52°59'W32°24'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₅ /C ₂₈	52°56'W32°24'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₅ /C ₂₉	52°53'W32°24'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₅ /C ₃₀	52°50'W32°24'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	5	MFor	0,10
L ₅ /C ₃₁	52°47'W32°24'S	5	MFra	1	MFra	5	MFor	1	MFra	5	MFor	0,60

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 26 - Análise da 6ª seção de coordenadas – Articulação L6/C15 – L6/C32

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₆ /C ₁₅	53°35'W32°21'S	4	For	2	Fra	3	Med	5	MFor	4	For	0,06
L ₆ /C ₁₆	53°32'W32°21'S	3	Med	2	Fra	4	For	2	Fra	4	For	0,14
L ₆ /C ₁₇	53°29'W32°21'S	3	Med	2	Fra	4	For	2	Fra	4	For	0,14
L ₆ /C ₁₈	53°26'W32°21'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₆ /C ₁₉	53°23'W32°21'S	4	For	2	Fra	3	Med	2	Fra	4	For	0,16
L ₆ /C ₂₀	53°20'W32°21'S	4	For	2	Fra	3	Med	5	MFor	4	For	0,06
L ₆ /C ₂₁	53°17'W32°21'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₆ /C ₂₂	53°14'W32°21'S	3	Med	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,07
L ₆ /C ₂₃	53°11'W32°21'S	5	MFor	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,08
L ₆ /C ₂₄	53°08'W32°21'S	3	Med	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,05
L ₆ /C ₂₅	53°05'W32°21'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	4	For	0,06
L ₆ /C ₂₆	53°02'W32°21'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	4	For	0,06
L ₆ /C ₂₇	52°59'W32°21'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	4	For	0,06
L ₆ /C ₂₈	52°56'W32°21'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₆ /C ₂₉	52°53'W32°21'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₆ /C ₃₀	52°50'W32°21'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₆ /C ₃₂	52°44'W32°21'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 27 - Análise da 7ª seção de coordenadas – Articulação L7/C14 – L7/C30

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₇ /C ₁₄	53°38'W32°18'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	4	For	4	For	0,06
L ₇ /C ₁₅	53°35'W32°18'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	4	For	4	For	0,06
L ₇ /C ₁₆	53°32'W32°18'S	3	Med	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,07
L ₇ /C ₁₇	53°29'W32°18'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12

L ₇ /C ₁₈	53°26'W32°18'S	3	Med	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,07
L ₇ /C ₁₉	53°23'W32°18'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₇ /C ₂₀	53°20'W32°18'S	3	Med	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,07
L ₇ /C ₂₁	53°17'W32°18'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,08
L ₇ /C ₂₂	53°14'W32°18'S	3	Med	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,07
L ₇ /C ₂₃	53°11'W32°18'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₇ /C ₂₄	53°08'W32°18'S	4	For	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,06
L ₇ /C ₂₅	53°05'W32°18'S	3	Med	1	MFra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,05
L ₇ /C ₂₆	53°02'W32°18'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₇ /C ₂₇	52°59'W32°18'S	4	For	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,06
L ₇ /C ₂₈	53°56'W32°18'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₆ /C ₂₉	53°53'W32°18'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₆ /C ₃₀	53°50'W32°18'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 28 - Análise da 8ª seção de coordenadas – Articulação L8/C14 – L8/C30

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₈ /C ₁₄	53°38'W32°15'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	4	For	4	For	0,06
L ₈ /C ₁₅	53°35'W32°15'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	4	For	4	For	0,06
L ₈ /C ₁₆	53°32'W32°15'S	4	For	2	Fra	1	MFra	4	For	4	For	0,05
L ₈ /C ₁₇	53°29'W32°15'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₈ /C ₁₈	53°26'W32°15'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₈ /C ₁₉	53°23'W32°15'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₈ /C ₂₀	53°20'W32°15'S	5	MFor	2	Fra	3	Med	3	Med	4	For	0,13
L ₈ /C ₂₁	53°17'W32°15'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₈ /C ₂₂	53°14'W32°15'S	4	For	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,10
L ₈ /C ₂₃	53°11'W32°15'S	4	For	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,10
L ₈ /C ₂₄	53°08'W32°15'S	3	Med	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,07
L ₈ /C ₂₅	53°05'W32°15'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₈ /C ₂₆	53°02'W32°15'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₈ /C ₂₇	52°59'W32°15'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₈ /C ₂₈	52°56'W32°15'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₈ /C ₂₉	52°53'W32°15'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₈ /C ₃₀	52°50'W32°15'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	5	MFor	0,10

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 29 - Análise da 9ª seção de coordenadas – Articulação L9/C14 – L9/C31

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₉ /C ₁₄	53°38'W32°12'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	4	For	4	For	0,06
L ₉ /C ₁₅	53°35'W32°12'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	4	For	4	For	0,06
L ₉ /C ₁₆	53°32'W32°12'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	4	For	4	For	0,06
L ₉ /C ₁₇	53°29'W32°12'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	4	For	4	For	0,06
L ₉ /C ₁₈	53°26'W32°12'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₉ /C ₁₉	53°23'W32°12'S	3	Med	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,05
L ₉ /C ₂₀	53°20'W32°12'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,08
L ₉ /C ₂₁	53°17'W32°12'S	3	Med	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,05

L ₉ /C ₂₂	53°14'W32°12'S	5	MFor	2	Fra	3	Med	3	Med	4	For	0,13
L ₉ /C ₂₃	53°11'W32°12'S	4	For	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,10
L ₉ /C ₂₄	53°08'W32°12'S	4	For	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,10
L ₉ /C ₂₅	53°05'W32°12'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₉ /C ₂₆	53°02'W32°12'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₉ /C ₂₇	52°59'W32°12'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₉ /C ₂₈	52°56'W32°12'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₉ /C ₃₉	52°53'W32°12'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₉ /C ₃₀	52°50'W32°12'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₉ /C ₃₁	52°47'W32°12'S	3	Med	1	MFra	5	MFor	1	MFra	5	MFor	0,36

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 30 - Análise da 10ª seção de coordenadas – Articulação L10/C13 – L10/C31

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₁₀ /C ₁₃	53°41'W32°09'S	5	MFor	2	Fra	3	Med	4	For	4	For	0,10
L ₁₀ /C ₁₄	53°38'W32°09'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	4	For	4	For	0,06
L ₁₀ /C ₁₅	53°35'W32°09'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	4	For	0,08
L ₁₀ /C ₁₆	53°32'W32°09'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	4	For	0,08
L ₁₀ /C ₁₇	53°29'W32°09'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	4	For	0,08
L ₁₀ /C ₁₈	53°26'W32°09'S	3	Med	3	Med	1	MFra	2	Fra	4	For	0,10
L ₁₀ /C ₁₉	53°23'W32°09'S	3	Med	3	Med	2	Fra	3	Med	4	For	0,08
L ₁₀ /C ₂₀	53°20'W32°09'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₀ /C ₂₁	53°17'W32°09'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,08
L ₁₀ /C ₂₂	53°14'W32°09'S	4	For	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,10
L ₁₀ /C ₂₃	53°11'W32°09'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	2	Fra	4	For	0,12
L ₁₀ /C ₂₄	53°08'W32°09'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₀ /C ₂₅	53°05'W32°09'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₀ /C ₂₆	53°02'W32°09'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₀ /C ₂₇	52°59'W32°09'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₀ /C ₂₈	52°56'W32°09'S	4	For	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,08
L ₁₀ /C ₃₉	52°53'W32°09'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₀ /C ₃₀	52°50'W32°09'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₀ /C ₃₁	52°47'W32°09'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 31 - Análise da 11ª seção de coordenadas – Articulação L11/C12 – L11/C34

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₁₁ /C ₁₂	53°44'W32°06'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₁ /C ₁₃	53°41'W32°06'S	5	MFor	3	Med	3	Med	4	For	4	For	0,12
L ₁₁ /C ₁₄	53°38'W32°06'S	3	Med	3	Med	1	MFra	4	For	4	For	0,05
L ₁₁ /C ₁₅	53°35'W32°06'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	4	For	0,08
L ₁₁ /C ₁₆	53°32'W32°06'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	4	For	0,08
L ₁₁ /C ₁₇	53°29'W32°06'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₁ /C ₁₈	53°26'W32°06'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₁ /C ₁₉	53°23'W32°06'S	5	MFor	3	Med	2	Fra	3	Med	4	For	0,13
L ₁₁ /C ₂₀	53°20'W32°06'S	5	MFor	3	Med	2	Fra	3	Med	4	For	0,13
L ₁₁ /C ₂₁	53°17'W32°06'S	5	MFor	3	Med	2	Fra	3	Med	4	For	0,13
L ₁₁ /C ₂₂	53°14'W32°06'S	5	MFor	3	Med	2	Fra	3	Med	4	For	0,13

L ₁₁ /C ₂₃	53°11'W32°06'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₁ /C ₂₄	53°08'W32°06'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₁ /C ₂₅	53°05'W32°06'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₁ /C ₂₆	53°02'W32°06'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₁ /C ₂₇	52°59'W32°06'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₁ /C ₂₈	52°56'W32°06'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₁ /C ₂₉	52°53'W32°06'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₁ /C ₃₀	52°50'W32°06'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₁ /C ₃₁	52°47'W32°06'S	4	For	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,08
L ₁₁ /C ₃₂	52°44'W32°06'S	1	MFra	1	MFor	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₁ /C ₃₃	52°41'W32°06'S	5	MFor	1	MFor	3	Med	1	MFra	5	MFor	0,40
L ₁₁ /C ₃₄	52°38'W32°06'S	5	MFor	1	MFor	3	Med	1	MFra	5	MFor	0,40

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 32 - Análise da 12ª seção de coordenadas – Articulação L12/C12 – L12/C36

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₁₂ /C ₁₂	53°44'W32°03'S	3	Med	3	Med	4	For	3	Med	1	MFra	0,03
L ₁₂ /C ₁₃	53°41'W32°03'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₂ /C ₁₄	53°38'W32°03'S	5	MFor	3	Med	3	Med	4	For	4	For	0,12
L ₁₂ /C ₁₅	53°35'W32°03'S	3	Med	3	Med	1	MFra	4	For	4	For	0,05
L ₁₂ /C ₁₆	53°32'W32°03'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	4	For	0,08
L ₁₂ /C ₁₇	53°29'W32°03'S	3	Med	3	Med	1	MFra	4	For	4	For	0,05
L ₁₂ /C ₁₈	53°26'W32°03'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₂ /C ₁₉	53°23'W32°03'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₂ /C ₂₀	53°20'W32°03'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,11
L ₁₂ /C ₂₁	53°17'W32°03'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₂ /C ₂₂	53°14'W32°03'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,11
L ₁₂ /C ₂₃	53°11'W32°03'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₂ /C ₂₄	53°08'W32°03'S	3	Med	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,01
L ₁₂ /C ₂₅	53°05'W32°03'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₂ /C ₂₆	53°02'W32°03'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₂ /C ₂₇	52°59'W32°03'S	4	For	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,09
L ₁₂ /C ₂₈	52°56'W32°03'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₂ /C ₂₉	52°53'W32°03'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₂ /C ₃₀	52°50'W32°03'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₂ /C ₃₁	52°47'W32°03'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₂ /C ₃₂	52°44'W32°03'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₂ /C ₃₃	52°41'W32°03'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₂ /C ₃₄	52°38'W32°03'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₂ /C ₃₅	52°35'W32°03'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₂ /C ₃₆	52°32'W32°03'S	5	MFor	1	MFra	3	Med	1	MFra	5	MFor	0,40

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 33 - Análise da 13ª seção de coordenadas – Articulação L13/C10 – L13/C38

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₁₃ /C ₁₀	53°50'W32°00'S	3	Med	3	Med	4	For	3	Med	1	MFra	0,03
L ₁₃ /C ₁₁	53°47'W32°00'S	3	Med	3	Med	4	For	3	Med	1	MFra	0,03
L ₁₃ /C ₁₂	53°44'W32°00'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₁₃	53°41'W32°00'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₁₄	53°38'W32°00'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₁₅	53°35'W32°00'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	4	For	0,08

L ₁₃ /C ₁₆	53°32'W32°00'S	3	Med	3	Med	1	MFra	4	For	4	For	0,05
L ₁₃ /C ₁₇	53°29'W32°00'S	5	MFor	3	Med	3	Med	4	For	4	For	0,12
L ₁₃ /C ₁₈	53°26'W32°00'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,08
L ₁₃ /C ₁₉	53°23'W32°00'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,08
L ₁₃ /C ₂₀	53°20'W32°00'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₃ /C ₂₁	53°17'W32°00'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₃ /C ₂₂	53°14'W32°00'S	3	Med	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,01
L ₁₃ /C ₂₃	53°11'W32°00'S	4	For	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₂₄	53°08'W32°00'S	4	For	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₂₅	53°05'W32°00'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₂₆	53°02'W32°00'S	4	For	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,09
L ₁₃ /C ₂₇	52°59'W32°00'S	4	For	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,09
L ₁₃ /C ₂₈	52°56'W32°00'S	4	For	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,09
L ₁₃ /C ₂₉	52°53'W32°00'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₃ /C ₃₀	52°50'W32°00'S	5	MFor	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,08
L ₁₃ /C ₃₁	52°47'W32°00'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₃₂	52°44'W32°00'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₃₃	52°41'W32°00'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₃₄	52°38'W32°00'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₃₅	52°35'W32°00'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₃₆	52°32'W32°00'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₃₇	52°29'W32°00'S	1	MFra	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₃ /C ₃₈	52°26'W32°00'S	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	5	MFor	0,40

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 34 - Análise da 14ª seção de coordenadas – Articulação L14/C9 – L14/C38

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₁₄ /C ₉	53°53'W31°57'S	5	MFor	3	Med	4	For	2	Fra	5	MFor	0,35
L ₁₄ /C ₁₀	53°50'W31°57'S	5	MFor	3	Med	4	For	2	Fra	1	MFra	0,07
L ₁₄ /C ₁₁	53°47'W31°57'S	3	Med	3	Med	4	For	2	Fra	1	MFra	0,04
L ₁₄ /C ₁₂	53°44'W31°57'S	5	MFor	3	Med	4	For	3	Med	1	MFra	0,05
L ₁₄ /C ₁₃	53°41'W31°57'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,03
L ₁₄ /C ₁₄	53°38'W31°57'S	4	For	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,11
L ₁₄ /C ₁₅	53°35'W31°57'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,13
L ₁₄ /C ₁₆	53°32'W31°57'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	3	Med	5	Med	0,13
L ₁₄ /C ₁₇	53°29'W31°57'S	5	MFor	4	For	3	Med	3	Med	5	MFor	0,23
L ₁₄ /C ₁₈	53°26'W31°57'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₁₄ /C ₁₉	53°23'W31°57'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₁₄ /C ₂₀	53°20'W31°57'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₄ /C ₂₁	53°17'W31°57'S	5	MFor	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,13
L ₁₄ /C ₂₂	53°14'W31°57'S	5	MFor	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,13
L ₁₄ /C ₂₃	53°11'W31°57'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₄ /C ₂₄	53°08'W31°57'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₄ /C ₂₅	53°05'W31°57'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₄ /C ₂₆	53°02'W31°57'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₄ /C ₂₇	52°59'W31°57'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,11
L ₁₄ /C ₂₈	52°56'W31°57'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,11
L ₁₄ /C ₂₉	52°53'W31°57'S	4	For	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,09
L ₁₄ /C ₃₀	52°50'W31°57'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₄ /C ₃₁	52°47'W31°57'S	3	Med	2	Fra	1	MFra	3	Med	4	For	0,05

L ₁₄ /C ₃₂	52°44'W31°57'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₄ /C ₃₃	52°41'W31°57'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₄ /C ₃₄	52°38'W31°57'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₄ /C ₃₅	52°35'W31°57'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₄ /C ₃₆	52°32'W31°57'S	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	4	For	0,32
L ₁₄ /C ₃₇	52°29'W31°57'S	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,08
L ₁₄ /C ₃₈	52°26'W31°57'S	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	5	MFor	0,40

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 35 - Análise da 15ª seção de coordenadas – Articulação L15/C5 – L15/C39

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₁₅ /C ₅	54°05'W31°54'S	1	MFra	2	Fra	5	MFor	3	Med	1	MFra	0,01
L ₁₅ /C ₈	53°56'W31°54'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,40
L ₁₅ /C ₉	53°53'W31°54'S	5	MFor	3	Med	4	For	2	Fra	5	MFor	0,35
L ₁₅ /C ₁₀	53°50'W31°54'S	5	MFor	3	Med	4	For	2	Fra	1	MFra	0,07
L ₁₅ /C ₁₁	53°47'W31°54'S	3	Med	3	Med	4	For	2	Fra	1	MFra	0,04
L ₁₅ /C ₁₂	53°44'W31°54'S	3	Med	3	Med	4	For	3	Med	1	MFra	0,03
L ₁₅ /C ₁₃	53°41'W31°54'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,13
L ₁₅ /C ₁₄	53°38'W31°54'S	4	Forte	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,11
L ₁₅ /C ₁₅	53°35'W31°54'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,08
L ₁₅ /C ₁₆	53°32'W31°54'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,13
L ₁₅ /C ₁₇	53°29'W31°54'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₁₅ /C ₁₈	53°26'W31°54'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₁₅ /C ₁₉	53°23'W31°54'S	4	For	4	For	3	Med	3	Med	5	MFor	0,19
L ₁₅ /C ₂₀	53°20'W31°54'S	5	MFor	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,17
L ₁₅ /C ₂₁	53°17'W31°54'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₅ /C ₂₂	53°14'W31°54'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₅ /C ₂₃	53°11'W31°54'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₅ /C ₂₄	53°08'W31°54'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₅ /C ₂₅	53°05'W31°54'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₅ /C ₂₆	53°02'W31°54'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₅ /C ₂₇	52°59'W31°54'S	5	MFor	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,13
L ₁₅ /C ₂₈	52°56'W31°54'S	5	MFor	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,13
L ₁₅ /C ₂₉	52°53'W31°54'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,11
L ₁₅ /C ₃₀	52°50'W31°54'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	3	Med	4	For	0,11
L ₁₅ /C ₃₁	52°47'W31°54'S	2	For	3	Med	3	Med	3	Med	4	For	0,06
L ₁₅ /C ₃₂	52°44'W31°54'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₅ /C ₃₃	52°41'W31°54'S	4	For	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,08
L ₁₅ /C ₃₄	52°38'W31°54'S	4	For	2	Fra	3	Med	5	MFor	4	For	0,06
L ₁₅ /C ₃₅	52°35'W31°54'S	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	4	For	0,05
L ₁₅ /C ₃₆	52°32'W31°54'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₅ /C ₃₇	52°29'W31°54'S	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,08
L ₁₅ /C ₃₈	52°26'W31°54'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₅ /C ₃₉	52°23'W31°54'S	5	MFor	1	MFra	3	Med	1	MFra	5	MFor	0,40

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 36 - Análise da 16ª seção de coordenadas – Articulação L16/C4 – L16/C38

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₁₆ /C ₄	54°08'W31°51'S	5	MFor	2	Fra	3	Med	3	Med	4	For	0,13
L ₁₆ /C ₅	54°05'W31°51'S	4	For	2	Fra	5	MFor	5	MFor	1	MFra	0,02

L ₁₆ /C ₆	54°02'W31°51'S	5	MFor	2	Fra	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,35
L ₁₆ /C ₇	53°59'W31°51'S	5	MFor	2	Fra	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,07
L ₁₆ /C ₈	53°56'W31°51'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,40
L ₁₆ /C ₉	53°53'W31°51'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,40
L ₁₆ /C ₁₀	53°50'W31°51'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,40
L ₁₆ /C ₁₁	53°47'W31°51'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,40
L ₁₆ /C ₁₂	53°44'W31°51'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,40
L ₁₆ /C ₁₃	53°41'W31°51'S	5	MFor	3	Med	3	Med	3	Med	5	MFor	0,20
L ₁₆ /C ₁₄	53°38'W31°51'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,08
L ₁₆ /C ₁₅	53°35'W31°51'S	4	For	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,11
L ₁₆ /C ₁₆	53°32'W31°51'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₁₆ /C ₁₇	53°29'W31°51'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₁₆ /C ₁₈	53°26'W31°51'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	5	MFor	0,11
L ₁₆ /C ₁₉	53°23'W31°51'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	5	MFor	0,11
L ₁₆ /C ₂₀	53°20'W31°51'S	5	MFor	4	For	3	Med	4	For	5	MFor	0,18
L ₁₆ /C ₂₁	53°17'W31°51'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₆ /C ₂₂	53°14'W31°51'S	5	MFor	4	For	2	Fra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₆ /C ₂₃	53°11'W31°51'S	5	MFor	4	For	2	Fra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₆ /C ₂₄	53°08'W31°51'S	5	MFor	4	For	2	Fra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₆ /C ₂₅	53°05'W31°51'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₆ /C ₂₆	53°02'W31°51'S	5	MFor	4	For	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,03
L ₁₆ /C ₂₇	52°59'W31°51'S	5	MFor	4	For	3	Med	5	MFor	4	For	0,11
L ₁₆ /C ₂₈	52°56'W31°51'S	5	MFor	4	For	3	Med	5	MFor	4	For	0,11
L ₁₆ /C ₂₉	52°53'W31°51'S	4	For	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,11
L ₁₆ /C ₃₀	52°50'W31°51'S	4	For	3	Med	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,10
L ₁₆ /C ₃₁	52°47'W31°51'S	5	MFor	3	Med	3	Med	5	MFor	4	For	0,10
L ₁₆ /C ₃₂	52°44'W31°51'S	5	MFor	3	Med	3	Med	5	MFor	4	For	0,10
L ₁₆ /C ₃₃	52°41'W31°51'S	4	For	3	Med	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₁₆ /C ₃₄	52°38'W31°51'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₆ /C ₃₅	52°35'W31°51'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₆ /C ₃₆	52°32'W31°51'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₆ /C ₃₇	52°29'W31°51'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₆ /C ₃₈	52°26'W31°51'S	5	MFor	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,08

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 37 - Análise da 17ª seção de coordenadas – Articulação L17/C93 – L17/C38

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₁₇ /C ₃	54°11'W31°48'S	1	MFra	2	Fra	4	For	3	Med	4	For	0,03
L ₁₇ /C ₄	54°08'W31°48'S	5	MFor	2	Fra	4	For	3	Med	4	For	0,16
L ₁₇ /C ₅	54°05'W31°48'S	4	For	2	Fra	5	MFor	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₁₇ /C ₆	54°02'W31°48'S	5	MFor	2	Fra	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,35
L ₁₇ /C ₇	53°59'W31°48'S	5	MFor	2	Fra	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,07
L ₁₇ /C ₈	53°56'W31°48'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,40
L ₁₇ /C ₉	53°53'W31°48'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₁₇ /C ₁₀	53°50'W31°48'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,40
L ₁₇ /C ₁₁	53°47'W31°48'S	4	For	3	Med	3	Med	5	MFor	5	MFor	0,10
L ₁₇ /C ₁₂	53°44'W31°48'S	4	For	3	Med	5	MFor	2	For	5	MFor	0,32
L ₁₇ /C ₁₃	53°41'W31°48'S	4	For	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,11
L ₁₇ /C ₁₄	53°38'W31°48'S	4	For	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₇ /C ₁₅	53°35'W31°48'S	3	Med	3	Med	1	MFra	4	For	1	MFra	0,01
L ₁₇ /C ₁₆	53°32'W31°48'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₇ /C ₁₇	53°29'W31°48'S	5	MFor	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,17
L ₁₇ /C ₁₈	53°26'W31°48'S	5	MFor	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,17
L ₁₇ /C ₁₉	53°23'W31°48'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₇ /C ₂₀	53°20'W31°48'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	5	MFor	0,13
L ₁₇ /C ₂₁	53°17'W31°48'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03

L ₁₇ /C ₂₂	53°14'W31°48'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₇ /C ₂₃	53°11'W31°48'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₇ /C ₂₄	53°08'W31°48'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₇ /C ₂₅	53°05'W31°48'S	5	MFor	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,13
L ₁₇ /C ₂₆	53°02'W31°48'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₇ /C ₂₇	52°59'W31°48'S	5	MFor	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,13
L ₁₇ /C ₂₈	52°56'W31°48'S	4	For	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,11
L ₁₇ /C ₂₉	52°53'W31°48'S	4	For	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,11
L ₁₇ /C ₃₀	52°50'W31°48'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,08
L ₁₇ /C ₃₁	52°47'W31°48'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,08
L ₁₇ /C ₃₂	52°44'W31°48'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,08
L ₁₇ /C ₃₃	52°41'W31°48'S	4	For	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₇ /C ₃₄	52°38'W31°48'S	1	MFor	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,01
L ₁₇ /C ₃₅	52°35'W31°48'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₇ /C ₃₆	52°32'W31°48'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₇ /C ₃₇	52°29'W31°48'S	4	For	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,06
L ₁₇ /C ₃₈	52°26'W31°48'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	5	MFor	0,08

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 38 - Análise da 18ª seção de coordenadas – Articulação L18/C2 – L18/C42

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₁₈ /C ₂	54°14'W31°45'S	4	For	2	Fra	4	For	3	Med	4	For	0,13
L ₁₈ /C ₃	54°11'W31°45'S	4	For	2	Fra	4	For	3	Med	1	MFra	0,03
L ₁₈ /C ₄	54°08'W31°45'S	4	For	2	Fra	5	MFor	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₁₈ /C ₅	54°05'W31°45'S	5	MFor	2	Fra	4	For	3	Med	1	MFra	0,04
L ₁₈ /C ₆	54°02'W31°45'S	5	MFor	2	Fra	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,35
L ₁₈ /C ₇	53°59'W31°45'S	5	MFor	2	Fra	5	MFor	3	Med	1	MFra	0,05
L ₁₈ /C ₈	53°56'W31°45'S	5	MFor	2	Fra	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,35
L ₁₈ /C ₉	53°53'W31°45'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₁₈ /C ₁₀	53°50'W31°45'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₁₈ /C ₁₁	53°47'W31°45'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,40
L ₁₈ /C ₁₂	53°44'W31°45'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₁₈ /C ₁₃	53°41'W31°45'S	3	Med	3	Med	3	Med	3	Med	5	MFor	0,12
L ₁₈ /C ₁₄	53°38'W31°45'S	5	MFor	3	Med	3	Med	3	Med	5	MFor	0,20
L ₁₈ /C ₁₅	53°35'W31°45'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₈ /C ₁₆	53°32'W31°45'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₈ /C ₁₇	53°29'W31°45'S	3	Med	4	For	1	Med	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₈ /C ₁₈	53°26'W31°45'S	3	Med	4	For	1	Med	3	Med	5	MFor	0,10
L ₁₈ /C ₁₉	53°23'W31°45'S	3	Med	4	For	1	Med	3	Med	5	MFor	0,10
L ₁₈ /C ₂₀	53°20'W31°45'S	5	MFor	4	For	1	Med	4	For	1	Med	0,03
L ₁₈ /C ₂₁	53°17'W31°45'S	5	MFor	4	For	1	Med	4	For	1	Med	0,03
L ₁₈ /C ₂₂	53°14'W31°45'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	1	Med	0,02
L ₁₈ /C ₂₃	53°11'W31°45'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	Med	0,02
L ₁₈ /C ₂₄	53°08'W31°45'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	Med	0,03
L ₁₈ /C ₂₅	53°05'W31°45'S	4	For	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,11
L ₁₈ /C ₂₆	53°02'W31°45'S	5	MFor	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,13
L ₁₈ /C ₂₇	52°59'W31°45'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	4	For	0,10
L ₁₈ /C ₂₈	52°56'W31°45'S	2	Fra	5	MFor	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₈ /C ₂₉	52°53'W31°45'S	2	Fra	5	MFor	1	MFra	3	Med	4	For	0,06
L ₁₈ /C ₃₀	52°50'W31°45'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	3	Med	4	For	0,10
L ₁₈ /C ₃₁	52°47'W31°45'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	4	For	0,08
L ₁₈ /C ₃₂	52°44'W31°45'S	3	Med	4	For	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₁₈ /C ₃₃	52°41'W31°45'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₈ /C ₃₄	52°38'W31°45'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₈ /C ₃₅	52°35'W31°45'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₈ /C ₃₆	52°32'W31°45'S	4	For	2	Fra	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02

L ₁₈ /C ₃₇	52°29'W31°45'S	3	Med	2	Fra	3	Med	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₈ /C ₃₈	52°26'W31°45'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₈ /C ₃₉	52°23'W31°45'S	5	MFor	1	MFra	3	Med	1	MFra	5	MFor	0,40
L ₁₈ /C ₄₀	52°20'W31°45'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₈ /C ₄₁	52°17'W31°45'S	4	For	1	MFra	3	Med	1	MFra	5	MFor	0,32

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 39 - Análise da 19ª seção de coordenadas – Articulação L19/C3 – L19/C42

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₁₉ /C ₃	54°11'W31°42'S	4	For	2	Fra	4	For	3	Med	1	MFra	0,03
L ₁₉ /C ₄	54°08'W31°42'S	4	For	2	Fra	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,06
L ₁₉ /C ₅	54°05'W31°42'S	3	Med	2	Fra	4	For	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₆	54°02'W31°42'S	4	For	2	Fra	5	MFor	5	MFor	5	MFor	0,11
L ₁₉ /C ₇	53°59'W31°42'S	5	MFor	2	Fra	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,07
L ₁₉ /C ₈	53°56'W31°42'S	5	MFor	2	Fra	5	MFor	5	MFor	5	MFor	0,14
L ₁₉ /C ₉	53°53'W31°42'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	5	MFor	0,40
L ₁₉ /C ₁₀	53°50'W31°42'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₁₉ /C ₁₁	53°47'W31°42'S	4	For	3	Med	3	Med	5	MFor	5	MFor	0,10
L ₁₉ /C ₁₂	53°44'W31°42'S	4	For	3	Med	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₁₃	53°41'W31°42'S	3	Med	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,05
L ₁₉ /C ₁₄	53°38'W31°42'S	5	MFor	3	Med	3	Med	3	Med	5	MFor	0,20
L ₁₉ /C ₁₅	53°35'W31°42'S	5	MFor	4	For	3	Med	3	Med	5	MFor	0,23
L ₁₉ /C ₁₆	53°32'W31°42'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₁₇	53°29'W31°42'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₁₈	53°26'W31°42'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₁₉	53°23'W31°42'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₉ /C ₂₀	53°20'W31°42'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₉ /C ₂₁	53°17'W31°42'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₂₂	53°14'W31°42'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₂₃	53°11'W31°42'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₂₄	53°08'W31°42'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₂₅	53°05'W31°42'S	5	MFor	4	For	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,03
L ₁₉ /C ₂₆	53°02'W31°42'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₉ /C ₂₇	52°59'W31°42'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₉ /C ₂₈	52°56'W31°42'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₁₉ /C ₂₉	52°53'W31°42'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₃₀	52°50'W31°42'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₃₁	52°47'W31°42'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₃₂	52°44'W31°42'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₃₃	52°41'W31°42'S	4	For	4	For	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,03
L ₁₉ /C ₃₄	52°38'W31°42'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₃₅	52°35'W31°42'S	4	For	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₃₆	52°32'W31°42'S	3	Med	3	Med	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,07
L ₁₉ /C ₃₇	52°29'W31°42'S	3	Med	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,06
L ₁₉ /C ₃₈	52°26'W31°42'S	4	For	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,08
L ₁₉ /C ₃₉	52°23'W31°42'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	3	Med	1	MFra	0,01
L ₁₉ /C ₄₀	52°20'W31°42'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₄₁	52°17'W31°42'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₁₉ /C ₄₂	52°14'W31°42'S	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	1	MFra	0,08

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 40 - Análise da 20ª seção de coordenadas – Articulação L20/C4 – L20/C46

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₂₀ /C ₄	54°08'W31°39'S	5	MFor	2	Fra	4	For	2	Fra	1	MFra	0,06
L ₂₀ /C ₅	54°05'W31°39'S	5	MFor	2	Fra	4	For	2	Fra	1	MFra	0,06
L ₂₀ /C ₆	54°02'W31°39'S	4	For	2	Fra	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,06
L ₂₀ /C ₇	53°59'W31°39'S	5	MFor	2	Fra	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,07
L ₂₀ /C ₈	53°56'W31°39'S	5	MFor	2	Fra	5	MFor	5	MFor	1	MFra	0,03
L ₂₀ /C ₉	53°53'W31°39'S	4	For	3	Med	3	MFor	2	Fra	1	MFra	0,05
L ₂₀ /C ₁₀	53°50'W31°39'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₂₀ /C ₁₁	53°47'W31°39'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₂₀ /C ₁₂	53°44'W31°39'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₂₀ /C ₁₃	53°41'W31°39'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₂₀ /C ₁₄	53°38'W31°39'S	5	MFor	3	Med	3	Med	3	Med	1	MFra	0,04
L ₂₀ /C ₁₅	53°35'W31°39'S	5	MFor	4	For	3	Med	3	Med	5	MFor	0,23
L ₂₀ /C ₁₆	53°32'W31°39'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₁₇	53°29'W31°39'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₁₈	53°26'W31°39'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₁₉	53°23'W31°39'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₂₀	53°20'W31°39'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₂₁	53°17'W31°39'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₂₂	53°14'W31°39'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₂₃	53°11'W31°39'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₂₄	53°08'W31°39'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₂₅	53°05'W31°39'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₂₆	53°02'W31°39'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₀ /C ₂₇	52°59'W31°39'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₂₈	52°56'W31°39'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,04
L ₂₀ /C ₂₉	52°53'W31°39'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₃₀	52°50'W31°39'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₀ /C ₃₁	52°47'W31°39'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₀ /C ₃₂	52°44'W31°39'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₃₃	52°41'W31°39'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₃₄	52°38'W31°39'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₃₅	52°35'W31°39'S	5	MFor	4	For	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,03
L ₂₀ /C ₃₆	52°32'W31°39'S	5	MFor	3	Med	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₃₇	52°29'W31°39'S	4	For	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₃₈	52°26'W31°39'S	3	Med	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,06
L ₂₀ /C ₃₉	52°23'W31°39'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	3	Med	1	MFra	0,01
L ₂₀ /C ₄₀	52°20'W31°39'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₄₁	52°17'W31°39'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₄₂	52°14'W31°39'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₄₃	52°11'W31°39'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₄₄	52°08'W31°39'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₀ /C ₄₅	52°05'W31°39'S	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	5	MFor	0,24
L ₂₀ /C ₄₆	52°02'W31°39'S	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	5	MFor	0,24

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 41 - Análise da 21ª seção de coordenadas – Articulação L21/C5 – L21/C46

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₂₁ /C ₅	54°05'W31°36'S	4	For	2	Fra	5	MFor	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₆	54°02'W31°36'S	5	MFor	2	Fra	4	For	3	Med	1	MFra	0,04
L ₂₁ /C ₇	53°59'W31°36'S	5	MFor	2	Fra	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,07
L ₂₁ /C ₈	53°56'W31°36'S	4	For	2	Fra	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,02

L ₂₁ /C ₉	53°53'W31°36'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₂₁ /C ₁₀	53°50'W31°36'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₂₁ /C ₁₁	53°47'W31°36'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₂₁ /C ₁₂	53°44'W31°36'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₁₃	53°41'W31°36'S	3	Med	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,05
L ₂₁ /C ₁₄	53°38'W31°36'S	3	Med	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,05
L ₂₁ /C ₁₅	53°35'W31°36'S	4	For	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,13
L ₂₁ /C ₁₆	53°32'W31°36'S	5	MFor	4	For	3	Med	3	Med	5	MFor	0,23
L ₂₁ /C ₁₇	53°29'W31°36'S	4	For	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,13
L ₂₁ /C ₁₈	53°26'W31°36'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₁₉	53°23'W31°36'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₂₀	53°20'W31°36'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₂₁	53°17'W31°36'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₂₂	53°14'W31°36'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₂₃	53°11'W31°36'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₂₄	53°08'W31°36'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₂₅	53°05'W31°36'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,04
L ₂₁ /C ₂₆	53°02'W31°36'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₂₇	52°59'W31°36'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₁ /C ₂₈	52°56'W31°36'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₁ /C ₂₉	52°53'W31°36'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₁ /C ₃₀	52°50'W31°36'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₁ /C ₃₁	52°47'W31°36'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₃₂	52°44'W31°36'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₃₃	52°41'W31°36'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₃₄	52°38'W31°36'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₃₅	52°35'W31°36'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₃₆	52°32'W31°36'S	5	MFor	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₁ /C ₃₇	52°29'W31°36'S	4	For	3	Med	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₁ /C ₃₈	52°26'W31°36'S	4	For	3	Med	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₁ /C ₃₉	52°23'W31°36'S	4	For	2	Fra	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₁ /C ₄₀	52°20'W31°36'S	5	MFor	2	Fra	3	Med	3	Med	1	MFra	0,03
L ₂₁ /C ₄₁	52°17'W31°36'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₄₂	52°14'W31°36'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₄₃	52°11'W31°36'S	5	MFor	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,08
L ₂₁ /C ₄₄	52°08'W31°36'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₁ /C ₄₆	52°02'W31°36'S	1	MFra	1	MFra	3	Med	1	MFra	5	MFor	0,08

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 42 - Análise da 22ª seção de coordenadas – Articulação L22/C6 – L22/C46

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₂₂ /C ₆	54°02'W31°33'S	5	MFor	2	Frac	4	For	3	Med	1	MFra	0,04
L ₂₂ /C ₇	53°59'W31°33'S	4	For	2	Frac	5	MFor	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₈	53°56'W31°33'S	4	For	2	Frac	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₉	53°53'W31°33'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₂₂ /C ₁₀	53°50'W31°33'S	4	For	3	Med	3	Med	2	Fra	1	MFra	0,05
L ₂₂ /C ₁₁	53°47'W31°33'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₁₂	53°44'W31°33'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₁₃	53°41'W31°33'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,08
L ₂₂ /C ₁₄	53°38'W31°33'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,08
L ₂₂ /C ₁₅	53°35'W31°33'S	4	For	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,13
L ₂₂ /C ₁₆	53°32'W31°33'S	5	MFor	4	For	3	Med	3	Med	5	MFor	0,23
L ₂₂ /C ₁₇	53°29'W31°33'S	4	For	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,13
L ₂₂ /C ₁₈	53°26'W31°33'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₂₂ /C ₁₉	53°23'W31°33'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₂₀	53°20'W31°33'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02

L ₂₂ /C ₂₁	53°17'W31°33'S	5	MFor	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₂ /C ₂₂	53°14'W31°33'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₂₃	53°11'W31°33'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₂₄	53°08'W31°33'S	3	Med	4	For	2	Fra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₂₅	53°05'W31°33'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	3	Med	1	MFra	0,05
L ₂₂ /C ₂₆	53°02'W31°33'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₂ /C ₂₇	52°59'W31°33'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₂ /C ₂₈	52°56'W31°33'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₂ /C ₂₉	52°53'W31°33'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₃₀	52°50'W31°33'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₂ /C ₃₁	52°47'W31°33'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₂ /C ₃₂	52°44'W31°33'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₃₃	52°41'W31°33'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₃₄	52°38'W31°33'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₃₅	52°35'W31°33'S	5	MFor	4	For	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,03
L ₂₂ /C ₃₆	52°32'W31°33'S	5	MFor	4	For	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,03
L ₂₂ /C ₃₇	52°29'W31°33'S	5	MFor	4	For	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₃₈	52°26'W31°33'S	4	For	3	Med	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₂ /C ₃₉	52°23'W31°33'S	4	For	3	Med	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₂ /C ₄₀	52°20'W31°33'S	4	For	3	Med	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₂ /C ₄₁	52°17'W31°33'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₄₂	52°14'W31°33'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₄₃	52°11'W31°33'S	1	MFra	2	MFra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₂ /C ₄₄	52°08'W31°33'S	1	MFra	2	MFra	3	Med	1	MFra	5	MFor	0,10
L ₂₂ /C ₄₆	52°02'W31°33'S	3	Med	2	MFra	3	Med	1	MFra	5	MFor	0,30

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 43 - Análise da 23ª seção de coordenadas – Articulação L23/C6 – L23/C46

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₂₃ /C ₆	54°02'W31°30'S	5	MFor	2	Fra	4	For	3	Med	4	Frac	0,16
L ₂₃ /C ₇	53°59'W31°30'S	5	MFor	2	Fra	4	For	3	Med	1	MFra	0,04
L ₂₃ /C ₈	53°56'W31°30'S	5	MFor	2	Fra	4	For	3	Med	1	MFra	0,04
L ₂₃ /C ₉	53°53'W31°30'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₂₃ /C ₁₀	53°50'W31°30'S	4	For	3	Med	3	Med	2	Fra	1	MFra	0,05
L ₂₃ /C ₁₁	53°47'W31°30'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₁₂	53°44'W31°30'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₁₃	53°41'W31°30'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₁₄	53°38'W31°30'S	4	For	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,11
L ₂₃ /C ₁₅	53°35'W31°30'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₂₃ /C ₁₆	53°32'W31°30'S	4	For	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,13
L ₂₃ /C ₂₀	53°20'W31°30'S	3	Med	4	For	1	MFor	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₂₁	53°17'W31°30'S	3	Med	4	For	2	Fra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₂₂	53°14'W31°30'S	3	Med	4	For	2	Fra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₂₃	53°11'W31°30'S	5	MFor	4	For	1	MFor	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₃ /C ₂₄	53°08'W31°30'S	5	MFor	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₃ /C ₂₅	53°05'W31°30'S	3	Med	4	For	2	Fra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₂₆	53°02'W31°30'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₃ /C ₂₇	52°59'W31°30'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₃ /C ₂₈	52°56'W31°30'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₂₉	52°53'W31°30'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₃₀	52°50'W31°30'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₃ /C ₃₁	52°47'W31°30'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₃ /C ₃₂	52°44'W31°30'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₃₃	52°41'W31°30'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₃₄	52°38'W31°30'S	3	Med	5	MFor	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₃₅	52°35'W31°30'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,03

L ₂₃ /C ₃₆	52°32'W31°30'S	5	MFor	4	For	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,03
L ₂₃ /C ₃₇	52°29'W31°30'S	5	MFor	4	For	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,03
L ₂₃ /C ₃₈	52°26'W31°30'S	3	Med	4	For	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₃ /C ₃₉	52°23'W31°30'S	4	For	3	Med	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₃ /C ₄₀	52°20'W31°30'S	4	For	3	Med	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₃ /C ₄₁	52°17'W31°30'S	4	For	3	Med	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₃ /C ₄₂	52°14'W31°30'S	4	For	3	Med	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₃ /C ₄₃	52°11'W31°30'S	1	MFra	3	Med	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₄₄	52°08'W31°30'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02
L ₂₃ /C ₄₅	52°05'W31°30'S	1	MFra	2	Fra	3	Med	1	MFra	1	MFra	0,02

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 44 - Análise da 24ª seção de coordenadas – Articulação L24/C9 – L24/C44

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₂₄ /C ₉	53°53'W31°27'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₂₄ /C ₁₀	53°50'W31°27'S	4	For	3	Med	3	Med	2	Fra	1	MFra	0,05
L ₂₄ /C ₁₁	53°47'W31°27'S	4	For	3	Med	4	For	2	Fra	1	MFra	0,06
L ₂₄ /C ₁₂	53°44'W31°27'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,08
L ₂₄ /C ₁₃	53°41'W31°27'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,08
L ₂₄ /C ₁₄	53°38'W31°27'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₂₄ /C ₁₅	53°35'W31°27'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,08
L ₂₄ /C ₁₆	53°32'W31°27'S	4	For	4	For	1	MFra	4	For	5	MFor	0,10
L ₂₄ /C ₂₀	53°20'W31°27'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₂₄ /C ₂₁	53°17'W31°27'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₂₄ /C ₂₂	53°14'W31°27'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₄ /C ₂₃	53°11'W31°27'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₄ /C ₂₄	53°08'W31°27'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₄ /C ₂₅	53°05'W31°27'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₄ /C ₂₆	53°02'W31°27'S	5	MFor	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₄ /C ₂₇	52°59'W31°27'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₄ /C ₂₈	52°56'W31°27'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₄ /C ₂₉	52°53'W31°27'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₄ /C ₃₀	52°50'W31°27'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₄ /C ₃₁	52°47'W31°27'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₄ /C ₃₂	52°44'W31°27'S	4	For	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₄ /C ₃₃	52°41'W31°27'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₄ /C ₃₄	52°38'W31°27'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₄ /C ₃₅	52°35'W31°27'S	3	Med	5	MFor	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₂₄ /C ₃₆	52°32'W31°27'S	3	Med	5	MFor	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₂₄ /C ₃₇	52°29'W31°27'S	3	Med	4	For	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₂₄ /C ₃₈	52°26'W31°27'S	5	MFor	4	For	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,03
L ₂₄ /C ₃₉	52°23'W31°27'S	3	Med	4	For	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₄ /C ₄₀	52°20'W31°27'S	3	Med	4	For	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₄ /C ₄₁	52°17'W31°27'S	3	Med	4	For	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₄ /C ₄₂	52°14'W31°27'S	4	For	3	Med	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₄ /C ₄₃	52°11'W31°27'S	1	MFra	3	Med	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₄ /C ₄₄	52°08'W31°27'S	4	For	3	Med	1	MFra	2	MFor	1	MFra	0,03

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 45 - Análise da 25ª seção de coordenadas – Articulação L25/C10 – L25/C36

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₂₅ C ₁₀	53°50'W31°24'S	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	1	MFra	0,08
L ₂₅ /C ₁₁	53°47'W31°24'S	4	For	3	Med	4	For	2	Fra	1	MFra	0,06
L ₂₅ /C ₁₂	53°44'W31°24'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₅ /C ₁₃	53°41'W31°24'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₅ /C ₁₄	53°38'W31°24'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₂₅ /C ₁₅	53°35'W31°24'S	4	For	4	For	3	Med	4	For	5	MFor	0,14
L ₂₅ /C ₁₆	53°32'W31°24'S	4	For	4	For	1	MFra	4	For	5	MFor	0,10
L ₂₅ /C ₂₂	53°14'W31°24'S	3	Med	4	For	1	MFra	3	Med	5	MFor	0,10
L ₂₅ /C ₂₃	53°11'W31°24'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₅ /C ₂₄	53°08'W31°24'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₅ /C ₂₅	53°05'W31°24'S	3	Med	4	For	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₅ /C ₂₆	53°02'W31°24'S	4	For	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₅ /C ₂₇	52°59'W31°24'S	5	MFor	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₅ /C ₂₈	52°56'W31°24'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₅ /C ₂₉	52°53'W31°24'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₅ /C ₃₀	52°50'W31°24'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₅ /C ₃₁	52°47'W31°24'S	4	For	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₅ /C ₃₂	52°44'W31°24'S	3	Med	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	0,04
L ₂₅ /C ₃₃	52°41'W31°24'S	3	Med	5	MFor	1	MFra	5	MFor	1	MFra	0,01
L ₂₅ /C ₃₄	52°38'W31°24'S	3	Med	5	MFor	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,02
L ₂₅ /C ₃₅	52°35'W31°24'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,03
L ₂₅ /C ₃₆	52°32'W31°24'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	5	MFor	1	MFra	0,03

Fonte: Resultados e pesquisa.

Tabela 46 - Análise da 26ª seção de coordenadas – Articulação L26/C11 – L26/C34

Ponto	Coordenadas	Geomorfologia		Clima		Solos		Vegetação		Conservação		Ifa
		Pem	Clas.	Pe	Clas.	K	Clas.	Dcv	Clas.	Apc	Clas.	
L ₂₆ /C ₁₁	53°47'W31°21'S	4	For	3	Med	4	For	2	Fra	1	MFra	0,06
L ₂₆ /C ₁₂	53°44'W31°21'S	3	Med	3	Med	1	MFra	3	Med	1	MFra	0,02
L ₂₆ /C ₁₃	53°41'W31°21'S	5	MFor	3	Med	3	Med	4	Fot	1	MFra	0,03
L ₂₆ /C ₁₄	53°38'W31°21'S	5	MFor	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₆ /C ₂₄	53°08'W31°21'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₆ /C ₂₆	53°02'W31°21'S	3	Med	4	For	3	Med	4	For	1	MFra	0,02
L ₂₆ /C ₂₇	52°59'W31°21'S	4	For	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,03
L ₂₆ /C ₂₈	52°56'W31°21'S	3	Med	5	MFor	3	Med	4	For	2	Fra	0,05
L ₂₆ /C ₂₉	52°53'W31°21'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	For	1	MFra	0,04
L ₂₆ /C ₃₀	52°50'W31°21'S	5	MFor	5	MFor	3	Med	4	MFor	2	Fra	0,08
L ₂₆ /C ₃₁	52°47'W31°21'S	3	Med	5	MFor	1	Fra	4	MFor	2	Fra	0,04
L ₂₆ /C ₃₂	52°44'W31°21'S	4	For	5	MFor	3	Med	4	MFor	2	Fra	0,06
L ₂₆ /C ₃₄	52°38'W31°21'S	3	Med	5	MFor	3	Med	5	MFor	2	Fra	0,04

Fonte: Resultados e pesquisa.

4.4 Mapa de Fragilidade Ambiental

A partir da leitura dos pontos de coordenadas todos os valores de Ifa foram reunidos em uma única matriz, em um dispositivo de análise corológica reproduzindo um mosaico de cores e formas correspondentes às cinco classes de fragilidade

natural dos terrenos. O mapa de fragilidade representa o plano das principais situações de fragilidade do Setor I frente ao uso e/ou maneira de ocupação da terra que vierem a ser impostos sobre esses terrenos, em especial, por empreendimentos “florestais” de grande porte, que ora se fazem presentes.

A fragilidade potencial dos terrenos está intimamente ligada às suas características físicas — relevo, precipitação, solo — e também biológicas — cobertura vegetal, biodiversidade e importância para a conservação.

Algumas vezes as características biológicas se manifestam melhor. É o caso da cobertura vegetal e das áreas consideradas prioritárias à conservação. Sistemas e coberturas que mesmo sobre diferentes situações de relevo, de solos e precipitação, podem atribuir/determinar diferentes valores de fragilidade, especialmente em áreas cobertas por florestas, campos, formações pioneiras ou áreas simplesmente sistemas que por sua riqueza ou raridade biológica/ecológica manifestam-se relevantes à conservação e manutenção da biodiversidade.

Em consideração ao modelo de fragilidade gerado para o Setor I observa-se o predomínio das classes baixa e média fragilidade — muito fraca (1), fraca (2) e média (3) —, com o destaque de algumas poucas áreas com elevado grau fragilidade natural — forte (4) e muito forte (5) (Figura 33).

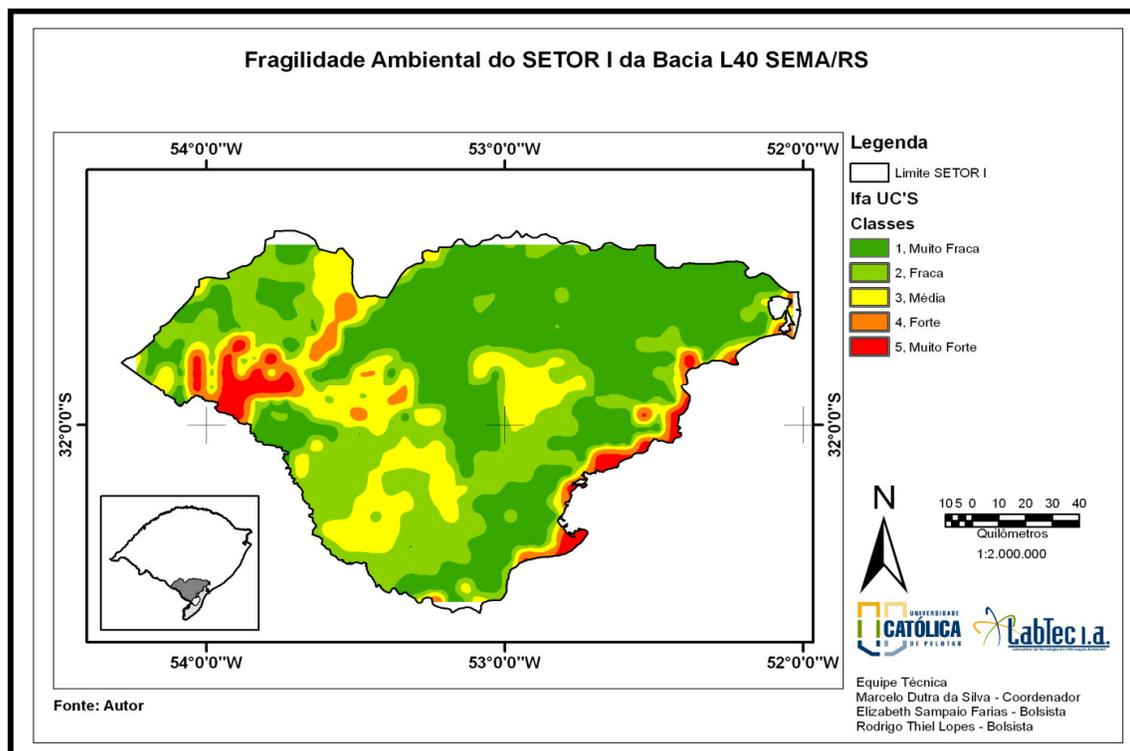


Figura 33 - Mapa de Fragilidade Ambiental no SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS. Fonte IBGE 2003. Fonte: Resultado de pesquisa.

As situações de menor fragilidade ocorrem no centro e norte do Setor I, sobre os terrenos dobrados do Escudo Sul-riograndense. Já ao sul, na região de Jaguarão a fragilidade se eleva, mas se conserva entre fraca a média. Os valores de fragilidade mais elevados são encontrados na região de Bagé, a sudoeste, sobre os terrenos coxilhosos da Depressão Central Gaúcha e no litoral, a leste, as margens do sistema Patos/São Gonçalo/Mirim, sobre os terrenos da Planície Costeira Sul Brasileira.

As razões que levam a essa situação de elevada fragilidade se prendem a uma combinação de variáveis com semelhante grau de vulnerabilidade e/ou sensibilidade, ou seja, relevos de média a alta predisposição a erosão, solo com valor de K elevados, cobertura vegetal campestre e pioneira e, principalmente, são áreas de grande importância para a conservação da biodiversidade, o que certamente reproduziu grande força na análise.

O baixo grau de fragilidade das regiões centro e norte — de terrenos dobrados e pré-dispostos a erosão e sobre regimes de precipitação de elevado valor erosivo — parece estar mais associado ao tipo de solo (sensíveis a erosão), ao tipo de cobertura vegetal (de floresta e campo associado a floresta) e, principalmente, ao fato dessas áreas não serem reconhecidas como prioritárias à conservação.

Os valores de fragilidade encontrados na região de Bagé e litoral, mesmo que pareçam estar associados à natureza física dos terrenos — de relevo, solos e chuva erosiva —, talvez estejam sendo bastante influenciados pelo tipo de cobertura que predomina em cada uma dessas áreas (campestre na região Bagé e de formações pioneiras na região litorânea).

O sistema campo, quando comparado a sistemas florestais ao associado a florestas, oferece baixa interceptação ao impacto da chuva erosiva e quando presente sobre sistemas morfodinâmicos pouco estáveis e solos sensíveis ao processo erosivo podem atenuar muito pouco a condição de fragilidade, ou elevar a condição de fragilidade.

No caso do modelo gerado para o Setor I, nos pontos onde predomina o sistema campestre são justamente as áreas onde a fragilidade é mais acentuada. Da mesma forma nos sistemas onde a cobertura do solo se dá por formações pioneiras, de interceptação da chuva ainda menor, os reflexos sobre os valores de fragilidade podem estar sendo ainda maiores. Condições que ainda podem ser relacionadas ao fato de ambas as áreas serem consideradas de extrema relevância para a conservação da biodiversidade, pontuando ainda mais para a condição de

fragilidade. Uma série de considerações que abre um espaço de investigação, no mínimo intrigante.

Se os levantamentos de biodiversidade no sul do Rio Grande do Sul fossem mais precisos, mais completos e de maior cobertura os valores de I_{fa} seriam os mesmos? Talvez não, expressando um maior número de áreas frágeis. Isso por que o tema biodiversidade desempenha um papel estratégico no reconhecimento de áreas frágeis. E se os valores encontrados, que neste momento expressam o grau de fragilidade em condições originais de cobertura vegetal, levassem em consideração os usos e os tipos de usos que historicamente vêm alterando esses sistemas, o grau de fragilidade mudaria? Talvez sim, e muito, tornando-se as áreas estudadas uma expressão mais marcante da fragilidade ambiental.

Quando são considerados os usos e a sua capacidade de transformação da paisagem, em especial naqueles sistemas onde o comando da fragilidade se deve ao tipo de cobertura vegetal (floresta, campo, formações pioneiras), os valores encontrados estarão mais próximos da realidade. Consideração que leva a novos questionamentos. É possível identificar o comando da fragilidade? É possível entender a dinâmica espacial do sistema a partir da interpretação do comando de fragilidade? Sim, possível e deve ser praticado a partir da análise de expressão numérica do comando. Outras perguntas. A mesma classe de fragilidade (padrão), em diferentes situações do espaço (território), pode apresentar diferentes comandos de fragilidade? Podem existir subclasses? Sim, podem ser identificados diferentes comandos para a mesma classe o que levaria a formulação de subclasses de fragilidade.

A resposta para todas estas perguntas parece estar, mesmo, associado a uma análise mais criteriosa dos padrões de fragilidade, uma análise que deve estar baseada em novos modelos matemáticos, permitindo o entendimento dos valores e ordem de comando de cada classe de valor, por meio dos quais passaria ser possível desenhar cenários de interpretação e compreensão das “coisas” da natureza, do seu potencial para o uso, e, o mais importante, a orientação e direção dos estabelecimentos humanos frente aos espaços e os recursos disponíveis, de uma maneira muito mais precisa. O que parece providencial. No entanto esse pode ser um próximo passo, neste trabalho não foi buscado, na análise, o comando do temas de fragilidade e sim o padrão de distribuição das áreas de fragilidade natural. O que

já permite interpretar o porquê algumas situações do terreno se mostram mais ou menos sensíveis (frágeis), naturalmente.

Ambientes com elevada riqueza biológica geralmente estão associados a sistemas de extrema fragilidade, ou seja, a ocupação dessas áreas é um risco potencial e o seu uso deve estar condicionado a um manejo diferenciado e ao exercício de práticas conservacionistas, de maneira que, reconhecer ambientes sensíveis é estratégico e de fundamental importância na construção de planos reais de gestão e monitoramento ambiental, independentemente da atividade ou prática de transformação.

Sistemas “florestais” de grande porte, tais como os que estão previstos para a metade sul do Estado, repercutem tanto no espaço quanto no tempo. No espaço porque o plantio de “florestas” transforma os ambientes ocupados, interferindo na matriz da paisagem, perturbando e/ou substituindo habitats diversos. No tempo porque a transformação dos ambientes é prolongada e pode ultrapassar gerações. Sistemas “florestais” plantados (lavouras de árvores) não são cíclicos e persistem no tempo, imprimindo na paisagem um novo elemento.

Devido à intensa redução do campo nativo pampiano, seja pela pecuária ou estabelecimento e expansão “florestal”, uma das principais preocupações do momento, é definir critérios e selecionar áreas com valor relevante para a conservação desse ecossistema a fim de estabelecer unidades de conservação adequadas a proteção da flora e da fauna.

Para a manutenção do sistema campo são necessárias áreas suficientemente grandes e abrangentes nos seus diferentes tipos regionais, para que assim se possa conservar a biota e os processos biológicos dinâmicos e evolutivos do Bioma. Ações que devem ser direcionadas para as fisionomias de campo mais criticamente ameaçadas.

A conservação dos campos deve ser discutida no âmbito de bacias hidrográficas, já que monoculturas “florestais”, tidas como grandes consumidores de água, são preferencialmente cultivadas em ambientes abertos e campestres, onde a retenção de água é menor, e onde provavelmente interfere na normalidade hídrica, no balanço hídrico.

No Setor I a presença do campo é bastante expressiva e são justamente nessas áreas que ocorrem os mais elevados valores de fragilidade ambiental. Sistemas frágeis que quando submetidos ao uso merecem uma atenção especial ao

manejo. E quando o uso se dá pelo estabelecimento de “florestas” devem ser estabelecidos nesses ambientes sistemas de corredores ecológicos interligando diferentes remanescentes, permitindo ou mesmo facilitando o fluxo de espécies e evitando a presença de machas de campo isoladas na paisagem.

O reconhecimento de áreas sensíveis ao uso não significa dizer que as áreas de menor sensibilidade não mereçam ser conservadas e/ou mantidas sob qualquer outro tipo de cuidado. Indica apenas uma prioridade, um indicativo de gestão, uma orientação, para onde novos usos não devem avançar sem que sejam adotados cuidados especiais e os atuais, se persistirem, que se façam sob novas regras, ajustados às características do sistema.

No caso dos empreendimentos instalados na metade sul do Estado acredita-se que ferramentas como as que foram desenvolvidas nesse trabalho são de fundamental importância no processo de gestão e planejamento das áreas de “floresta” plantada, tendo sua principal importância nas etapas seguintes, quando as discussões estarão voltadas para a expansão das áreas de “florestas”.

Outro aspecto importante dessa ferramenta é o seu espaço na gestão municipal, permitindo que cada município reconheça em que grau de fragilidade os seus terrenos se encontram inseridos.

O Setor I compreende terrenos de 19 municípios com alguns totalmente incluídos. Nesse quadro, os municípios de Pedras Altas, Aceguá, Pinheiro Machado, Hulha Negra, Candiota, Herval, Jaguarão e Pedro Osório aparecem como os municípios que apresentam o maior grau de fragilidade ambiental, enquanto os demais apresentam um grau de fragilidade menor, com destaque para as áreas baixas e planas da Planície Costeira, a margem da Lagoa dos Patos, São Gonçalo e Lagoa Mirim (Figura 34).

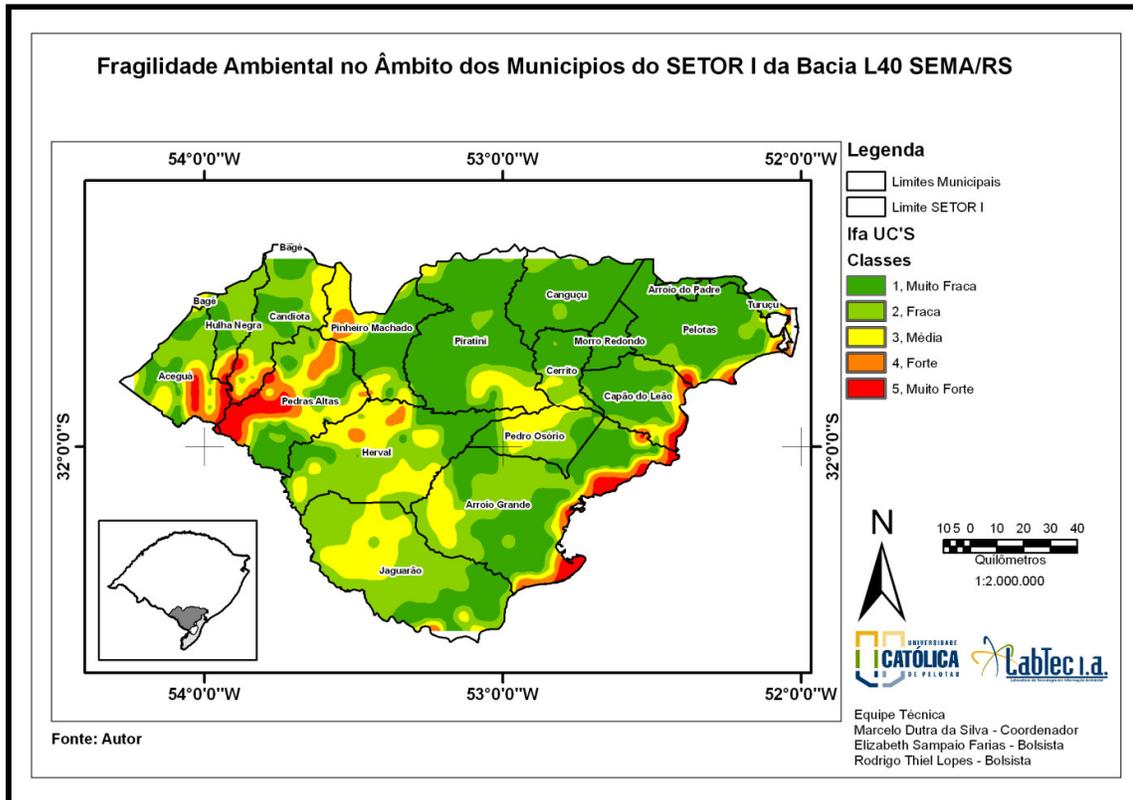


Figura 34. Limites municipais no quadro da fragilidade ambiental do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS. Fonte: Resultado de pesquisa.

Assim, a partir da leitura do modelo gerado para o Setor I recomenda-se que os atuais empreendimentos comerciais de “floresta”, estabelecidos nessa região, se adaptem a uma nova realidade, procurando o afastamento transitórios das áreas de maior vulnerabilidade para as áreas que se apresentam com menor fragilidade, sem, com isso, alterar as características que conferem a essas áreas uma menor vulnerabilidade. Para tanto, os empreendimentos devem procurar pontos já alterado e/ou modificados a fim de reduzir a perturbação e os impactos relacionados ao exercício dessa atividade.

Padrões de fragilidade ambiental permitem percepção de processos e a definição de estratégias válidas à conservação que quando combinadas a uma análise de tempo (estabelecimento temporal do uso) podem refletir a tendência dos estabelecimentos ou da pressão, viabilizando reconhecer que áreas devem ser imediatamente preservadas ou mesmo atendidas pelo traçado de corredores ecológicos. Sistemas de conexão que na paisagem viabilizam ou permitem a conectividade dos diferentes tipos de habitats, evitando o isolamento de espécies e a continuidade do fluxo gênico.

Conclusões

- A fragilidade ambiental do Setor I da bacia L40 SEMA/RS, mesmo que predominantemente baixa, requer um atenção especial para as áreas onde ocorrem valores de vulnerabilidade mais elevados, sugerindo para essas áreas sistemas de manejo diferenciados, os quais devem estar previstos nos planos de gestão ambiental;
- A cobertura vegetal merece lugar destacado na análise de fragilidade ambiental, pois o tipo de cobertura pode atenuar ou elevar o valor de fragilidade. A análise dos dados mostrou que a cobertura florestal exerce significativa redução dos valores de fragilidade e de maneira inversa as coberturas campestres ou pioneiras elevam os valores, principalmente quando associadas a tipos físicos, também, mais sensíveis ou, de maneira mais relevante, a áreas de elevada prioridade à conservação;
- As áreas consideradas prioritária para a conservação exercem grande influência na análise de fragilidade. O modelo mostrou, *grosso modo*, certa coincidência entre as manchas de áreas prioritárias à conservação e áreas de elevada fragilidade, de maneira que a combinação dessas áreas com cobertura de vegetação campestre ou pioneira quase sempre levaram a situações de elevada fragilidade ambiental;
- Para o cálculo de K do solo foi utilizado uma adaptação de Lombardi Neto e Bertoni (1990), o que pode não ter expressado bem os valores de erodibilidade dos solos. Talvez se tivesse sido utilizado o calculo do nomograma de Wischmeier *et al.* (1971), pois esse modelo parece estar mais adaptado a realidade dos solos da região sul;
- O modelo de fragilidade foi gerado na escala de trabalho 1:250.000, isso porque, os temas trabalhados estão disponíveis, com qualidade, apenas nessa escala. Entretanto, se o modelo fosse gerado em uma escala maior seria possível utilizar um maior número de pontos de análise e a consideração de um número de elementos na superfície, aumentando significativamente a resolução dos padrões de fragilidade encontrados;

- Os resultados do modelo permitem reconhecer áreas/zonas que merecem maior atenção e cuidado. Terrenos que apresentam elevados valores de fragilidade que, quando submetidas ao uso, devem ser ocupados e manejados de maneira diferenciada.
- Ferramentas como a de modelos e mapas de fragilidade ambiental devem não somente orientar o estabelecimento e a gestão de empreendimentos florestais, mas, também, contribuir para o reconhecimento de áreas relevantes conservação ou estabelecimento de novas Unidades de Conservação, esforço que deve se voltar ao sistema campo, no Bioma Pampa.
- O modelo proposto não termina em si e está sujeito a receber adaptações, combinando um número maior de variáveis, não só ambientais, mas também sociais e econômicas, numa tentativa de demonstrar a realidade das situações. Entretanto, modelos de simulação não compreendem a realidade, modelos são modelos, são tentativas de representar situações reais e dinâmicas.

Referências

Ab'SÁBER, A. **Os domínios da Natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.

ALIER, J. M. & JUSMET, J. R. **Economía Ecológica y política ambiental**. México: Fondo de Cultura Económica, 2000, 493 p.

ARROW, K.; BOLIN, B.; COSTANZA, R.; DASGUPTA, P.; FOLKE, C.; HOLLING, C.S.; JANSSON, B.; LEVIN, S. MALER, K.; PERRINGS, C.; PIMENTEL, D. **Economic growth, carrying capacity, end the environment**. Science, 1995.

BAILEY, R.G. **Ecosystem Geography**. New York: Springer. 1996.

BANA E COSTA, C. A. **Structuration, construction et exploitation d' un modelé multicritère d'aide à la decision**. Tese de Doutorado – Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 1992.

BARROS, A. J. P.; LEHFELD, N. A. S. **Projeto de pesquisa**: propostas metodológicas. Petrópolis: Vozes, 1999.

BERGER, A. R. & IAMS, W. J. **Ge indicators: Assessing Rapid Environmental changes in Earth Systems**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1996. 466 p.

BERKES, F. & FOLKE, C. **Investing in Cultural Capital for Sustainable Use of Natural Capital**. In: A. M. JANSSON *et al.* (eds.) *Investing in Natural Capital*. Washington, DC: Island Press, 1994, Chapter 8, p. 128-149.

BRASIL. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. **O eucalipto e os efeitos ambientais do seu plantio em escala**: Estudo Abril/2004. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br>>. Acesso em: 16 out. 2005.

BUARQUE, S. **Desenvolvimento sustentável**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1996. 39 p.

BUSH, D. M.; NEAL, W. J.; YOUNG, R. S. & PILKEY, O. H. Utilization of ge indicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. **Ocean & Coastal Management**, v. 42, p. 647-670, 1999.

CAMPOS FILHO, P. **Método para apoio à decisão na verificação da sustentabilidade de uma unidade de conservação, usando a lógica Fuzzy**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Sta. Catarina: Florianópolis, Sta. Catarina. 2004.

CAZARINE, E. W. **Processo de tomada de decisão multicritério**. São Paulo: USP, 2000. 68 p.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 2. ed. São Paulo. Cortez, 1995. 164 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2º ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2003. 188 p.

CONSTANZA, R., DALY, H.E. & BARTHOLOMEW, J.A. **Goals, Agenda, and Policy Recommendations for Ecological Economics**. In: R. Constanza (ed.), *Ecological Economics*, chpt. 1, pp. 1-20. New York: Columbia University Press. 1991.

DALY, H.E. **Economia ecológica e o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: AS-PTA, Textos para Debates n. 34, 1991, 21p.

_____, H.E. **The Perils of Free-Trade**. In: *Debate: Does Free-Trade Harms the Environment?* Sci. Amer. v.5. nº.5. 1993. 24-29p.

_____, H.E. **Operationalizing sustainable development by investing in natural capital**. In: A-M Jansson *et al.* (Eds.), *Investing, in natural capital*, pp. 22-37. Washington D.C.: Island Press. 1994.

_____, H.E. **Beyond Growth. The economics of sustainable development**. New York, Beacon Press Books, 1996.

- DALY, H. E. GOODLAND, R. **An ecological-economic assessment of deregulation of international commerce under GATT**. *Ecol. Econ.* 9 (1): 73-92. 1994.
- DIAS, G.F. *Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana*. São Paulo: Gaia. 2002. 257 p.
- EASTMAN, J. R. **Idrisi for Windows: Manual do usuário**. Porto Alegre: UFRS, 1998. 48p.
- ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G. N.; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Florianópolis: Editora Insular, 2001. 296 p.
- FABBRI, A. G. & PATRONO, A. The use of environmental indicators in the geosciences. **ITC Journal**, v. 4, p. 358-366, 1995.
- GALLOPIN, G. C. **Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators**. A system approach. *Environmental Modeling & Assessment*, 1996. pp 101 – 117.
- GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 3º ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 653 p.
- GLOBO RURAL. **Região gaúcha pode ser pólo mundial de silvicultura**. *Revista Globo Rural*, Jaguaré, 2005. Disponível em: <<http://www.revistagloborural.globo.com>>. Acesso em: 22 out. 2005.
- GRAVES, J. REAVEY, D. **Global Environmental Change**. Essex: Longman. 1996.
- GOOGLAND, R.; DALY, H. **Why Northern income growth is not the solution to southern poverty**. *Ecol. Econ.*, 8 (2): 85-101. 1993.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. 372 p.
- HARMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODEMBURG, E; BRYANT, D; WOODWARD, R. **Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Develop**. Washington: World Resources Institute, 1995. 50 p.
- HARTE, M. J. Ecology, sustainability, and environment as capital. **Ecological Economics**, n. 15, 1995, p. 157-164.
- HENGENBERG, L.; **Etapas da Investigação Científica (Leis, Teoria, Método)**. v. 2. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 1976. p.
- HINTERBERGER, F. **Biological, Cultural, and Economic Evolution and the Economy/Ecology Relationship**. *In: J.C.J.M. van den Bergh & J. van der Straaten*

(eds.), *Toward Sustainable Development*, Washington, DC: Island Press. chapt. 3, pp. 57-81. 1994.

HOLLING, C. S.; Sustainability: The Cross-Scale Dimension. In: MUNASINGHE, M. & SHEARER, W. (Eds.); **Defining and Measuring Sustainability: The Biogeophysical Foundations**. Washington D. C.: The World Bank, 1995. Chapter 4, p. 65-75.

HÜEBLIN, H. J. **Modelo para a Aplicação da Metodologia Zeri**: Sistema de Aproveitamento Integral da Biomassa de Árvores de Reflorestamento. 2001. 139p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2001.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Diretrizes de pesquisa aplicada ao planejamento e gestão ambiental**. Brasília: IBAMA, 1994. 101p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Levantamento de Recursos Naturais**. v. 33. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 791 p.

JERÔNIMO, A.A. O plantador de eucaliptos: a questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade. **Dissertação**. Universidade de São Paulo: São Paulo. 2004. 320 p.

JENNY, H. **Factors of soil formation: a system of quantitative pedology**. New York, MacGraw Hill, 1941. 281p.

JUSTUS, J. O.; MACHADO, M. L. A.; FRANCO, M. S. M. Geomorfologia. In: IBGE; **Levantamento dos Recursos Naturais**. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. Cap. 2, v. 33, p. 313 - 388.

KAUL, P. F. T. Geologia. In: IBGE. **Geografia do Brasil**: Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1990, v. 2. p. 29 – 54.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 3.^a edição. São Paulo: Perspectiva, 2000. 262 p.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura en los Trópicos**. Eschborn: GTZ, 1990. 335p.

LOUMAN, B.; DAVID, Q.; MARGARITA, N. **Silvicultura de Bosques Latifiliados Húmedos com ênfases em América Central**. Turrialba: CATIE, 2001. 265p.

MARINHO, M. M. O. A sustentabilidade, as corporações e o papel dos instrumentos voluntários de gestão ambiental: uma reflexão sobre conceitos e perspectivas. **Bahia Análise & Dados**, v. 10, n. 4, p. 342-349, 2001.

MARTINS, J. F. Projeto Pioneiro. **Agrinovaweb**, Dez. 2004. Disponível em: <<http://www.agrinovaweb.com.br>>. Acesso em: 3 nov. 2005.

MEIRELLES, M. S. P. **Análise integrada do ambiente através de geoprocessamento – uma proposta metodológica para elaboração de**

zoneamentos. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997. 192f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.

MONTIBELLER, Gilberto Neto. **Mapas cognitivos: uma ferramenta de apoio à estruturação de problemas.** 1996. 205 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MOREIRA, R. J. A formação interdisciplinar e o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., 1994, Florianópolis. **Resumos.** Florianópolis: SBCS, 1994. 428 p.

MUNASINGHE, M. **Environmental Economics en Sustainable Development.** World Bank Environment Paper number 3. Washington, D.C.: the World Bank. 1993.

O'CONNOR, M. **Natural capital.** Policy Research Brief Series, n. 3, Cambridge Research for the Environment, 1999, 22 p.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia.** 7º ed. Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa. p. 928. 2004.

O'RIORDAN, T.; VOISEY, H. The political economy of the sustainability transition. In: **The Transition to Sustainability: the politics of agenda 21 in Europe.** London: Earthscan. 1998. p.3-30.

ORTEGA, N. R. S., SALLUM, P. C. e MASSAD, E. **Fuzzy Dynamical System in Epidemic Modelling.** Kybernetes 29 (1-2), 201-218. 2000.

PAREDES, E. A. **Sistema de informação geográfica: (geoprocessamento) princípios e aplicações.** São Paulo: Editora Érica Ltda, 1994. 690p.

PEARCE, D. W. & TURNER, R. K. **Economics of natural resources and the environment.** New York: Harvester Wheatsheaf, 1990, 378 p.

PEREIRA, M. J. L. B.; FONECA, J. G. M. **FACES DA DECISÃO: As Mudanças de Paradigmas e o Poder da Decisão,** Makron Books, São Paulo, 1997. 96 p.

PERRINGS, K.; PIMENTEL, C. D. **Economic growth, carrying capacity, end the environment.** Science, 268:520-521. 1995.

PEZZY, J., **Sustainable Development Concepts: an Economic Analysis.** Washington: World Bank Environment Department, 1992.

PIMENTEL, D.; HARMAN, R.; PACENZA, M.; PECARSKY, J. PIMENTEL, M. **Natural Researcher end an optimum human population. Population end environment,** 15 (5): 347-369. 1994.

PIVELLO, V. R.; BITENCOURT, M. D.; MONTOVANI, W.; MESQUITA Jr. H. N.; BATALHA, M. A.; SHIDA, C. N. **Proposta de Zoneamento Ecológico para a Reserva de Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro SP).** Brazilian Journal of Ecology, Rio Claro, SP, Brazil, Vol.02 Number 02, 1998.

REES, W.E. **Achieving Sustainability: Reform or Transformation?** J. Plann. Literat.: pp. 343-361. 1995.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações.** São Paulo: Editora Manole Ltda, 2004. 478p.

REYES, G. E. Four main theories of development: modernization, dependency, wordsystem and globalization. **Revista Crítica de Ciências Sociais y Jurídicas**, n. 4, 2001. Disponível em: <<http://www.ucm.es/info/eurotheo/nomadas>>. Acesso em: 12 nov. 2007.

RIBEIRO, A. M. T.; FERREIRA, A. P. M. **Normas técnicas para mapeamento de recursos naturais através do sensoriamento remoto:** manual de orientação. Brasília: INCRA/PNUD, 1995. 37p.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. **Notícias Governo do Estado:** Rigotto e direção da Votorantim confirmam investimento de U\$ 1,3 bi na Metade Sul. Porto Alegre, Nov. 2005. Disponível em: <<http://www.estado.rs.gov.br>>. Acesso em: 20 set. de 2007.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. **Relatório de Trabalho 2003/2004:** Principais projetos e realizações. Porto Alegre, 2004. 90p.

RIX, K. Some geomorphologic indicators for use in environmental impact assessment. **ITC Journal**, v. 4, p. 367-369, 1995.

RUTH, M. **Integrating Economics, Ecology and Thermodynamics.** Dordrecht: Kluwer. 1993. 251 p.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento.** 2º ed. São Paulo: Contexto, 1990. 80 p.

ROSSETTI, J. P. **Introdução à Economia.** 16º ed. São Paulo: Atlas. 1994.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental:** teoria e prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004. 184 p.

SERAGELDIN, I. The fortune at the bottom of the pyramid. In: **Finanças e Desenvolvimento**, 1993. p.6-10.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação.** 3. ed. Florianópolis: LED/UFSC, 2001.

SILVA, O. F. **Planejamento ambiental e ecologia da paisagem na avaliação de áreas alagadas e qualidade da água.** Estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Cotia (SP, BR). Tese de Doutorado – UNICAMP. Campinas, 2000.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. **Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos.** GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 15, pp.39-49, 2004.

STAIR, R. M. **Princípios de Sistemas de Informação:** uma abordagem gerencial, LTC, Rio de Janeiro, 1998.

THORN, C. E.; **Introduction to theoretical geomorphology.** Boston: Unwin Hyman, 1988. 247p.

TURNER, K.; PEARCE, D.; BATMAN, I. **Environmental Economics:** an elementary introduction USA: Johns Hopkins University Press. New York: Harvester Wheatsheaf, 1994, 328 p.

van der POOTEN, D.; ROY, B. The European School of MCDA: emergence, basic features and current works. **Journal of Multicriteria Decision Analysis**, v. 5, 1996.

van der PERK, J. et al. **Towards a conceptual framework to identify and operationalise critical natural capital.** Second meeting of the CRITINC - Project, Paris, Working Paper 1998, 39 p.

VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL – VCP. **Projeto Losango.** Florestas. *Unidade florestal RS.* 2006. Disponível em: <http://www.vcp.com.br/losango/ptb/florestas/florestas_rioGrandedoSul.asp>. Acesso em 9 ago. 2007.

WAAGE, S. **Uma reavaliação dos negócios a partir de uma perspectiva sistêmica:** a mudança para empresas e serviços financeiros pautados na sustentabilidade. São Paulo: Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social, n. 12, 2004. 24 p.

WATSON e HUGH J. **Sistema de Apoio a Decisão: Colocando a Teoria em Prática,** Editora Campus, Rio de Janeiro, 1991.

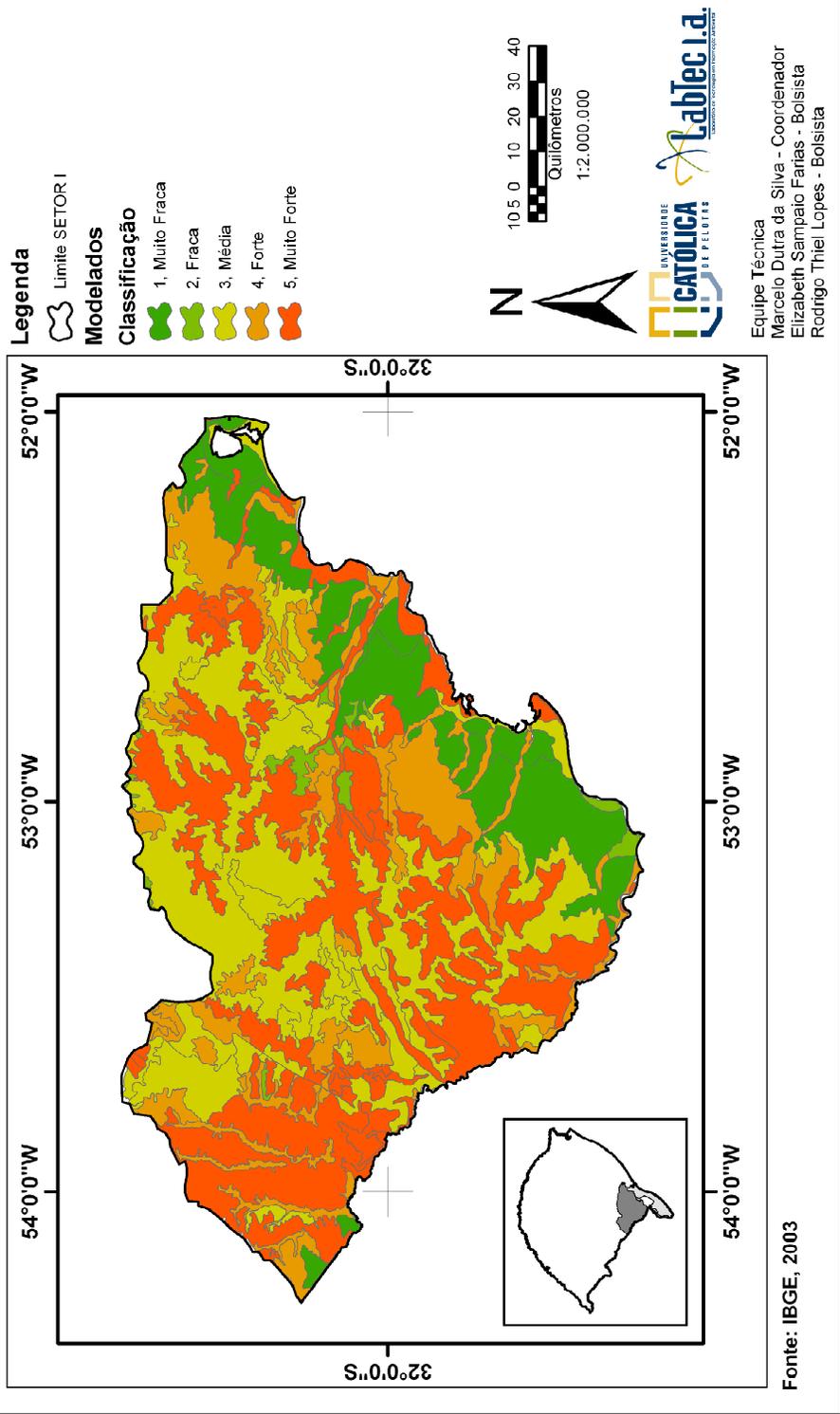
WHITE, I. D.; MOTTERSHEAD, D. N.; HARRISON, S. J.; **Environmental Systems:** An introductory text, Second edition. London: Chapman & Hall, 1992. 616p.

WISCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B.; CROSS, B.V. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.26, n.5, p.189-193, Sep./Oct. 1971.

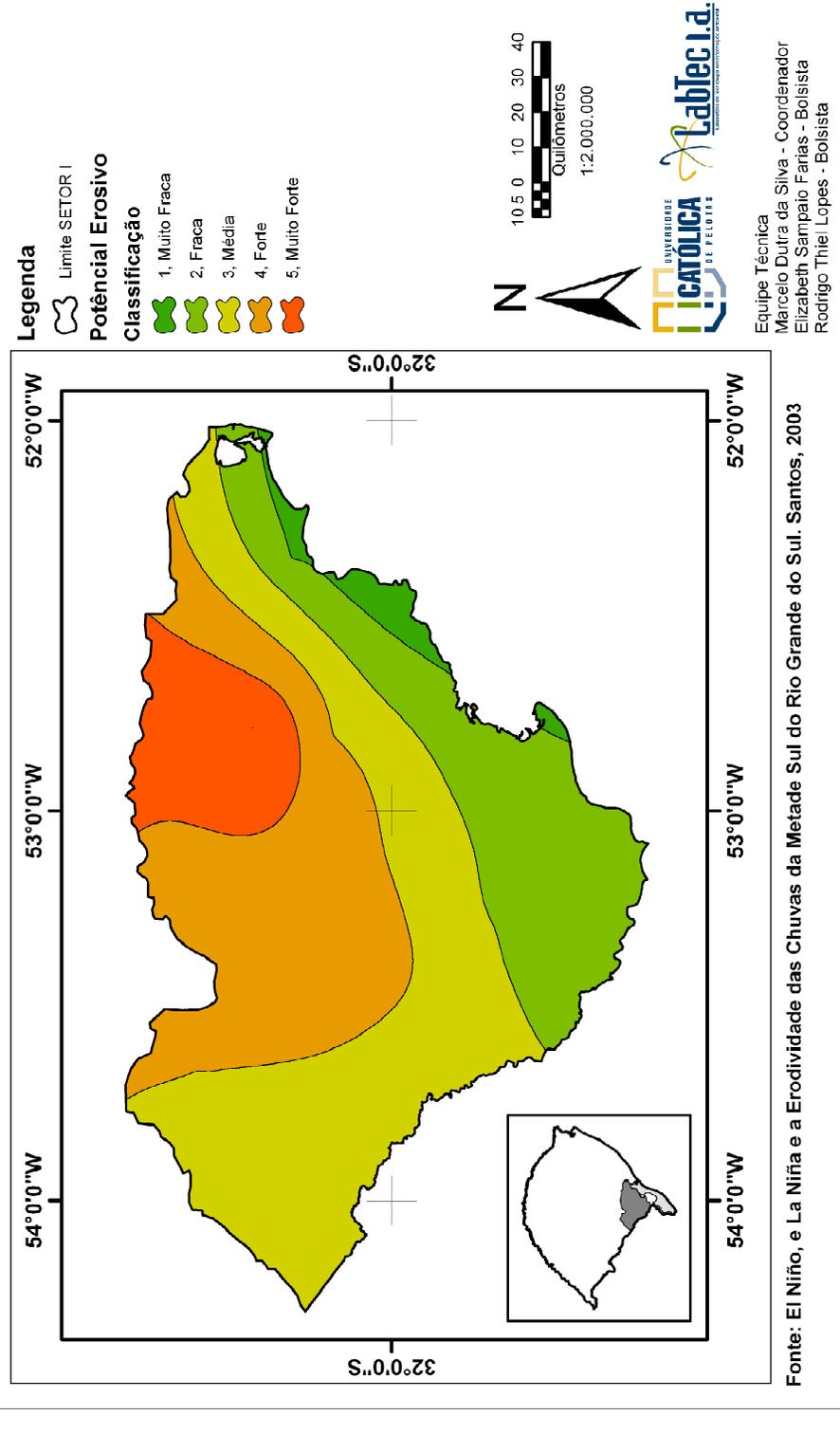
WOLTMANN, Angelita; ARAÚJO, Luiz Ernani Bonesso de. Desenvolvimento x Sustentabilidade: uma abordagem transdisciplinar. *Panóptica*, Vitória, ano 1, n. 8, maio – junho, 2007, p. 461-482.

Anexos

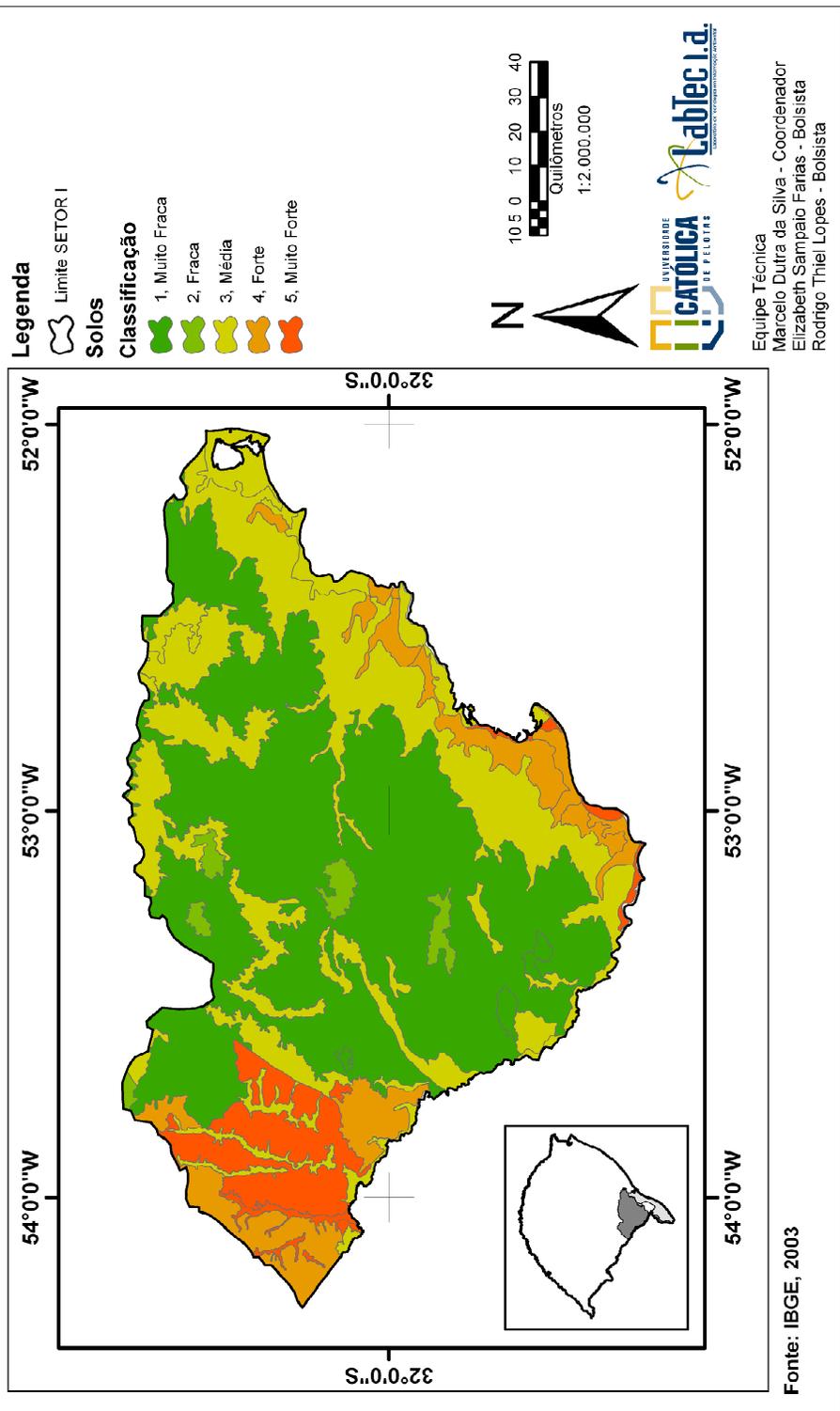
Predisposição a Erosão dos Modelados do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS



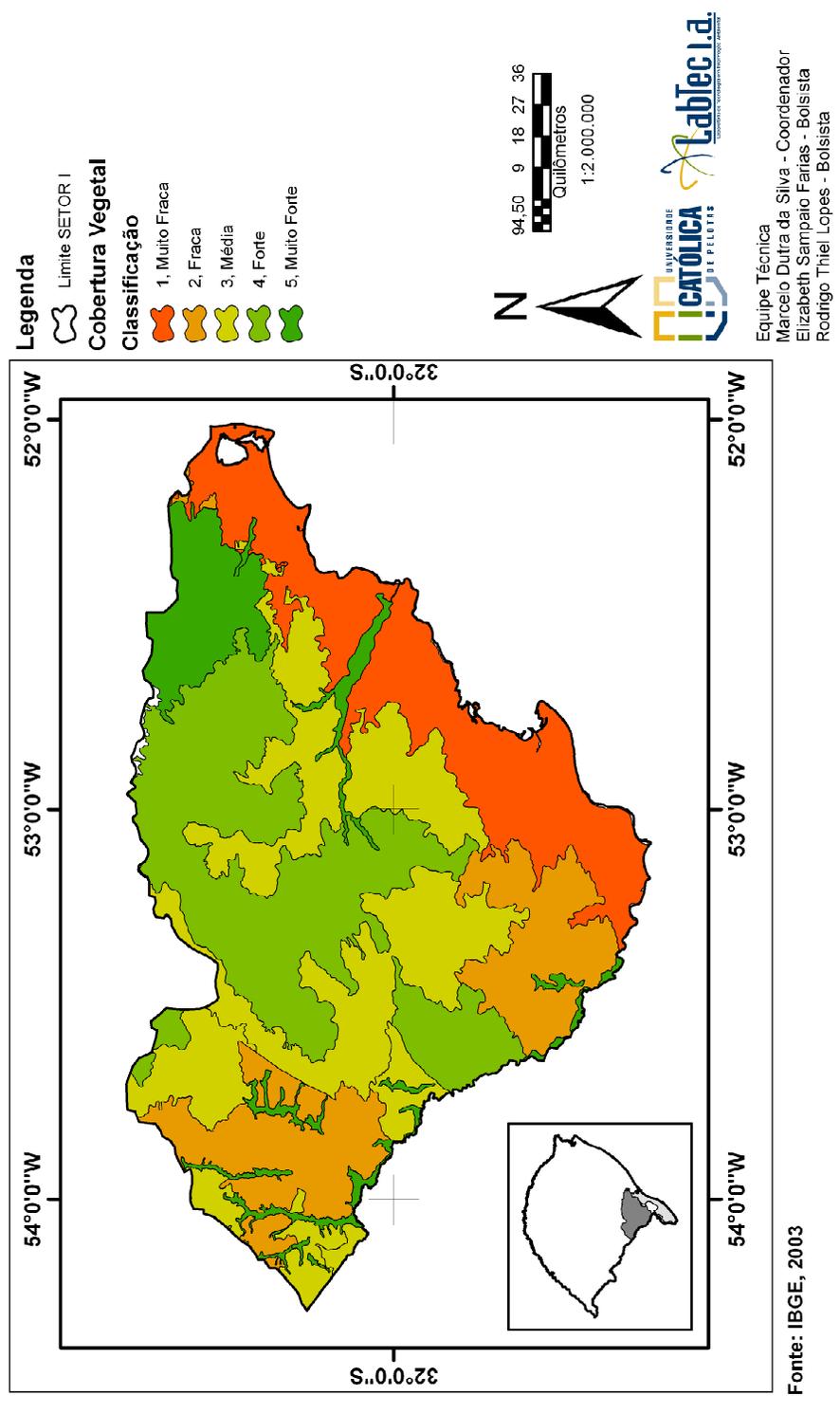
Potencial Erosivo da Precipitação do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS



Erodibilidade das Classes de Solo do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS



Qualidade da Cobertura Vegetal do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS



Fragilidade Ambiental Associados às Áreas Prioritárias para Conservação do SETOR I da Bacia L40 SEMA/RS

