



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE

ZONEAMENTO AMBIENTAL DA SILVICULTURA

Estrutura, Metodologia e Resultados

VOLUME I

Março/2010



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE

Yeda Rorato Crusius
GOVERNADORA DO ESTADO

Antônio Berfran Acosta Rosado
SECRETÁRIO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE

Regina Telli
PRESIDENTA FEPAM

SUMÁRIO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Introdução | 1 |
| 2 | Objetivos | 3 |
| 2.1 | Objetivo geral | 3 |
| 2.2 | Objetivos específicos | 4 |
| 3 | Princípios norteadores..... | 5 |
| 4 | Considerações gerais sobre os conceitos utilizados no Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura | 6 |
| 5 | Revisão bibliográfica | 8 |
| 5.1 | Bases para a discussão sobre os limites de ocupação..... | 8 |
| 5.1.1 | O ciclo hidrológico | 9 |
| 5.1.2 | Dados meteorológicos e climáticos do Rio Grande do Sul | 19 |
| 5.2 | Bases para discussão dos tamanhos de maciços e as distâncias entre eles..... | 29 |
| 6 | Metodologia | 35 |
| 6.1 | Caracterização da área..... | 35 |
| 6.1.1 | Uso e ocupação atual..... | 36 |
| 6.1.2 | Grau de proteção..... | 39 |
| 6.1.3 | Áreas importantes para a biodiversidade | 43 |
| 6.1.4 | Localização das espécies da fauna e da flora endêmicas e criticamente ameaçadas de extinção..... | 44 |
| 6.1.5 | Localização de sítios arqueológicos e paleontológicos..... | 52 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 6.1.6 | Comunidades tradicionais..... | 54 |
| 6.1.7 | Potencial turístico | 56 |
| 6.1.8 | Aspectos socioeconômicos | 58 |
| 6.1.9 | Clima | 67 |
| 6.1.10 | Disponibilidade hídrica | 70 |
| 6.1.11 | Solos | 72 |
| 6.2 | Unidades de Planejamento | 75 |
| 6.2.1 | Bacias hidrográficas..... | 76 |
| 6.2.2 | Unidades de Paisagem Natural - UPN..... | 77 |
| 6.2.3 | Articulação Bacias Hidrográficas x UPN | 79 |
| 6.2.4 | Critérios para definir limites de ocupação | 80 |
| 6.2.5 | Critérios para definir o tamanho máximo de maciços florestais | 93 |
| 6.2.6 | Critérios para definir a distância mínima entre maciços florestais | 116 |
| 7 | RESULTADOS..... | 118 |
| 8 | Bibliografia..... | 126 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 - Representação do ciclo hidrológico | 10 |
| Figura 2 - Distribuição porcentual anual aproximada dos processos hidrológicos. 12 | |
| Figura 3 - Relações entre a evapotranspiração anual e precipitação para diferentes tipos de vegetação..... | 16 |
| Figura 4 - Regiões agroecológicas do Estado do Rio Grande do Sul e estações meteorológicas de referência..... | 20 |
| Figura 5 - Isoietas das precipitações médias anuais – Período 1976 a 2002..... | 22 |
| Figura 6 – Divisão hidrográfica do Estado do Rio Grande do Sul | 25 |
| Figura 7 - Mapa do uso e cobertura da terra no RS - 1999-2001 | 37 |
| Figura 8 - Mapa dos povoamentos florestais e áreas adquiridas por empresas florestais - 2006 | 39 |
| Figura 9 - Mapa de áreas legalmente protegidas no RS | 43 |
| Figura 10 - Áreas importantes para a biodiversidade | 44 |
| Figura 11 - Mapa de espécies da fauna suscetíveis à atividade de silvicultura | 46 |
| Figura 12 - Espécies de angiospermas endêmicas ou criticamente ameaçadas..... | 52 |
| Figura 13 - Mapa com localização de ocorrências de sítios de interesse arqueológico e paleontológico | 54 |
| Figura 14 - Mapa com localização das terras indígenas e quilombos..... | 56 |
| Figura 15 - Regiões com potencial turístico e principais rotas turísticas | 58 |
| Figura 16 - Densidade demográfica por município - RS 2007..... | 60 |
| Figura 17 - Distribuição da população dos municípios do RS – 2007 | 61 |
| Figura 18 - Estrutura Fundiária - Percentual da área dos municípios com propriedades maiores do que 500 hectares..... | 62 |
| Figura 19 - Taxa de urbanização por município do RS – 2000..... | 63 |
| Figura 20 - Produto interno bruto (PIB) por município do RS – 2007..... | 64 |
| Figura 21 - Produto interno bruto (PIB) per capita por município do RS – 2007 .. | 65 |
| Figura 22 - Índice de desenvolvimento socioeconômico dos municípios do RS – 2006 | 66 |
| Figura 23 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) do RS -2000 | 67 |
| Figura 24 - Mapa da classificação climática de Köppen para o Brasil | 68 |
| Figura 25 - Balanço hídrico - Demanda anual versus Disponibilidade média anual | 71 |
| Figura 26 – Balanço Hídrico - Demanda de Verão versus Disponibilidade Média de Verão | 72 |
| Figura 27 - Mapa dos grupos de solos do RS | 73 |
| Figura 28 - Classificação dos solos quanto à resistência a impactos ambientais genéricos..... | 75 |
| Figura 29 - Mapa de Unidades de Paisagem Natural do Rio Grande do Sul | 78 |
| Figura 30 - Articulação das Bacias Hidrográficas e UPN | 79 |
| Figura 31 - Divisão do estado em regiões de influência climática | 84 |
| Figura 32 - Bacias hidrográficas e regiões de influência climática no RS (adaptadas)..... | 85 |
| Figura 33 - Redução da vazão específica em função do plantio florestal e área de efetivo plantio para redução equivalente de 1 m ³ /s..... | 87 |
| Figura 34 - Identificação e distribuição das classes de uso e ocupação do solo formadoras da matriz da paisagem na UPN DP1..... | 107 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 - Distribuição pluviométrica mensal para o Estado do Rio Grande do Sul Período 1961-1990 (em mm) | 21 |
| Tabela 2 - Média mensal da evapotranspiração para o Estado do Rio Grande do Sul Período 1961-1990 (em mm) | 23 |
| Tabela 3 - Média mensal e anual do excedente e do déficit hídrico climático para o Estado do Rio Grande do Sul - Período 1961-1990 (em mm)..... | 23 |
| Tabela 4 - Origem das informações utilizadas para elaboração da Tabela 5. | 26 |
| Tabela 5 – Nível de comprometimento das bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul - 2006 | 27 |
| Tabela 6 – Estimativa da quantidade de água captada na Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim para irrigação da cultura de arroz..... | 28 |
| Tabela 7 - Resumo do número de espécies indentificadas no Livro Vermelho e as consideradas como suscetíveis à silvicultura | 46 |
| Tabela 8 - Lista de espécies da flora incluídas no levantamento | 48 |
| Tabela 9 - Referências para a classificação de solos quanto a resistência a impactos ambientais..... | 74 |
| Tabela 10 - Estimativa da evapotranspiração para para plantações florestais..... | 81 |
| Tabela 11 - Estimativa do excedente hídrico anual e da vazão específica para áreas com vegetação padrão e com plantações florestais no Rio Grande do Sul..... | 83 |
| Tabela 12 - Estimativa do redução da vazão específica média (em l/s/ha) para cada bacia hidrográfica devido a substituição vegetação padrão por plantações florestais..... | 86 |
| Tabela 13 - Índices utilizados para estabelecer o limite de ocupação das bacias hidrográficas pela silvicultura | 89 |
| Tabela 14 - Memória de cálculo e limites de ocupação aprovados..... | 91 |
| Tabela 15 – Legenda das classes de cobertura do solo utilizadas | 102 |
| Tabela 16 - Classes de uso e ocupação do solo identificadas na UPN DP1 | 103 |
| Tabela 17- Resultado da compilação dos dados primários do Levantamento de Remanescentes de Vegetação dos Campos Sulinos (MMA/PROBIO/UFRGS, 2007) e do Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica (MMA/PROBIO/UFRJ/EISB, 2007) | 105 |
| Tabela 18 - Objetivos de conservação sujeitos a moderação adicional agrupados por tema e UPN de ocorrência | 113 |
| Tabela 19 - Índices calculados para cada UPN e empregados nas moderações descritas nesta proposta, e presença de objetivo(s) de conservação específico(s) na UPN | 114 |
| Tabela 20 - Resumo das moderações aplicadas para cálculo do tamanho máximo dos maciços..... | 115 |
| Tabela 21 - Limites de ocupação adicionais, tamanho máximo e distância mínima entre maciços florestais por recorte BHxUPN | 120 |

1 Introdução

O Estado do Rio Grande do Sul, em decorrência da potencialidade de expansão do setor florestal em seu território deu início, em 2004, ao processo de planejamento visando avaliar e definir diretrizes para a inserção dos empreendimentos florestais no contexto das diversas paisagens do Estado.

Neste mesmo ano o Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA -, através da Resolução nº 084/2004, incluiu a silvicultura no sistema de licenciamento por integradora, possibilitando que o conjunto de empreendedores, participantes de uma Cadeia de Custódia, realize o licenciamento de forma coletiva, a exemplo de outras atividades desenvolvidas na área rural, como a suinocultura, avicultura e outras.

Em consequência, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente, através da Portaria nº 048/2004, instituiu um grupo de trabalho para a realização do zoneamento da silvicultura, constituído por técnicos da Fundação Estadual de Proteção Ambiental, Fundação Zoobotânica e Departamento de Florestas e Áreas Protegidas.

Em 2005 foram definidos, através da Portaria FEPAM nº 068/2005, os procedimentos para o licenciamento da silvicultura, estabelecendo-se os portes, potencial poluidor e ramos diferenciados em função da espécie a ser plantada.

Em 2006, a FEPAM firmou um contrato de cooperação com a Associação Gaúcha de Empresas Florestais, visando subsidiar a contratação de uma empresa de consultoria para realizar os estudos básicos necessários para a elaboração do zoneamento da silvicultura.

Em dezembro de 2006, a FEPAM encaminhou ao Governo do Estado e ao Ministério Público Estadual a proposta de Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura no Rio Grande do Sul.

O Zoneamento Ambiental da Silvicultura constitui instrumento orientativo de abrangência macro regional, cuja versão original utilizou parâmetros constantes em uma matriz de vulnerabilidade que serviram como uma referencia inicial, a qual se verificou, durante as discussões no CONSEMA, a necessidade de ser revisada e aperfeiçoada com base em estudos técnicos e científicos, em um prazo máximo de 5 anos.

Em fevereiro de 2007, através da Portaria SEMA 006, foi criado um Grupo de Trabalho para analisar a primeira versão do Zoneamento Ambiental da Silvicultura. O Grupo de Trabalho apresentou, em abril daquele ano, um conjunto de propostas indicando itens que precisavam ser discutidos e aprimorados no documento.

Em junho de 2007 foram realizadas quatro Audiências Públicas nos municípios de Pelotas, Alegrete, Santa Maria e Caxias do Sul para a apresentação e discussão da proposta de zoneamento com a sociedade.

Em agosto de 2007, a proposta de zoneamento ambiental para a atividade de silvicultura foi encaminhada ao CONSEMA, sendo analisada pelas Câmaras Técnicas Permanentes de Agropecuária e Agroindústria, de Biodiversidade e Política Florestal e de Assuntos Jurídicos.

A CT Câmara Técnica de Biodiversidade e Política Florestal trabalhou de agosto de 2007 até março de 2008, tendo sido consensados entre seus membros a maioria dos temas discutidos.

O tema relativo aos critérios de uso e ocupação do solo pela silvicultura foi o único item decidido pelo voto, diante da impossibilidade de estabelecer consenso sobre o assunto.

Finalmente, após a análise e emissão dos pareceres pelas Câmaras Técnicas, as propostas foram incorporadas ao documento original da FEPAM, e elaborado o novo documento de Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura aprovado pela plenária do CONSEMA através da Resolução 187 em 09 de abril de 2008.

Logo após a aprovação do ZAS no CONSEMA, um grupo de ONGs impetrou Ação Civil Pública com o intuito de que fossem utilizados limites de ocupação propostos pela FZB, preteridos pela Câmara Técnica de Biodiversidade e Política Florestal. A ação foi aceita pela justiça que determinou o retorno do assunto ao CONSEMA a fim de estabelecer limites objetivos para o uso e ocupação do solo pela silvicultura.

A Câmara Técnica de Biodiversidade e Política Florestal retomou a discussão do tema uso e ocupação do solo pela silvicultura, de maio a novembro de 2009, encontrando, desta vez uma solução de consenso para o tema, a qual foi aprovada pelo CONSEMA, através da Resolução 227 de 22 de novembro de 2009.

2 Objetivos

O objetivo do Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura é a elaboração de um instrumento de gestão ambiental para a atividade no Estado, compreendendo um diagnóstico integrado dos aspectos ambientais, sociais e econômicos e definindo os objetivos de conservação relativos à atividade nas unidades de planejamento, de modo a avaliar os impactos envolvidos e fornecer as diretrizes de sustentabilidade ambiental para a atividade, condicionadas ao seu caráter dinâmico e orientativo dos processos de licenciamento ambiental da silvicultura.

2.1 Objetivo geral

- Estabelecer a Bacia Hidrográfica e a Unidade de Paisagem Natural como bases para a definição das diretrizes de uso para a atividade de Silvicultura no RS. As Unidades de Paisagem Natural serão consideradas prioritariamente no que se refere à proteção da flora e fauna, dos patrimônios cultural, arqueológico e paleontológico e no resguardo das terras dos povos indígenas e das comunidades quilombolas. E as Bacias Hidrográficas serão consideradas quanto aos usos socioeconômicos e disponibilidade hídrica;
- Incluir variáveis de antropização, o uso atual da terra e indicadores sócio-econômicos na definição de diretrizes de conservação do meio ambiente e de uso pela atividade de silvicultura na matriz de vulnerabilidade das unidades espaciais de planejamento e análise;
- Considerar os zoneamentos agroclimático e edafoclimático elaborados pela Embrapa Clima Temperado;

2.2 Objetivos específicos

- Orientar a atividade de silvicultura visando conservar os recursos hídricos, os ecossistemas, a flora e fauna, as paisagens frágeis e singulares e as funções ambientais associadas às diversas Bacias Hidrográficas e Unidades de Paisagem;
- Conservar os ecossistemas naturais, através da manutenção de corredores ecológicos, de matas ciliares, de remanescentes florestais e de campos nativos e de habitats especiais de ocorrência de flora e fauna ameaçadas de extinção e endêmicas;
- Compatibilizar a atividade de silvicultura com a conservação do patrimônio arqueológico, paleontológico, histórico, cultural, social e turístico;
- Inserir a silvicultura como alternativa de diversificação das atividades produtivas locais;
- Promover a adoção de práticas de manejo ambientalmente adequadas que resultem na conservação dos recursos naturais, da biodiversidade e dos processos ecológicos.

3 Princípios norteadores

O Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura teve como referência a legislação ambiental e florestal vigentes e os princípios e critérios para o manejo de plantações florestais estabelecidos pela NBR Nº 14.789/2001 e pelo Conselho de Manejo Florestal (Forest Stewardship Council), entre os quais se destacam:

- Respeitar os acordos internacionais como a CDB (Convenção da Diversidade Biológica), o ITTA (Acordo Internacional sobre Madeiras Tropicais), a Convenção RAMSAR, o CITES (Convenção Internacional sobre a Comercialização de Espécies da Flora e da Fauna Ameaçada de Extinção), entre outras;
- Contribuir para a manutenção das características das diversas paisagens do Estado e de sua biodiversidade, através da conservação e uso sustentável dos recursos naturais;
- Promover o desenvolvimento ambiental, econômico e social das regiões em que se insere a atividade florestal;
- Contribuir para a estabilidade ecológica e socioeconômica, através do incentivo à integração agrosilvipastoril, diversidade dos plantios (tamanho, distribuição e ocupação espacial) e uso integrado dos produtos florestais;
- Buscar o fortalecimento e a diversificação da economia local, evitando a dependência da produção florestal a um único produto;
- Promover a geração de emprego e renda, nas regiões alvo da expansão da silvicultura, e melhoria da qualidade de vida dos gaúchos;
- Priorizar o emprego e qualificação da mão-de-obra local;
- Estimular, no contexto de medidas compensatórias, o apoio a pesquisas visando à diversificação de espécies e desenvolvimento de sistemas com espécies nativas.

4 Considerações gerais sobre os conceitos utilizados no Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura

O Zoneamento Ambiental da Silvicultura – ZAS estabeleceu como unidade de planejamento ambiental a Unidade de Paisagem Natural – UPN, conceituando-as como regiões naturais homogêneas, estabelecidas mediante critérios de setorização do território pelas suas características geomorfológicas, fisionômicas e paisagísticas, com objetivo de servir como base para a definição das diretrizes de uso para a atividade de silvicultura, respeitando as condicionantes de manutenção da qualidade ambiental e objetivos de conservação propostos.

As Unidades de Paisagem Natural - UPN pressupõem unidades espaciais que apresentem um alto grau de homogeneidade interna e cuja delimitação não se baseia nas transformações da paisagem pelo uso antrópico, compreendendo unidades de paisagem com características naturais semelhantes, que possam ser utilizadas como unidade de gestão ambiental, neutras em relação aos usos antrópicos e definidas através do cruzamento de bases digitais de geomorfologia, vegetação potencial original, solo e altimetria.

Definidas as unidades homogêneas em suas características originais internas, o ZAS apresentou o diagnóstico de cada UPN, em termos de localização, vegetação original e topografia; aspectos atuais relevantes, como antropização, estrutura agrária, ocorrência de quilombolas e áreas indígenas, sítios paleontológicos, arqueológicos, unidades de conservação, espécies da fauna e flora ameaçadas; objetivos de conservação com base nos aspectos ambientais relevantes; restrições ambientais à atividade de silvicultura e recomendações.

Com base nos diagnósticos, objetivos de conservação e restrições elencadas para a atividade de silvicultura, a primeira versão do zoneamento apresentou uma Matriz de Vulnerabilidade indicando o grau de fragilidade de cada UPN; grau este relacionado aos recursos hídricos, campos naturais, fauna, flora e atrativos turísticos, temas considerados no trabalho como aspectos com maior potencial de impacto relacionado ao desenvolvimento da atividade de silvicultura em larga escala.

Na matriz de vulnerabilidade proposta, cada tema foi valorado por um índice relativo de 0 a 1, sendo 1 o valor de maior criticidade. Desta forma, as UPN foram comparadas diretamente entre si (ranqueamento) e a distribuição dos valores relativos de cada índice individual foi utilizada para identificar onde cada tema apresentou maior criticidade ou vulnerabilidade. A partir do somatório ponderado de

cada índice, convertido para escala de 0 a 1, foi apresentado o Índice de Vulnerabilidade final, como indicativo do potencial de conflito entre a atividade de silvicultura e os objetivos de conservação dos recursos naturais e da biodiversidade em cada UPN.

Na avaliação dos parâmetros propostos pelos técnicos da FZB, fica evidente que a definição do tamanho máximo dos plantios focou a prevenção de eventuais impactos na fauna e flora de áreas abertas. Grande parte da justificativa para a fixação desses parâmetros de distribuição na UPN está relacionada ao impacto potencial sobre espécies de áreas abertas.

No processo de análise desses parâmetros um dos aspectos que motivou uma revisão com vistas a um ajuste de metodologia, foi a baixa correlação verificada entre os valores propostos e o grau de vulnerabilidade atribuído para as diversas UPN. Na apresentação pelos técnicos da FZB ficou explicitada que "*a inexistência de uma relação linear perfeita entre os índices da matriz e os valores propostos para os parâmetros de ocupação e distribuição em cada UPN*" justifica-se pela "interferência" de vários fatores.

Ainda, considere-se que há uma grande concentração de coleta de dados sobre a biodiversidade em determinadas UPN, ao passo que, para outras regiões do RS, o número de registros é insuficiente (mapa do vol1 ZAS 2007). Esta heterogeneidade no esforço amostral dificulta o estabelecimento de índices relativos de fragilidade da biota. Também se deve considerar que a distribuição das espécies não se dá ao longo de toda a UPN (exceções para mamíferos e avifauna), mas sim em determinados ecossistemas locais. Estes são passíveis de identificação para a correta proteção, majoritariamente, apenas na escala de propriedade (de dezenas de metros a quilômetros).

Em função do embasamento aqui apresentado, antes de discutir o estabelecimento de dimensões de plantios, procurou-se avaliar o cenário atual das UPN em relação aos diferentes padrões de organização espacial de seus constituintes, com base nas premissas fundamentadas na Ecologia de Paisagens.

5 Revisão bibliográfica

Para estabelecer uma base conceitual sólida, foi elaborada uma ampla pesquisa bibliográfica que pudesse fundamentar no conhecimento científico a metodologia a ser utilizada. Nessa revisão, procurou-se obter, principalmente, informações sobre os temas que pudessem servir de parâmetro para a definição de critérios que pudessem auxiliar na construção do ZAS.

5.1 Bases para a discussão sobre os limites de ocupação

Conforme determina o Código Estadual de Meio Ambiente do RS, Lei 11.520/2000, no seu "Art. 18 - O planejamento ambiental terá como unidades de referência as bacias hidrográficas..." e no "Art. 121 - inciso IV - a adoção da bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e intervenção, considerando o ciclo hidrológico na sua integridade" a bacia hidrográfica deve ser adotada como unidade básica de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

Considerando-se que o monitoramento que o Estado exerce sobre o balanço da disponibilidade e demanda de água está vinculado aos limites de cada bacia hidrográfica e que eventuais efeitos sobre os recursos hídricos decorrentes de aumentos expressivos da área de plantios florestais podem ser identificados no nível de bacia hidrográfica através da rede de monitoramento oficial do DRH conjuntamente com os dados provenientes dos monitoramentos obrigatórios exigidos nos processos de licenciamento ambiental (EIA-RIMA) dos projetos silviculturais de maior envergadura, este aspecto ambiental configura-se com um ponto de partida consistente para a definição dos limites de ocupação com a atividade, especialmente se tomarmos em conta que os níveis de comprometimento apontados nos relatórios periódicos emitidos pelo DRH refletem a demanda e o consumo de água estabelecidos em cada bacia hidrográfica, incluindo as plantações florestais existentes na área de contribuição.

Se de um lado ha interesse do Estado no planejamento e monitoramento da ocupação do solo pela silvicultura e seus efeitos nos recursos hídricos, por outro há uma restrição técnica para medir as relações de causa-e-efeito de um único empreendimento na escala das grandes bacias hidrográficas devido ao efeito diluidor natural da enorme rede de drenagem (ROBINSON, M. et al., 2003).

Muitos resultados experimentais são baseados em pequenas microbacias, e extrapolar seus resultados para grandes bacias pode induzir a enganos. Em grandes bacias ocorrem áreas que não contribuem para a produção de água, e, bacias com diferentes tamanhos, topografia ou geologia terão diferentes proporções dessas áreas. A extrapolação de impactos derivados da atividade de silvicultura de pequenas bacias experimentais poderá superestimar os impactos em grandes escalas (KEENAN J. R., et al., 2004). A relação complexa entre florestas e água em grandes bacias hidrográficas continua a ser assunto de debate, e torna evidente que mais pesquisas serão necessárias para um completo entendimento dessas relações (CALDER, HOFER, VERMONT, & WARREN, 2007).

Mesmo com tais dificuldades, é possível estimar o aumento no consumo de água em uma dada bacia em função da ocupação de solo por plantios florestais em substituição à vegetação existente, quer seja do Bioma Pampa ou da Mata Atlântica. O conhecimento existente já permite isto, mesmo que com risco de superestimativa do efeito, o que, em certa proporção, propicia uma garantia adicional ao processo de prognóstico do impacto.

Existem muitos estudos e experimentos sobre os impactos da agricultura, dos plantios florestais e de florestas nativas manejadas sobre os recursos hídricos, alguns deles iniciados há mais de um século. Isto demonstra que há uma ampla preocupação com o tema. Pode-se obter dessa base científica os conhecimentos e as informações necessárias para prognosticar os efeitos das plantações florestais sobre os recursos hídricos, mas, por se tratar de uma base muito ampla e diversa, os estudos devem ser analisados criticamente, evitando-se extrapolações indevidas.

5.1.1 O ciclo hidrológico

Uma didática explicação do ciclo hidrológico pode ser encontrada em (KEENAN, et al., 2004), que transcrevemos a seguir.

O ciclo hidrológico descreve o movimento da água na atmosfera, biosfera e litosfera como um gás, líquido ou sólido (Figura 1). O processo é bastante influenciado pela energia do sol e pela gravidade.



Figura 1- Representação do ciclo hidrológico
Fonte: Adaptado de (KEENAN, et al., 2004).

O ciclo hidrológico pode ser representado pela equação de balanço hídrico:

$$P = ET + S + R + \Delta S$$

Onde precipitação (P) pode ser distribuída em evapotranspiração (ET), deflúvio (S), recarga de água subterrânea (R) e mudança no estoque de água do solo (ΔS).

Evapotranspiração é uma combinação de interceptação e transpiração pelas plantas e evaporação do solo. Precipitação pode ocorrer em forma de neve, granizo, gelo, neblina ou chuva. A interceptação refere-se a chuva que cai sobre a vegetação, sem atingir diretamente o solo, fluindo pelo tronco ou caindo das folhas para o solo ou evaporando.

A interceptação é controlada por fatores climáticos como intensidade, duração, frequência e tipo de precipitação e da vegetação, como morfologia da planta, densidade da vegetação, fisiologia e estágio de crescimento (DINGMAN, 1994).

Esses fatores geram variações no balanço hídrico para diferentes tipos de vegetação, incluindo, por exemplo, gramíneas e florestas.

A água evapora dos rios, lagos e do solo. Plantas transpiram água durante a fotossíntese e a respiração (transpiração). A evaporação direta do solo e a transpiração das plantas é definida como “**evapotranspiração**”. O volume total de evapotranspiração de uma superfície vegetada depende do tipo de vegetação, clima e fatores do solo (CALDER I. R., 1999).

As taxas de transpiração variam de acordo com o tipo de vegetação devido às diferenças na área foliar e na profundidade e densidade do sistema radicular. Assim, modificações no tipo de vegetação e nas práticas de manejo do solo podem ter impactos significativos no balanço hídrico nas escalas de sub e microbacias.

Quando a precipitação que alcança o solo é de baixa intensidade e/ou o solo não está saturado, uma porção significativa de água penetra no solo como “infiltração”. Até um certo nível de saturação de umidade, a gravidade força uma porção de água a penetrar no solo. Dependendo do solo e da precipitação, a água infiltrada na zona não saturada pode permanecer disponível para utilização das plantas ou seguir por um percurso superficial (escoamento superficial ou de Horton), sub-paralelo a superfície do solo (escoamento sub-superficial) ou como escoamento de base. Isto pode vir a alimentar os córregos como um componente do escoamento de base.

Alternativamente a água pode continuar a fluir verticalmente como percolação profunda até atingir a água subterrânea da zona saturada. A adição de água no estoque subterrâneo é denominado “recarga”. A “descarga” ocorre onde o limite superior da zona saturada (lençol freático) intersecta com a superfície do solo. Este é o maior componente do fluxo de base nos córregos. O maior uso de água por plantas, devido à profundidade e maior densidade do sistema radicular, é associado com menores taxas de recarga. Modificações no uso do solo, como a substituição de vegetação perene e de raízes profundas (como campos naturais e florestas nativas) por culturas anuais com raízes superficiais, poderá, portanto, estar associada com um aumento da recarga da água no solo. Quando uma grande recarga ocorre em função de variação sazonal ou de uso do solo, há uma elevação no lençol freático.

O escoamento superficial ocorre se a chuva cai a uma taxa superior a que pode infiltrar no solo. Isto poderá ocorrer se a chuva for muito pesada ou se o solo estiver saturado.

Microbacias com agricultura tem maior deflúvio do que microbacias com cobertura florestal devido a diferenças na interceptação e infiltração e na variabilidade sazonal da vegetação associada com as práticas agrícolas. Os fluxos de água dos córregos e riachos em última instância deságuam nos oceanos ou lagos. A evaporação também

ocorre nesses corpos d'água. O deflúvio reflete a integração de todos os fatores hidrológicos em uma bacia hidrográfica, incluindo características topográficas, clima, solo, geologia e uso do solo.

Na Figura 2 é apresentada uma distribuição anual aproximada dos processos hidrológicos que compõem a resposta hidrológica, com respectiva distribuição temporal, de microbacias adequadamente protegidas por florestas nativas não perturbadas em condições de clima temperado.

A distribuição porcentual mostrada na Figura 2 depende, também, das condições antecedentes de umidade da microbacia (LIMA & ZAKIA, 2006).

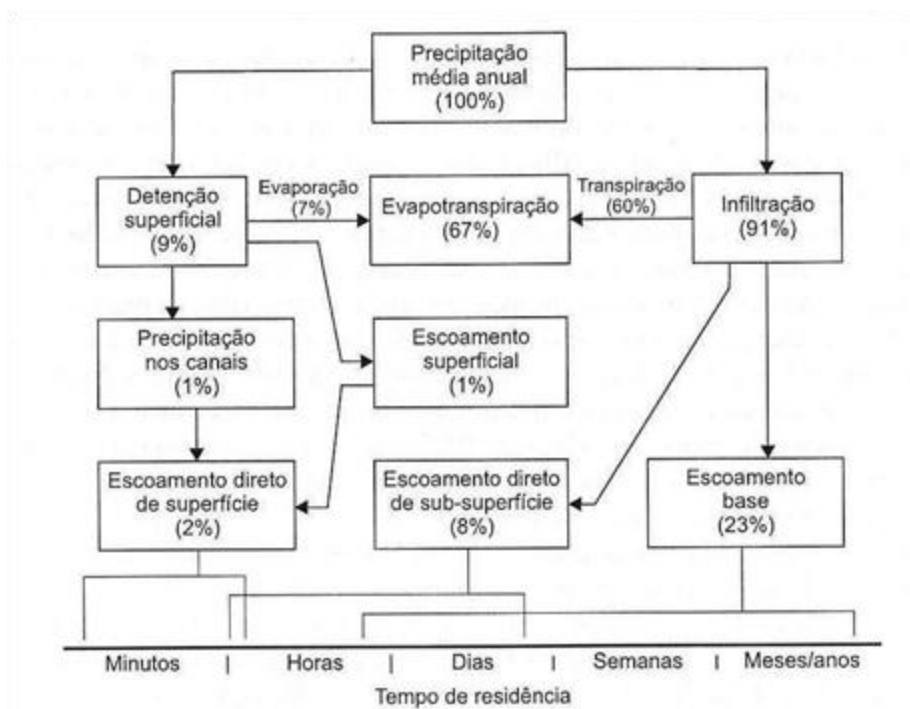


Figura 2 - Distribuição porcentual anual aproximada dos processos hidrológicos
Fonte: (LIMA & ZAKIA, 2006) (adaptado de (BOSCH & HEWLLETT, 1982)

A floresta ou plantio florestal e seu manejo têm íntima correlação com o ciclo hidrológico, o que permite concluir não há como manejar um sem alterar o outro (LIMA & ZAKIA, 2006).

(LIMA & ZAKIA, 2006) resumiram seus principais efeitos decorrentes das relações entre o manejo florestal e os recursos hídricos, e entre eles, que a mudança da

vegetação em “*microbacia antes revestida por vegetação de menor porte, como, por exemplo, pastagem, causa diminuição na produção de água*”.

Diversos fatores são responsáveis pela redução no deflúvio quando se substitui vegetação arbustiva ou estépica por vegetação de maior porte, e o principal deles é a evapotranspiração.

As plantas, por sua capacidade de acesso, transporte e evaporação de água exercem um forte controle sobre o processo de evapotranspiração (CALDER I. R., 1998). A resposta na vazão dos pequenos cursos d’água em função de desmatamento ou implantação de cobertura florestal depende da precipitação média anual de cada região (BOSCH & HEWLLETT, 1982).

A evapotranspiração depende da interceptação da chuva, da radiação, advecção, turbulência, área foliar e disponibilidade de água para a planta. A importância relativa desses fatores depende do clima, solo e do tipo de vegetação (ZHANG, DAWES, & WALKER, 2001), (FARLEY, JOBBÁGY, & JACKSON, 2005), (ALMEIDA A. C., SOARES, LANDSBERG, & REZENDE, 2007).

A profundidade das raízes determina o volume de solo do qual as plantas conseguem retirar água e, juntamente com as propriedades hidráulicas do solo, determina a disponibilidade de água para as plantas. Revisando 290 estudos distribuídos pelo mundo, (CANADELL, JACKSON, EHLERINGER, MOONEY, SALA, & SCHULZE, 1996), demonstraram que a profundidade média máxima encontrada para as raízes em plantios florestais foi de aproximadamente 7 metros para árvores e de 2,60 metros para plantas herbáceas, limitando o acesso à água do solo a esses limites. (ALMEIDA & SOARES, 2003), citam uma profundidade de 2,50m para raízes de plantios de *Eucalyptus grandis* com 7 anos de idade localizados no Espírito Santo.

Portanto, árvores geralmente têm mais água disponível no solo do que plantas herbáceas. Durante estações úmidas, plantas extraem mais água das camadas superficiais, onde a densidade de raízes é maior. Na medida em que o solo seca, progressivamente mais água é extraída de camadas inferiores para manter os estômatos abertos. Como resultado, as árvores podem manter relativamente constante a taxa de evapotranspiração ao longo do tempo, mesmo quando a disponibilidade de água na camada superior do solo é limitada, enquanto, sob essas condições, as plantas com raízes superficiais tendem a fechar seus estômatos para reduzir a taxa de evapotranspiração (ZHANG, DAWES, & WALKER, 2001). Os plantios de eucalipto exercem controle estomático eficiente em condições de baixa disponibilidade de água no solo, e, em termos de evapotranspiração e uso da água

do solo, se comparam às observadas para a Mata Atlântica (ALMEIDA & SOARES, 2003) nas condições do Espírito Santo.

Muitos estudos indicam que ocorre alteração no ciclo hidrológico pela substituição de vegetação herbácea ou de savanas por plantios florestais, com resultados originados em microbacias localizadas em diferentes regiões do globo (BOSCH & HEWLLETT, 1982), (SCOTT & LESCH, 1997), (CALDER I. R., 1998), (ZHANG, DAWES, & WALKER, 1999), (O'LOUGHLIN & NAMBIAR, 2001), (WILDY, PATE, & BARTLE, 2003), (ROBINSON, M. et al., 2003), (FARLEY, JOBBÁGY, & JACKSON, 2005), (JACKSON, et al., 2005), (NOSETTO, JOBBÁGY, & PARUELO, 2005), (JOBBÁGY, et al., 2006), (SILVEIRA, ALONSO, & MARTÍNEZ, 2006).

(STAPE, BINKLEY, & RYAN, 2004) e (STAPE, BINKLEY, & RYAN, 2007), observaram que em plantios de eucalipto maiores taxas de crescimento estão associadas a um maior suprimento de água. Então, pode-se inferir que, nas regiões em que há menor disponibilidade hídrica, há também uma restrição de natureza econômica pois seria difícil se obter boas produtividades florestais.

5.1.1.1 Alterações na evapotranspiração

Modificações no uso do solo, em especial aquelas envolvendo a troca da vegetação arbustiva ou estépica por florestal, em geral implicam em mudanças na evapotranspiração e no ciclo hidrológico que resultam em aumento das perdas de água (HORTON, 1919), (BOSCH & HEWLLETT, 1982), (ZHANG, DAWES, & WALKER, 2001), (NOSETTO, JOBBÁGY, & PARUELO, 2005).

Em regiões de climas secos, a disponibilidade de água no solo deve ser a principal razão para diferenças na taxa anual de evapotranspiração entre árvores e plantas com raízes superficiais (ZHANG, DAWES, & WALKER, 2001).

(LIMA W. P., 1993), menciona que a evapotranspiração anual de florestas naturais de *Eucalyptus* tende a alcançar um valor máximo de equilíbrio ao redor de 1.100 a 1.200 mm anuais por ano. Assim, continua o autor, "o valor de 1.100 mm.ano⁻¹ pode ser o equivalente médio representativo da evapotranspiração de uma floresta de eucalipto adulto, com boa densidade, em condições de clima temperado, em condições, ou, em anos de precipitação anual superior a 1.200 milímetros" apud (LANGFORD, MORAN, & O'SHAUGHNESSY, 1980).

No trabalho de (ZHANG, DAWES, & WALKER, 2001), os autores ajustaram funções da evapotranspiração anual para diferentes níveis de precipitação baseando-se em dados de 250 microbacias localizadas em todos os continentes. As bacias selecionadas apresentavam em comum as seguintes características: as chuvas são a forma predominante de precipitação; encostas relativamente suaves; solos relativamente profundos, com mais de 2 metros. A vegetação das mesmas foi classificada em herbácea, mistura de plantas herbáceas e árvores e florestal, esta com o dossel cobrindo pelo menos 70% da microbacia.

O modelo ajustado pelos autores (equação 1) é bastante prático e permite que o aumento da evapotranspiração pela substituição da cobertura no nível de microbacia seja estimada apenas com a precipitação anual.

$$ET = \left(f \frac{1 + 2 \frac{1410}{P}}{1 + 2 \frac{1410}{P} + \frac{P}{1410}} + (1 - f) \frac{1 + 0,5 \frac{1100}{P}}{1 + 0,5 \frac{1100}{P} + \frac{P}{1100}} \right)$$

Equação 1

Onde:

ET = Diferença de evapotranspiração em mm/ano

P = Precipitação média anual em mm

f = fração da microbacia ocupada por plantio florestal.

Os resultados são apresentados na figura 3, estando destacadas as precipitações encontradas no Rio Grande do Sul, cuja faixa situa-se de 1.250mm a 2.000mm anuais.

O gráfico indica que nas condições de precipitação do Rio Grande do Sul, para a vegetação herbácea (pastagens), os valores de evapotranspiração situam-se entre 700 mm e 800 mm anuais. Para a vegetação de porte florestal, os valores estariam na faixa de 1.000 mm a 1.250 mm anuais. As diferenças nos níveis de evapotranspiração entre vegetação herbácea e florestal situa-se entre 300 mm para regiões de menor precipitação e 450 mm para as de maior.

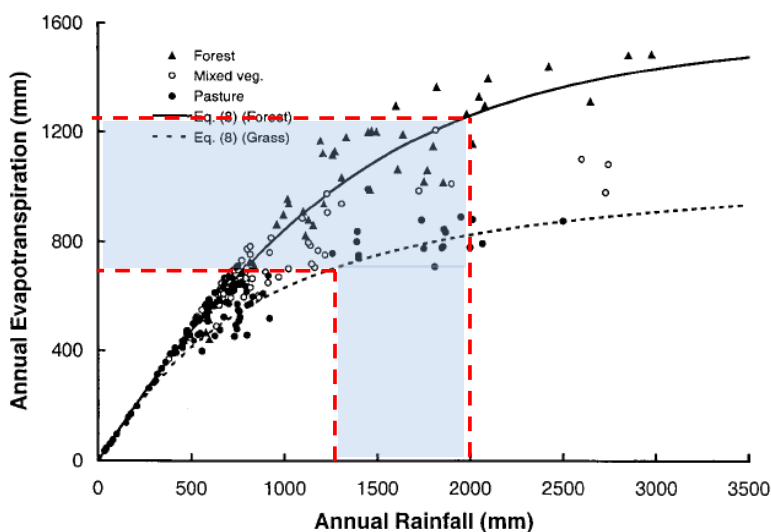


Figura 3 - Relações entre a evapotranspiração anual e precipitação para diferentes tipos de vegetação.
Fonte: Adaptado de (ZHANG, DAWES, & WALKER, 2001).

(ALMEIDA A. C., SOARES, LANDSBERG, & REZENDE, 2007) estimaram uma média de evapotranspiração de 1092mm anuais em monitoramento ao longo de seis anos de plantios de *Eucalyptus* no Estado do Espírito Santo, em região onde a precipitação média do período foi 1147mm anuais.

(NOSETTO, JOBBÁGY, & PARUELO, 2005), também estudaram as diferenças na evapotranspiração de áreas com pastagens e com plantios de *Eucalyptus* na região de Concordia, na Argentina. Através da estimativa da evapotranspiração de 57 stands florestais e 48 de pastagens a partir das bandas termais e não termais de imagens do Satelite Landsat 7, encontraram valores de 630mm para as pastagens e 1150mm para as plantações florestais, em região com precipitação média anual de 1352mm anuais. As diferenças entre os valores encontrados e os estimados por (ZHANG, DAWES, & WALKER, 2001) devem-se à metodologia utilizada pelos autores, que não possibilita garantir que a evapotranspiração encontrada refere-se exclusivamente à floresta e não à advecção, decorrente da movimentação de massa pelo vento, e também por se tratar da extrapolação da média diária obtida a partir da análise de somente 7 imagens de satélite distribuídas ao longo de um único ano.

5.1.1.2 Coeficiente de cultura (Kc)

Uma prática muito comum em agronomia é a utilização de um coeficiente denominado “coeficiente de cultura, acrônimo Kc” para definir a relação entre a evapotranspiração potencial ou de referência de uma região e a evapotranspiração de uma cultura específica.

Segundo o *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper 56*, FAO [1998], a evapotranspiração de uma cultura baseia-se nos vegetais crescendo em grandes campos sob excelentes condições agrônômicas e de água no solo, e se distingue da evapotranspiração de referência (ET_o) pelo grau de cobertura do solo, propriedades das copas, resistência aerodinâmica entre outras.

O Kc integra os efeitos das diferentes características de uma cultura no campo em relação à vegetação de referência (gramíneas), e a estimativa da evapotranspiração de uma determinada cultura é obtida multiplicando-se ET_o pelo Kc.

No mesmo documento da FAO citado acima, no Capítulo 6 há indicação de Kc = 1,0 para coníferas, entretanto, os estudos sobre o assunto indicam valores entre 0,9 e 1,5 dependendo da espécie, da idade, do regime de manejo, da densidade do plantio (nível de cobertura do dossel) e de outras variáveis.

5.1.1.3 Alterações no deflúvio

Em geral, os resultados dos experimentos instalados para medir o impacto da alteração da cobertura vegetal no regime hidrológico apresentam nas conclusões um percentual de redução do deflúvio, sendo muito comum basearem-se em microbacias cuja ocupação florestal excede 90% da sua área, condição que, conforme mencionado anteriormente, não deve ser extrapolada para as bacias hidrográficas (ROBINSON, et al., 2003), (KEENAN, et al., 2004).

Tanto as florestas naturais como as plantações usam mais água do que a maioria das outras coberturas vegetais do solo (incluindo agricultura e forragem), e não há dúvida que a remoção da cobertura florestal, mesmo que parcial, aumenta a produção de água a jusante (CALDER, HOFER, VERMONT, & WARREN, 2007).

Revisando estudos de 94 microbacias localizadas nos Estados Unidos, Nova Zelândia, Austrália e África do Sul, (BOSCH & HEWLETT, 1982) verificaram que, coníferas e

eucalipto causam alterações de 40 mm anuais na produção de água para cada 10% de mudança na cobertura florestal das microbacias. Para arbustos e gramíneas observaram alterações de 10 mm para cada 10% de modificação na cobertura do solo. Também verificaram que a resposta na produção de água das microbacias ao desmatamento ou implantação de cobertura florestal depende, em ambos os casos, da precipitação média anual da região, e que, em áreas de floresta, a diminuição na produção de água parece ser proporcional à taxa de crescimento do stand florestal.

(FARLEY, JOBBÁGY, & JACKSON, 2005), estudaram a redução no deflúvio de 26 microbacias localizadas na Austrália, África do Sul, Nova Zelândia, Inglaterra, Alemanha e Índia, em que a vegetação herbácea e/ou arbustiva foi substituída por plantações florestais (*Pinus* e *Eucalyptus*). Para o *Eucalyptus* encontraram reduções estatisticamente não significativas de 159, 162 e 202 mm anuais, para precipitações medias de 1.414 mm, 1.262 mm e 1.166 mm, respectivamente. Para as plantações de *Pinus* encontraram reduções entre 165mm e 167mm, também estatisticamente não significativas, para precipitações medias entre 1.226 mm e 1.260 mm. Das microbacias estudadas, somente 85% tiveram o nível de ocupação por plantios informado, sendo a média de 75,4%. Se considerarmos que a ocupação média no nível da propriedade para o Rio Grande do Sul, situa-se na faixa de 50 a 55% da área, embora não se possua o percentual de ocupação para microbacias, espera-se que proporções similares ocorram.

(JACKSON, et al., 2005) analisaram os dados anuais de 504 microbacias distribuídas por todo o mundo e encontraram uma redução média do deflúvio de 180 mm anuais na substituição de pastagens e vegetação arbustiva por florestas plantadas. Uma das limitações desse trabalho é que os dados primários referem-se na sua maioria a regiões com precipitações menores que 900 mm, onde o efeito da substituição é mais significativo. O regime hídrico das microbacias que basearam as conclusões são muito diferentes do que ocorre no Rio Grande do Sul (1.250 a 2.000mm).

(VAN LILL, KRUGER, & VAN WIK, 1980) verificaram, em experimento conduzido na África do Sul com 1.300 mm de precipitação anual, que dois terços da redução do deflúvio pela plantação de *Eucalyptus grandis* ocorreram durante a estação chuvosa, enquanto que o restante, durante a estação seca. Em experimentos na Índia, com 1.500 mm anuais de precipitação e 60% da área coberta por *Eucalyptus globulus*, (SAMRAJ, SHARDA, CHINNAMANI, LAKSHMANAN, & HALDORAI, 1988) e (SHARDA, SAMRAJ, CHINNAMANI, & LAKSHMANAN, 1988), observaram uma redução de 16% no deflúvio, sendo que 80% dessa redução ocorreu na estação chuvosa.

Ressalte-se que a estiagem nas regiões em que esses experimentos foram conduzidos é muito forte, perdurando por 6 meses na África do Sul (precipitação de apenas 233 mm de abril a setembro) e por 4 meses na Índia (precipitação de 188 mm de janeiro a abril). Nos estudos destinados a avaliar a redução da produção de água, desenvolvidos também em quantidade significativa, é importante que as conclusões sejam analisadas conjuntamente com três fatores (LIMA W. P., 1993):

- o nível de ocupação das microbacias pelas florestas;
- a precipitação anual;
- o regime de distribuição das chuvas.

5.1.2 Dados meteorológicos e climáticos do Rio Grande do Sul

Em convênio da Secretaria de Agricultura e Abastecimento e a EMBRAPA-CNPT, em 1994 foi elaborado o Macrozoneamento agro ecológico e econômico do estado do Rio Grande do Sul (RS. SAA/EMBRAPA, 1994), o qual estabeleceu 12 regiões agroecológicas homogêneas com base, entre outras, em características microclimáticas (especialmente regime termicopluiométrico), geomorfológicas, capacidade de uso dos solos, e tipo de vegetação natural.

Nessas 12 regiões agroecológicas estão localizadas estações meteorológicas de referência, que são utilizadas para monitorar as informações climáticas e meteorológicas de cada uma daquelas 12 regiões. Na figura 4 e apresentado um mapa com os limites das regiões agroecológicas e a localização e identificação das respectivas estações de referência.

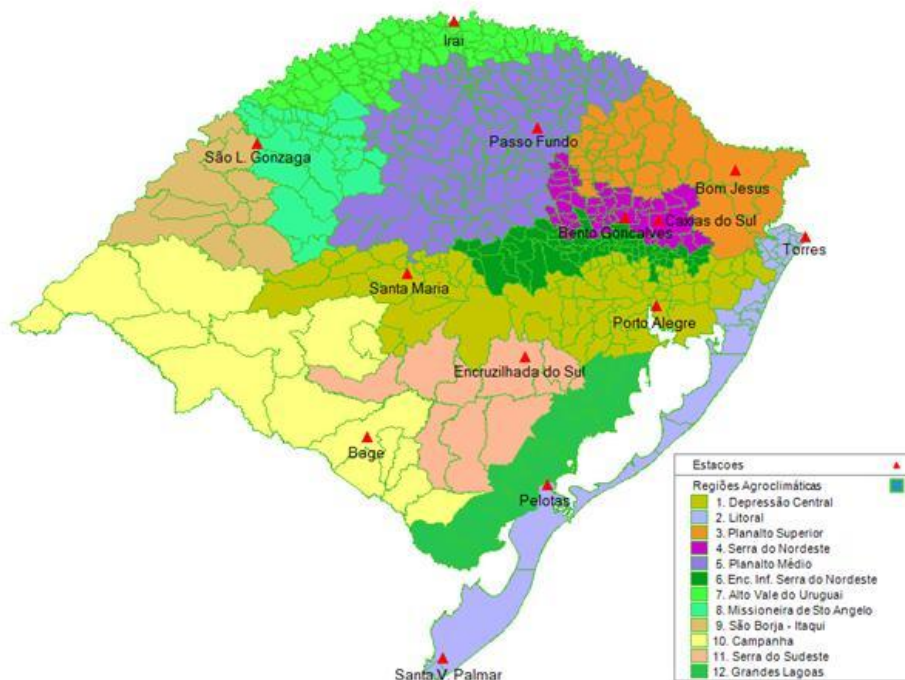


Figura 4 - Regiões agroecológicas do Estado do Rio Grande do Sul e estações meteorológicas de referência

Fonte: RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Macrozoneamento agroecológico e econômico do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento / EMBRAPA-CNPT, 1994. 2 v

Os dados dessas estações são mantidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET no Banco de Dados Climáticos do Brasil. Com base nas normais climatológicas dessas estações, (serie de dados do período de 1961 a 1990), a EMBRAPA – Monitoramento por Satellite (CNPM), disponibiliza para o público através do link <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados> os dados climatológicos e o balanço hídrico de uma rede nacional de monitoramento climático, incluindo as 12 estações localizadas no RS. As normais climatológicas dessas estações e as informações sobre o balanço hídrico das regiões agroecológicas do Estado do Rio Grande do Sul são apresentadas nas Tabelas 1 a 4.

Enfatize-se que para o cálculo do balanço hídrico a Embrapa emprega a metodologia de (THORNTHWAITE & MATHER, 1955), através do programa "BHnorm" elaborado em planilha EXCEL por (ROLIM, SENDELHAS, & BARBIERI, 1998). Como capacidade de água disponível (CAD) utiliza o valor de 100 mm e a evapotranspiração potencial foi estimada pelo método de (THORNTHWAITE, 1948), definida como sendo a perda da água para a atmosfera através de uma superfície natural coberta com vegetação nativa, sem restrição de água no solo.

Tabela 1 - Distribuição pluviométrica mensal para o Estado do Rio Grande do Sul
Período 1961-1990 (em mm)

| Estação | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Ano |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Bagé | 115 | 133 | 124 | 103 | 103 | 126 | 141 | 123 | 149 | 131 | 112 | 105 | 1465 |
| Bento Gonçalves | 140 | 139 | 128 | 114 | 107 | 157 | 161 | 165 | 185 | 156 | 140 | 144 | 1736 |
| Bom Jesus | 171 | 169 | 139 | 113 | 129 | 131 | 143 | 164 | 166 | 144 | 125 | 130 | 1724 |
| Caxias do Sul | 146 | 152 | 205 | 132 | 109 | 153 | 154 | 178 | 204 | 173 | 140 | 169 | 1915 |
| Encruzilhada do Sul | 118 | 137 | 128 | 97 | 113 | 149 | 157 | 151 | 141 | 127 | 122 | 101 | 1541 |
| Iraí | 155 | 159 | 130 | 145 | 162 | 149 | 122 | 148 | 160 | 175 | 162 | 144 | 1811 |
| Passo Fundo | 143 | 148 | 121 | 118 | 131 | 129 | 153 | 166 | 207 | 167 | 141 | 161 | 1785 |
| Pelotas | 119 | 153 | 97 | 100 | 101 | 106 | 146 | 117 | 124 | 101 | 100 | 103 | 1367 |
| Porto Alegre | 100 | 109 | 104 | 86 | 95 | 133 | 122 | 140 | 139 | 114 | 104 | 101 | 1347 |
| Santa Maria | 145 | 130 | 152 | 135 | 129 | 144 | 149 | 137 | 154 | 146 | 132 | 133 | 1686 |
| S. Vitória do Palmar | 105 | 120 | 96 | 74 | 93 | 102 | 121 | 107 | 106 | 87 | 96 | 83 | 1190 |
| São L. Gonzaga | 156 | 149 | 154 | 180 | 146 | 169 | 163 | 149 | 175 | 198 | 154 | 179 | 1972 |
| Torres | 117 | 137 | 142 | 96 | 88 | 98 | 100 | 139 | 136 | 124 | 106 | 102 | 1385 |
| Médias | 133 | 141 | 132 | 115 | 116 | 134 | 141 | 145 | 157 | 142 | 126 | 127 | 1610 |

Fonte: <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/index.php?UF=rs>,

O total anual de chuvas no Estado do Rio Grande do Sul atinge 1.610 mm, com média mensal de 134 mm. Em nenhuma das regiões agroecológicas há caracterização de período de estiagem, mesmo quando se analisa as normais climatológicas do período 1931-1960. Esta consideração objetiva ressaltar que as estiagens que estão sendo observadas recentemente no período de verão não representam o comportamento normal do clima no estado.

Na figura 5 e apresentado um mapa com as isoietas das precipitações médias anuais, onde se pode observar que há um aumento da precipitação no sentido sul-norte, iniciando com 1.300 mm na região da campanha (Quaraí) e atingindo 2000 mm na região do planalto (Erexim).

O volume de chuvas é condizente com a faixa selecionada na Figura 3 (ZHANG, DAWES, & WALKER, 2001), e com os limites de 1.100 a 1.200 mm de evapotranspiração citados por (LIMA W. P., 1993) *apud* (LANGFORD, MORAN, & O'SHAUGHNESSY, 1980).

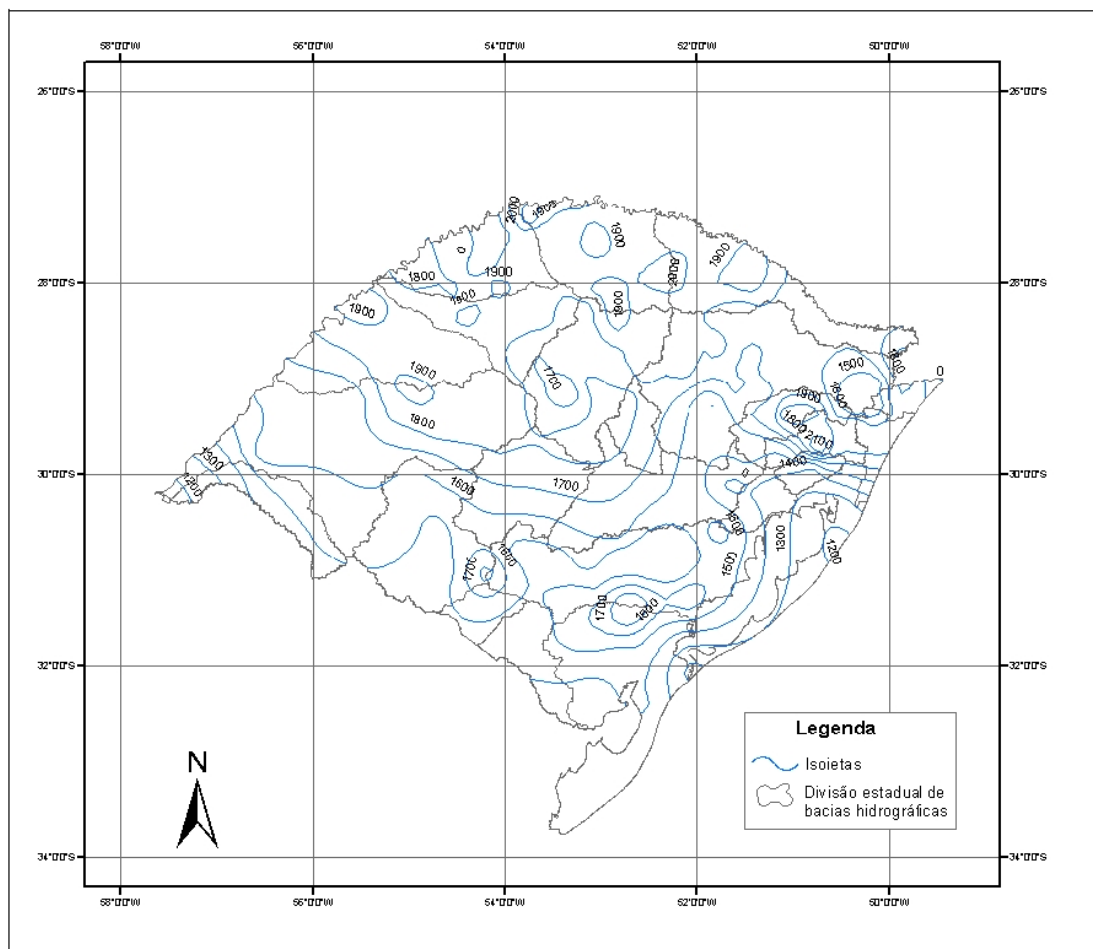


Figura 5 - Isoietas das precipitações médias anuais – Período 1976 a 2002.
Fonte: Soterio, P.W; Pedrollo, M.C. & Andriotti, J.L. Mapa de Isoietas do Rio Grande do Sul.

Do balanço hídrico provido pela Embrapa – Monitoramento por Satélite - foram obtidas as médias mensais de evapotranspirações, do excedente e do déficit hídrico com base nas normais climatológicas do período de 1961-1990, para as estações de referência do RS. Os resultados são apresentados na Tabela 2 e na Tabela 3.

Avaliando-se os dados das Tabelas 2 e 3 conjuntamente pode-se inferir que não ocorre déficit hídrico climático significativo em nenhuma região agroecológica do estado. 62% da evapotranspiração ocorre no período de dezembro a março (verão) e apenas 17% de junho a setembro (inverno).

Tabela 2 - Média mensal da evapotranspiração para o Estado do Rio Grande do Sul
Período 1961-1990 (em mm)

| Estação | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Ano |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Bagé | 131 | 113 | 100 | 62 | 42 | 27 | 29 | 34 | 44 | 66 | 89 | 121 | 858 |
| Bento Gonçalves | 110 | 99 | 92 | 64 | 44 | 32 | 33 | 38 | 46 | 65 | 82 | 103 | 809 |
| Bom Jesus | 93 | 87 | 82 | 57 | 41 | 30 | 32 | 36 | 43 | 57 | 69 | 89 | 715 |
| Caxias do Sul | 103 | 94 | 87 | 59 | 44 | 32 | 34 | 37 | 46 | 62 | 78 | 97 | 771 |
| Encruzilhada do Sul | 114 | 101 | 93 | 63 | 45 | 29 | 30 | 34 | 43 | 62 | 87 | 113 | 814 |
| Iraí | 134 | 120 | 111 | 69 | 41 | 28 | 29 | 43 | 54 | 81 | 101 | 126 | 936 |
| Passo Fundo | 112 | 99 | 93 | 63 | 42 | 31 | 32 | 39 | 45 | 69 | 87 | 109 | 823 |
| Pelotas | 124 | 110 | 102 | 68 | 44 | 28 | 28 | 34 | 44 | 67 | 86 | 115 | 850 |
| Porto Alegre | 134 | 122 | 111 | 74 | 49 | 32 | 33 | 39 | 50 | 73 | 94 | 122 | 934 |
| Santa Maria | 135 | 116 | 104 | 67 | 46 | 28 | 31 | 38 | 48 | 72 | 97 | 118 | 900 |
| S. Vitória do Palmar | 118 | 105 | 96 | 64 | 44 | 27 | 27 | 31 | 40 | 59 | 80 | 106 | 798 |
| São L. Gonzaga | 141 | 121 | 104 | 71 | 49 | 32 | 35 | 41 | 52 | 79 | 103 | 136 | 964 |
| Torres | 117 | 109 | 107 | 76 | 55 | 37 | 37 | 41 | 49 | 68 | 85 | 105 | 885 |
| Médias | 120 | 107 | 99 | 66 | 45 | 30 | 32 | 37 | 46 | 68 | 88 | 112 | 851 |

Fonte: <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/index.php?UF=rs>,

Tabela 3 - Média mensal e anual do excedente e do déficit hídrico climático para o
Estado do Rio Grande do Sul - Período 1961-1990 (em mm)

| Estação | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Ano | Exc | Déficit |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|---------|
| Bagé | -4 | 0 | 16 | 41 | 61 | 99 | 112 | 89 | 105 | 65 | 23 | -1 | 606 | 611 | 5 |
| Bento Gonçalves | 30 | 40 | 36 | 50 | 63 | 125 | 128 | 127 | 139 | 91 | 58 | 41 | 928 | 928 | 0 |
| Bom Jesus | 78 | 82 | 57 | 56 | 88 | 101 | 111 | 128 | 123 | 87 | 56 | 41 | 1008 | 1008 | 0 |
| Caxias do Sul | 43 | 58 | 118 | 73 | 65 | 121 | 120 | 141 | 158 | 111 | 62 | 72 | 1142 | 1142 | 0 |
| Encruzilhada do Sul | 0 | 28 | 35 | 34 | 68 | 120 | 127 | 118 | 98 | 65 | 35 | -1 | 727 | 727 | 1 |
| Iraí | 21 | 39 | 19 | 76 | 121 | 121 | 93 | 105 | 106 | 94 | 61 | 18 | 874 | 874 | 0 |
| Passo Fundo | 31 | 49 | 28 | 55 | 89 | 98 | 121 | 127 | 162 | 98 | 54 | 52 | 964 | 964 | 0 |
| Pelotas | -1 | 28 | 0 | 28 | 56 | 78 | 118 | 83 | 80 | 34 | 14 | 0 | 518 | 519 | 1 |
| Porto Alegre | -11 | -6 | -4 | 0 | 5 | 101 | 89 | 101 | 90 | 41 | 10 | -2 | 414 | 437 | 23 |
| Santa Maria | 10 | 14 | 48 | 68 | 83 | 116 | 118 | 99 | 106 | 74 | 35 | 15 | 786 | 786 | 0 |
| S. Vitória do Palmar | -3 | 0 | 0 | 0 | 43 | 75 | 94 | 76 | 66 | 28 | 16 | 0 | 395 | 398 | 3 |
| São L. Gonzaga | 15 | 28 | 50 | 109 | 97 | 137 | 128 | 108 | 123 | 119 | 51 | 43 | 1008 | 1008 | 0 |
| Torres | 0 | 26 | 35 | 20 | 33 | 61 | 63 | 98 | 87 | 56 | 21 | 0 | 500 | 500 | 0 |
| Médias | 16 | 30 | 34 | 47 | 67 | 104 | 109 | 108 | 111 | 74 | 38 | 21 | 759 | 762 | - |

Fonte: <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/index.php?UF=rs>,

As baixas temperaturas do período de inverno e a manutenção da frequência e quantidade de chuvas resulta em maior umidade relativa do ar, reduzindo a diferença da pressão de vapor ambiente/estômato, diminuindo tanto a transpiração quanto a evaporação. Essa redução da evapotranspiração resulta que 57% do excedente hídrico climático ocorre no período de junho a setembro.

No Estado, somente a região de referência da estação de Porto Alegre apresenta um déficit hídrico de 23 mm no período de dezembro a março, que não é muito significativo para culturas florestais, apenas impondo restrições para os plantios em solos de pouca profundidade (com pequena capacidade de campo).

5.1.2.1 Comprometimento dos recursos hídricos no Estado

Quando se trata de recursos hídricos, também é imprescindível que se avalie o nível de comprometimento atual da disponibilidade, quer seja pela demanda, quer seja pelo consumo.

A referência consultada para obter as informações que indicam o nível de comprometimento dos recursos hídricos do estado foi: Governo do Estado do Rio Grande do Sul/SEMA/CRHRS/ DRH, Relatório anual sobre situação dos recursos hídricos no Estado do Rio Grande do Sul, (2007).

Corroborando os princípios adotados no ZAS, consta do relatório do DRH que a “unidade básica de planejamento e gestão de recursos hídricos é a bacia hidrográfica, conforme explicitado no Artigo 1º da Lei Nº 10.350/94, que trata dos objetivos e princípios da Política Estadual de Recursos Hídricos” e na Lei Nº 9.433/97. Com base nesse princípio, o Plano Estadual de Recursos Hídricos, em elaboração, vem adotando a bacia hidrográfica como unidade referencial para a determinação dos principais parâmetros hídricos superficiais e subterrâneos, tanto no que se refere à quantidade de água, como à qualidade.”

A Lei Estadual Nº 10.350, de 1994, dividiu o Estado do Rio Grande do Sul, para fins de gestão de recursos hídricos, em três grandes regiões hidrográficas:

- Região Hidrográfica do Guaíba;
- Região Hidrográfica do Uruguai e
- Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas.

As três regiões hidrográficas estão subdivididas em 25 bacias hidrográficas, conforme é apresentado na figura 6.

No relatório anual do DRH, são adotados os seguintes conceitos.

- Bacia hidrográfica – conjunto de terras drenadas por um curso de água principal e seus afluentes. A noção de bacia hidrográfica inclui naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores de água, curso de água principal, afluentes, subafluentes, etc.

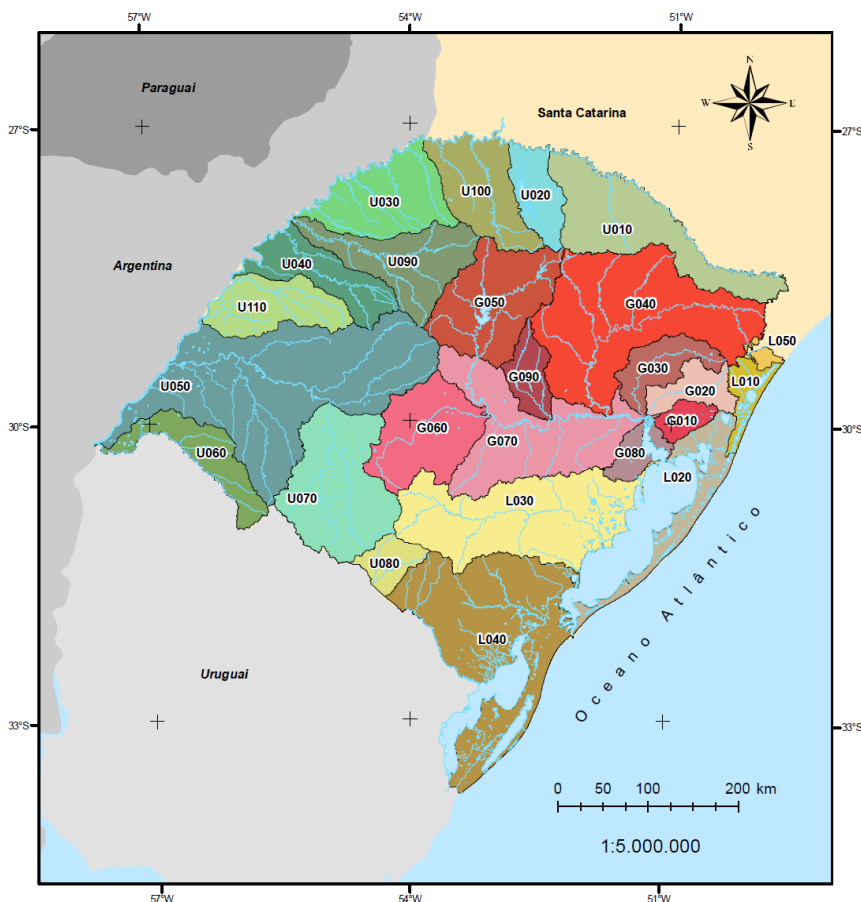


Figura 6 – Divisão hidrográfica do Estado do Rio Grande do Sul

Fonte: Governo do Estado do Rio Grande do Sul/SEMA/CRH-RS/DRH - Relatório anual sobre situação dos recursos hídricos no Estado do Rio Grande do Sul, [2007]

- Balanço hídrico – comparação direta entre as demandas ou consumos de água e as disponibilidades hídricas. Normalmente esta associado a figura de uma balança em que, de um lado tem-se a quantidade de água disponível e, de outro, tem-se a quantidade de água necessária para determinado uso.
- Consumo de água – quantidade de água efetivamente consumida por determinado uso e que não é disponibilizada novamente ao manancial para uso posterior.
- Demanda de água – quantidade de água retirada de um manancial para satisfazer determinado uso.
- Disponibilidade hídrica – quantidade de água disponível para uso.
- Vazão – quantidade de água que flui em determinado tempo em uma seção de um curso de água, usualmente expressa em litros por segundo ou metros

cúbicos por segundo. É um padrão utilizado para determinar a quantidade de água que flui pelos cursos de água.

Para avaliar o nível de comprometimento dos recursos hídricos no Estado o DRH utiliza a seguinte metodologia em seu relatório: *"Os balanços hídricos são ferramentas clássicas que servem para configurar a situação quanto ao uso quantitativo dos recursos hídricos, comparando, de um lado, as disponibilidades hídricas, e, de outro, as demandas ou consumos de água. A comparação adotada refere-se à relação do segundo parâmetro(demandas ou consumos) com o primeiro (disponibilidades), através de uma divisão simples. O resultado dessa divisão (coeficiente), normalmente expresso em termos percentuais, retrata a quantidade da água disponível que está sendo efetivamente utilizada, seja quanto à captação (demandas) ou quanto ao uso efetivo (consumos). O primeiro caso expressa as situações específicas em determinados pontos das bacias hidrográficas, aproximando a situação real verificada à beira do curso de água. Já o segundo caso retrata com maior grau de fidelidade a situação geral da bacia hidrográfica, no seu todo, visto que os consumos consideram somente a parcela efetivamente utilizada da água e que não retorna aos cursos de água, após o uso."*

As estimativas realizadas para o período do verão consistem na média da disponibilidade (vazão), demanda e consumo para o mês de janeiro, considerado mais crítico em termos de comprometimento.

Na Tabela 4 são listados os quadros do relatório do DRH que deram origem ao resumo apresentado na Tabela 5, que sintetiza o nível de comprometimento dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 4 - Origem das informações utilizadas para elaboração da Tabela 5.

| Informações | Regiões Hidrográficas | | |
|--|-----------------------|---------|---------|
| | Guaíba | Uruguai | Litoral |
| Área das bacias hidrográficas | 4.1 | 4.15 | 4.29 |
| Disponibilidades hídricas superficiais | 4.4 | 4.18 | 4.32 |
| Demandas hídricas anuais | 4.6 | 4.20 | 4.34 |
| Demandas hídricas de janeiro | 4.7 | 4.21 | 4.35 |
| Consumos hídricos anuais | 4.8 | 4.22 | 4.36 |
| Consumos hídricos de janeiro | 4.9 | 4.23 | 4.37 |

Fonte: Governo do Estado do Rio Grande do Sul/SEMA/CRH-RS/DRH - Relatório anual sobre situação dos recursos hídricos no Estado do Rio Grande do Sul, [2007]

Tabela 5 – Nível de comprometimento das bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul - 2006

| Região Hidrográfica | Bacias Hidrográficas | Área (ha) | DRH Média Anual (m³/s) | | | | | | DRH Média Verão (m³/s) | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|-----------|------------------------|---------------|--------------------|---------------|---------------------|----------------------|------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| | | | Vazão Média | Consumo Média | % Consumo/Vz Média | Demanda Média | % Demanda/Vaz Média | % Nova Demanda Média | Vazão Média Verão | Consumo Média Verão | % Consumo/Vaz Jan | Demanda Média Verão | % Demanda/Vaz Jan | % Nova Demanda Jan |
| Guaíba | G10 Gravataí | 200.893 | 29,26 | 4,80 | 16,4 | 10,70 | 36,6 | 39,2 | 9,07 | 15,04 | 165,8 | 27,77 | 306,2 | 314,5 |
| | G20 Sinos | 368.004 | 87,91 | 3,63 | 4,1 | 10,01 | 11,4 | 17,0 | 51,26 | 8,52 | 16,6 | 18,15 | 35,4 | 45,0 |
| | G30 Caí | 495.774 | 99,52 | 1,70 | 1,7 | 4,29 | 4,3 | 16,2 | 53,03 | 3,81 | 7,2 | 7,81 | 14,7 | 37,0 |
| | G40 Taquarí-Antas | 2.632.376 | 606,06 | 4,99 | 0,8 | 10,66 | 1,8 | 12,8 | 345,49 | 10,65 | 3,1 | 19,84 | 5,7 | 25,1 |
| | G50 Alto-Jacuí | 1.303.720 | 316,39 | 1,83 | 0,6 | 2,73 | 0,9 | 9,7 | 203,43 | 5,20 | 2,6 | 6,09 | 3,0 | 16,7 |
| | G60 Vacacaí-Vacacaí Mirim | 1.108.577 | 190,28 | 18,22 | 9,6 | 31,00 | 16,3 | 20,4 | 70,20 | 64,98 | 92,6 | 108,94 | 155,2 | 166,2 |
| | G70 Baixo Jacuí | 1.737.048 | 406,23 | 25,81 | 6,4 | 44,49 | 11,0 | 14,5 | 94,29 | 90,84 | 96,3 | 130,03 | 137,9 | 153,1 |
| | G80 Lago Guaíba | 254.991 | 42,51 | 8,08 | 19,0 | 18,31 | 43,1 | 44,2 | 24,59 | 23,56 | 95,8 | 38,66 | 157,2 | 159,1 |
| | G90 Pardo | 363.124 | 110,19 | 2,59 | 2,4 | 4,59 | 4,2 | 12,2 | 59,80 | 8,67 | 14,5 | 14,76 | 24,7 | 39,4 |
| Uruguai | U10 Apuaê-Inhandava | 1.451.051 | 385,83 | 0,82 | 0,2 | 1,78 | 0,5 | 9,3 | 237,42 | 1,10 | 0,5 | 1,98 | 0,8 | 15,3 |
| | U20 Passo Fundo | 484.725 | 130,25 | 0,39 | 0,3 | 0,85 | 0,7 | 7,8 | 99,64 | 0,69 | 0,7 | 1,15 | 1,2 | 10,5 |
| | U30 Turvo-Sta Rosa-Sto Cristo | 1.082.402 | 288,30 | 1,42 | 0,5 | 2,35 | 0,8 | 6,8 | 199,15 | 2,90 | 1,5 | 3,84 | 1,9 | 10,6 |
| | U40 Piratinim | 764.726 | 182,34 | 2,89 | 1,6 | 4,82 | 2,6 | 9,5 | 101,09 | 9,92 | 9,8 | 16,40 | 16,2 | 28,6 |
| | U50 Ibicuí | 3.504.138 | 744,99 | 51,11 | 6,9 | 85,56 | 11,5 | 15,4 | 333,90 | 183,01 | 54,8 | 305,32 | 91,4 | 100,2 |
| | U60 Quaraí | 665.878 | 238,19 | 10,95 | 4,6 | 18,24 | 7,7 | 8,1 | 139,90 | 39,35 | 28,1 | 65,58 | 46,9 | 47,6 |
| | U70 Santa Maria | 1.566.592 | 315,45 | 21,32 | 6,8 | 35,71 | 11,3 | 14,7 | 137,46 | 76,15 | 55,4 | 127,08 | 92,4 | 100,1 |
| | U80 Negro | 300.525 | 51,42 | 3,02 | 5,9 | 5,22 | 10,2 | 13,9 | 21,13 | 10,62 | 50,3 | 17,87 | 84,6 | 93,6 |
| | U90 Ijuí | 1.070.460 | 273,94 | 1,75 | 0,6 | 2,58 | 0,9 | 8,4 | 199,68 | 5,10 | 2,6 | 5,98 | 3,0 | 13,2 |
| | U100 Várzea | 950.842 | 276,51 | 0,81 | 0,3 | 1,53 | 0,6 | 6,9 | 151,79 | 1,17 | 0,8 | 1,89 | 1,2 | 12,9 |
| U110 Butí-Icamaquã | 802.576 | 198,01 | 27,08 | 13,7 | 45,16 | 22,8 | 25,5 | 95,70 | 98,09 | 102,5 | 163,37 | 170,7 | 176,2 | |
| Litoral | L10 Tramandaí | 274.573 | 35,08 | 2,06 | 5,9 | 3,78 | 10,8 | 17,3 | 35,85 | 6,98 | 19,5 | 11,99 | 33,4 | 39,8 |
| | L20 Litoral médio | 647.210 | 82,50 | 23,05 | 27,9 | 38,52 | 46,7 | 48,1 | 84,31 | 83,66 | 99,2 | 39,91 | 47,3 | 48,7 |
| | L30 Camaquã | 2.151.758 | 483,10 | 22,12 | 4,6 | 37,05 | 7,7 | 12,4 | 198,18 | 78,86 | 39,8 | 111,69 | 56,4 | 68,0 |
| | L40 Mirim-São Gonçalo | 2.566.683 | 395,91 | 45,60 | 11,5 | 77,17 | 19,5 | 23,7 | 208,60 | 163,64 | 78,4 | 140,58 | 67,4 | 75,3 |
| | L50 Mampituba | 68.376 | 8,74 | 1,22 | 14,0 | 2,04 | 23,3 | 28,0 | 8,93 | 4,39 | 49,2 | 7,33 | 82,1 | 86,7 |

Fonte: Governo do Estado do Rio Grande do Sul/SEMA/CRH-RS/DRH - Relatório anual sobre situação dos recursos hídricos no Estado do Rio Grande do Sul, [2007].

Saliente-se que nos dados apresentados na Tabela 5 foram feitos os seguintes ajustes nos dados dos quadros do relatório do DRH:

- No quadro 4.4 do relatório do DRH a vazão média e a vazão de verão das bacias hidrográficas G70 – Baixo Jacuí e G80 – Lago Guaíba incluem as contribuições das bacias a montante. Na Tabela 5 tais contribuições foram excluídas, sendo apresentada a contribuição exclusiva da área da bacia.
- O mesmo critério foi utilizado para ajustar as vazões da bacia U50 – Ibicuí, que no relatório do DRH inclui a contribuição da bacia U70 – Santa Maria.
- Nas estimativas da demanda de verão das bacias L20, L30, L40, G70 e G80 foram excluídos os volumes captados na Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim que são utilizados para irrigação das culturas de arroz. Este critério foi adotado para corrigir a distorção que ocorre quando a disponibilidade refere-se à própria bacia, desconsiderando as contribuições a montante. Os dados foram obtidos em apresentação proferida pelo Instituto Rio-grandense do Arroz – IRGA, e consta do anexo 3 deste trabalho. Os valores que foram reduzidos da estimativa do DRH são apresentados na Tabela 6. O consumo informado pelo DRH no relatório não foi corrigido.

Tabela 6 – Estimativa da quantidade de água captada na Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim para irrigação da cultura de arroz

| Bacia | Média Anual m ³ /s | Média Verão Jan m ³ /s | Fontes de Captação de Água (%) | | | | | Média Verão Corrigida | Diferença m ³ /s |
|-------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------|------------|------|--------|-----------------------|--------------------------------|
| | | | Lagoa | Açude/barragem | Rib/Riacho | Poço | Outras | | |
| L020 | 38,12 | 139,13 | 71,60 | 9,60 | 17,10 | 0,80 | 0,80 | 39,51 | 99,62 |
| L030 | 35,69 | 130,26 | 15,30 | 40,90 | 42,90 | | 0,90 | 110,33 | 19,93 |
| L040 | 74,24 | 270,97 | 49,20 | 24,60 | 25,80 | | 0,30 | 137,65 | 133,32 |
| G070 | 40,90 | 149,29 | 15,30 | 40,90 | 42,90 | | 0,90 | 126,45 | 22,84 |
| G080 | 9,73 | 35,53 | 15,30 | 40,90 | 42,90 | | 0,90 | 30,09 | 5,44 |

Fonte: Instituto Rio-Grandense do Arroz – IRGA – Apresentação incluída no anexo 3.

Os dados da Tabela 5 indicam que em termos de disponibilidade anual, as bacias hidrográficas L20 – Litoral Médio e G-10 – Gravataí são as que apresentam os maiores comprometimentos da disponibilidade de recursos hídricos. A bacia G80 – Lago Guaíba, apesar de ter um nível de comprometimento alto, tem o impacto da

alta relação demanda/disponibilidade atenuado pela contribuição das bacias hidrográficas a montante.

Em termos de comprometimento no verão, 50% das bacias hidrográficas do estado tem um nível de demanda elevado. Enfatize-se que no relatório do DRH não está contabilizado o uso de água de reservatórios (estoque), que, na realidade, permite que se mantenham as atividades da sociedade mesmo com níveis de comprometimento extremamente elevados como os estimados para as bacias hidrográficas G10, G60, G70 e U110.

Por outro lado, encontram-se em situação extremamente confortável em termos de recursos hídricos, as bacias: G40 – Taquari-Antas, G50 – Alto Jacuí, U10 – Apuae-Inhandava, U20 – Passo Fundo, U30 – Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo, U90- Ijuí e U100- Várzea.

5.2 Bases para discussão dos tamanhos de maciços e as distâncias entre eles

Plantações florestais são áreas cultivadas primariamente estabelecidas para produção de biomassa de madeira, mas também para conservação do solo e das águas e proteção contra o vento, exercendo um importante papel na conservação florestal fornecendo uma fonte alternativa para a madeira proveniente de florestas naturais exploradas de forma não sustentável. Em muitas regiões do mundo as plantações também têm importância no restabelecimento dos serviços de ecossistemas locais, pela redução do escoamento superficial da água e da erosão em áreas previamente degradadas.

A FAO adota como conceito a seguinte definição para plantação florestal (FAO, 2006):

Plantações florestais são definidas como as florestas de espécies introduzidas, em alguns casos com espécies nativas, estabelecidas através do plantio ou semeadura, com poucas espécies, homogeneidade de espaçamento e/ou de idade. Esta classe é subdividida em Plantações Florestais de Proteção e Plantações Florestais Produtivas.

Plantações Florestais Produtivas são plantações florestais destinadas predominantemente para a provisão de madeira, fibra e produtos não-florestais.

A área total de florestas existentes em 2005 era de 4 bilhões de hectares, dos quais 140 milhões de hectares (3,5%) constituem plantações florestais, sendo 109,5 milhões de plantações florestais produtivas e 30,5 milhões de plantações florestais de proteção. No Brasil, a área de florestas era estimada em 478 milhões de hectares e as plantações florestais produtivas 5,4 milhões de hectares correspondendo a 1,13% da área de florestas do país (FAO, 2006).

Biodiversidade é definida como “a variabilidade entre organismos vivos de todas as origens... (incluindo) diversidade dentro das espécies e entre as espécies do ecossistema” (Convention on Biological Diversity: United Nations 1992).

A biodiversidade é um item de crescente relevância no desenvolvimento e manejo de plantações florestais considerando sua sustentabilidade de longo prazo. Embora as plantações, em geral, suportem menos espécies nativas que uma floresta natural, as plantações estão, cada vez mais, substituindo ecossistemas modificados pelo homem (ex.: pastagens degradadas), e geralmente suportam uma maior diversidade de espécies nativas que outras áreas antropizadas, particularmente nas comunidades sombreadas (ciófitas) do sub-bosque que podem proporcionar habitats no seu interior. Funcionam como zona de amortecimento no entorno de remanescentes de florestas nativas e servem como reforço da conectividade entres áreas de ecossistemas naturais. Ao fazê-lo, as florestas plantadas ajudam a promover a sustentabilidade global da agricultura e de outros usos da terra nas paisagens antropizadas (CARNUS, et al., 2003).

A biodiversidade em ecossistemas florestais é determinada e influenciada pelas condições climáticas e edáficas, evolução, alterações nas áreas de ocorrência das espécies, processos da população e da comunidade, e distúrbios ocasionados por causas naturais ou humanas. Os distúrbios podem diminuir ou aumentar a diversidade biológica, dependendo das escalas e medidas da biodiversidade que estão sendo consideradas (KIMMINS, 2000).

Quatro componentes da diversidade biológica são particularmente relevantes para discussões sobre as plantações florestais e seus impactos ambientais (CARNUS, et al., 2003):

- Diversidade genética: a variação genética dentro de uma população ou de uma espécie;
- Diversidade de espécies: o número de espécies em uma determinada área ou comunidade (riqueza) ou a sua abundância relativa (proporcionalidade);
- Diversidade estrutural: como as comunidades florestais são estruturadas horizontal e verticalmente, quais mudanças ocorrem continuamente com o desenvolvimento do stand e que são particularmente significantes em plantações florestais. A diversidade estrutural pode ser tão importante para a diversidade de espécies animais quanto é a diversidade de espécies de plantas numa comunidade florestal;
- Diversidade funcional: variação nas características funcionais das árvores e outras espécies de plantas como, por exemplo, perenifólias x caducifólias; tolerantes à sombra x de pleno sol; de raízes profundas x de raízes superficiais, etc...

As dimensões de diversidade biológica citadas acima podem ser aplicadas a várias escalas espaciais (em ecossistemas locais, em talhões, em nível de paisagem, em nível regional ou maiores), e são dinâmicas, mudando no tempo. Essa mudança pode ser muito rápida, decorrente de um distúrbio, ou lenta, como resultado de uma mudança climática ou da evolução das espécies. Grande parte das discussões sobre a biodiversidade tem sido em nível de ecossistema local, porém, as dimensões de biodiversidade neste nível apresentam uma maior variação temporal.

De fato, quando consideradas escalas locais, as florestas plantadas são, em média, menos favoráveis como habitat para uma vasta gama de táxons, particularmente nos casos em que envolvam espécies exóticas que apresentem homogeneidade de idade e de espécie (HUNTER, 1990) e (HARTLEY, 2002).

Embora a substituição de florestas nativas, pastagens naturais ou outro ecossistema natural sejam indesejáveis do ponto de vista da biodiversidade, as florestas plantadas, de fato, normalmente substituem outros tipos de uso do solo, sendo benéficas para a biodiversidade quando substituem pastagens abandonadas, terras degradadas e áreas modificadas pela agricultura (CARNUS, et al., 2003).

O papel das plantações florestais em benefício da biodiversidade a nível regional depende muito da localização das plantações dentro da paisagem. Em algumas circunstâncias as plantações florestais podem ter efeito potencialmente negativo nas comunidades adjacentes, em especial pela regeneração natural de espécies de

árvores com característica invasoras (como o pinus), ou pela alteração de propriedades hidrológicas. Por outro lado, podem ter uma importante contribuição para a conservação da biodiversidade ao nível de paisagem pela adição de complexidade estrutural à simplicidade das paisagens agrícolas e de pradarias, promovendo a dispersão de espécies por aquelas áreas (PARROTTA & TURNBULL, 1997), (HUNTER, 1990) e (NORTON, 1998).

Em termos de funcionamento das comunidades naturais, as plantações florestais são comparadas favoravelmente com outros usos intensivos do solo, como a agricultura de culturas anuais ou ocupação humana em áreas residenciais, comerciais e industriais (MOORE & HALLEN, 1999) e (O'LOUGHLIN C. , 1995). As plantações florestais também podem ser benéficas quando adjacentes a fragmentos remanescentes de vegetação nativa por reduzirem o efeito borda, proporcionar abrigo, ampliar o habitat para algumas espécies e também por aumentar a conectividade entre fragmentos que podem ser importantes para algumas metapopulações (NORTON, 1998).

Segundo (METZGER, 2001), a paisagem pode ser definida como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação. Esse "mosaico heterogêneo" é essencialmente visto pelos olhos do homem, na abordagem geográfica, e pelo olhar das espécies e comunidades estudadas, na abordagem ecológica. (FORMAN, 1995) descreve a paisagem como "*um mosaico onde um agrupamento de ecossistemas locais é repetido de forma similar por uma área de quilômetros de largura*".

Conforme (FORMAN, 1995) para entender como os diferentes padrões de organização espacial e seus constituintes influenciam seu funcionamento, um estudo deve distinguir grandes tipos de paisagens baseado no modelo de mancha-corredor-matriz. O mosaico é uma paisagem que apresenta uma estrutura contendo elementos da paisagem (manchas), corredores e matriz (pelo menos dois desses elementos). Os elementos (manchas) são áreas homogêneas (numa determinada escala) de uma unidade de paisagem, que se distinguem das unidades vizinhas. Os corredores também são áreas homogêneas (em determinada escala), que apresentam disposição espacial linear, enquanto a matriz é a unidade da paisagem que controla a dinâmica da paisagem, geralmente reconhecida por recobrir a maior parte da paisagem, sendo a unidade dominante em termos de recobrimento espacial ou por ter um maior grau de conexão de sua área (em conseqüência, um menor grau de fragmentação).

Em estudos de fragmentação, consideram-se corredor apenas os elementos lineares que ligam dois fragmentos anteriormente conectados. A conectividade é a capacidade da paisagem (ou das unidades da paisagem) de facilitar os fluxos biológicos, dependente da proximidade dos elementos de habitat, da densidade de corredores e “*stepping stones*”, e da permeabilidade da matriz.

Uma vez que um mosaico numa dada escala pode ser composto por manchas, corredores e matriz, eles são os elementos espaciais básicos de qualquer padrão na terra. Esses elementos da paisagem podem ter origem natural ou humana e, portanto, aplicável ao padrão espacial de diferentes ecossistemas, tipos de comunidades, estágios sucessionais ou uso do solo (FORMAN, 1995).

O manejo florestal precisa considerar as plantações de uma perspectiva da paisagem, a qual forma um arranjo espacial de diferentes elementos que podem ser organizados de diferentes maneiras, dependendo dos objetivos do manejo. Neste contexto os fatores mais importantes a serem considerados são o tamanho da plantação florestal, a localização, a extensão da paisagem que tenha sido ou será plantada e colhida, o grau de conservação x grau de degradação da paisagem natural, a similaridade da estrutura da plantação florestal com a vegetação natural e quais habitats estão sendo convertidos em plantações (HARTLEY, 2002).

O impacto visual das plantações florestais nas paisagens, particularmente quando blocos florestais quadrados são plantados em encostas ondulantes tem causado preocupações e atraído críticas. Por isso, algumas plantações de coníferas têm sido planejadas usando padrões subjetivos para que apresentem uma impressão visual balanceada. Por exemplo, visualizações distantes são planejadas para reduzir os contrastes, particularmente nas linhas do horizonte, enquanto nas visualizações mais próximas proporcionam diversidade em pequena escala. Em ambos os casos o “design” deve ser harmonioso com as variações topográficas do ambiente (SPELLERBERG & SAWYER, 1996).

A maior correlação entre a diversidade de espécies animais e a estrutura das plantações está associada à quantidade de vegetação natural encontrada nas plantações (STAINES, 1993) e (PARKER, KIMBALL, & DALZELL, 1994) *apud* (HARTLEY, 2002). A manutenção de vegetação nativa permite uma maior diversidade de espécies em toda a rotação das plantações florestais e proporciona uma fonte de sementes, esporos ou de indivíduos para reabitarem as áreas plantadas (HARTLEY, 2002).

As práticas de manejo podem incluir objetivos para melhorar as condições de biodiversidade no ambiente das plantações florestais, mas, a definição de padrões nem sempre é uma tarefa fácil e requer conhecimento prévio de um grande número de variáveis (SPELLERBERG & SAWYER, 1996).

Os elementos chaves de uma plantação florestal são os talhões ou compartimentos de diferentes idades e composição de espécies, remanescentes de ecossistemas nativos, incluindo as zonas ripárias e outras plantas. Observações sugerem que manejando a densidade das plantações e criando irregularidades na estrutura espacial, favorecendo a proporção de bordas e clareiras, e preservando comunidades de plantas nativas ao longo dos rios e de áreas úmidas irão logicamente aumentar o nível de biodiversidade vegetal e animal associadas (NORTON, 1998) e (FISCHER & GOLDNEY, 1998).

A principal característica desta abordagem é que considera a conservação da biodiversidade na escala de paisagem em não na escala da plantação, removendo com isto o conflito direto entre a conservação da biodiversidade e a produção de madeira de um determinado local. A maior dificuldade dessa abordagem é que as decisões de manejo são tomadas respeitando os limites das propriedades e não a escala de paisagem.

Segundo (SPELLERBERG & SAWYER, 1996), a composição e função das plantações são transitórias tanto no espaço quanto no tempo, dificultando a identificação de escalas apropriadas para o manejo. Em algumas situações a escala espacial apropriada pode ser o talhão, em outras o projeto e, em alguns casos o espaço da paisagem na qual a plantação é apenas uma parte.

Tal afirmação sugere, ponderadamente, que, mesmo se estabelecendo regras gerais, como as que estão sendo propostas neste documento, não há como desconsiderar a necessidade de estudos locais para quaisquer alterações significativas do uso do solo, quer em projetos florestais quer em outros usos. Possivelmente por esse motivo a legislação brasileira já prevê a necessidade de elaboração de estudos e relatórios de impacto ambiental (EIA-RIMA) para empreendimentos de maior porte.

6 Metodologia

A versão final do ZAS foi construída em três etapas metodológicas distintas: a primeira sob coordenação de um grupo técnico da FEPAM, FZB, DEFAP e apoio da BIOLAW Consultoria Ambiental, que elaborou um grande levantamento de dados para caracterização das diferentes regiões do Estado do Rio Grande do Sul e preparou uma versão preliminar do ZAS; a segunda, que aprimorou conceitos que foram objeto de discussão nas Câmaras Técnicas de Agropecuária e Agroindústria, de Biodiversidade e Política Florestal e de Assuntos Jurídicos do CONSEMA; e a terceira que incorporou critérios de ocupação de solo, limites de tamanho e de distância mínima para maciços florestais.

6.1 Caracterização da área

Tendo em vista os objetivos gerais e específicos definidos para o Zoneamento Ambiental da Silvicultura, e o propósito de elaborar uma Matriz de Impactos Ambientais desta atividade, realizou-se uma ampla revisão bibliográfica para caracterizar sócio, econômica e ambientalmente o território gaúcho, bem como para estabelecer um marco referencial teórico e reunir dados e informações fundamentais para orientar os estudos.

A equipe técnica da SEMA-RS preparou bases digitais de geomorfologia, vegetação potencial original, solos e altimetria, na escala 1:250.000, tendo como ferramenta auxiliar o mosaico de imagens do sensor LANDSAT 7 do Estado do Rio Grande do Sul. Também reuniu dados, documentos e normas para a caracterização do grau de proteção (unidades de conservação federais, estaduais e municipais; Reserva da Biosfera da Mata Atlântica; Área da Mata Atlântica imune ao corte; Áreas de Preservação Permanente); áreas importantes para a biodiversidade indicadas em estudos (Áreas do SEUC – Sistema Estadual de Unidades de Conservação; Pastizales; IBAS; Bird Life; Áreas de Arenização; Mapeamento dos Remanescentes do Bioma Pampa; e Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade); localização das espécies da fauna e da flora raras, endêmicas e criticamente ameaçadas de extinção; fragilidade dos solos e da topografia para a atividade de silvicultura; e disponibilidade hídrica.

A empresa BIOLAW Consultoria Ambiental aprofundou a revisão bibliográfica e realizou estudos sobre os seguintes temas: áreas de interesse arqueológico e paleontológico, povoamentos florestais, unidades de conservação municipais, pontos e rotas turísticas, espécies da fauna selecionadas, angiospermas endêmicas e/ou criticamente ameaçadas no Rio Grande do Sul, terras indígenas, áreas de quilombo, climatologia, avaliação qualitativa das restrições hídricas, pressão agrícola e impacto socioeconômico da silvicultura, impacto ambiental, e licenciamento ambiental da atividade de silvicultura.

6.1.1 Uso e ocupação atual

Para identificar a situação da cobertura da terra do Estado do Rio Grande do Sul, e, por conseguinte, reconhecer os níveis de ocupação e uso nas diversas regiões do estado, utilizou-se a interpretação realizada pela EMBRAPA-CNPq no projeto "Mapa da Cobertura Vegetal Brasil", que utilizou as imagens do Satélite Landsat do período 15/09/1999 a 24/10/2001 do projeto "O Brasil Visto do Espaço". O mosaico de imagens do Rio Grande do Sul pode ser observado através do link: http://www.cobveget.cnpq.embrapa.br/resulta/regiao/cart_su.html. Os shapefiles da cobertura vegetal do Brasil podem ser obtidos através do link: http://www.cobveget.cnpq.embrapa.br/resulta/brasil/vgt_brasil_final_sad69latlong.zip

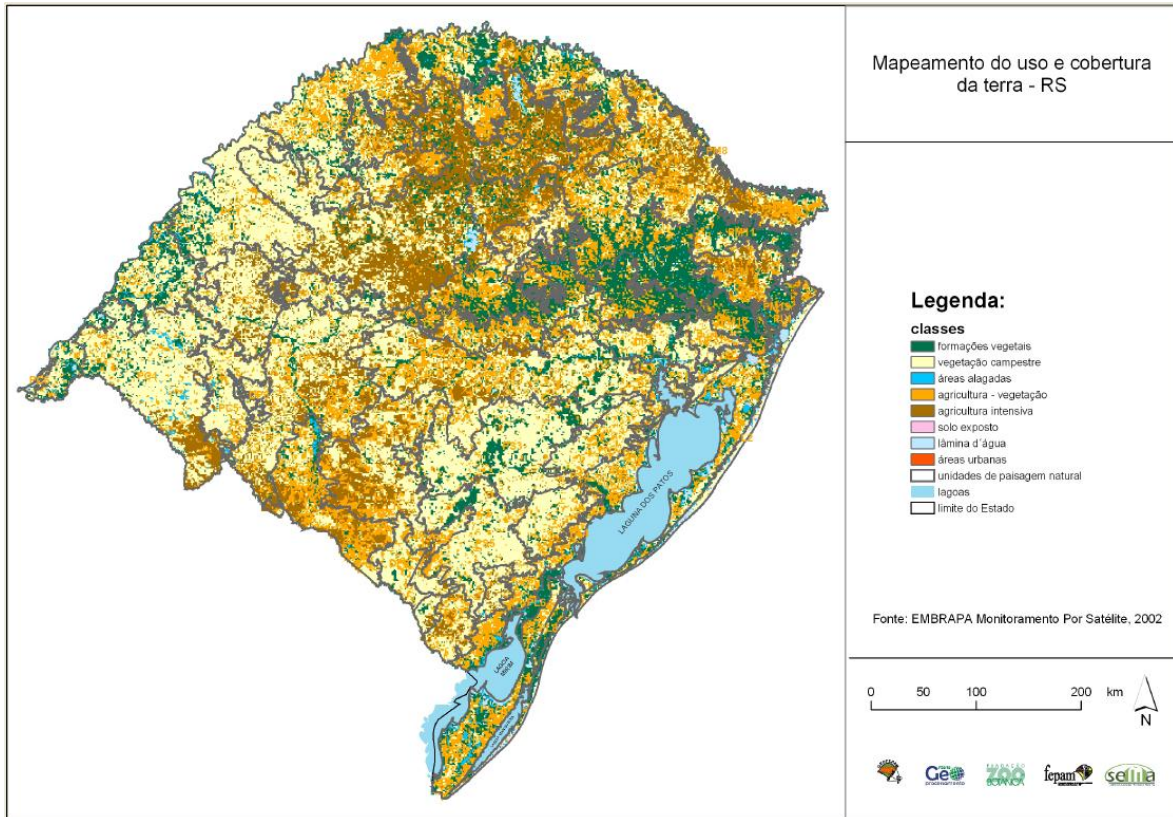


Figura 7 - Mapa do uso e cobertura da terra no RS - 1999-2001

Fonte: Adaptado da EMBRAPA-CNPN -

http://www.cobveget.cnpm.embrapa.br/resulta/regiao/cart_su.html

6.1.1.1 Povoamentos florestais existentes e áreas adquiridas para plantio

A avaliação da distribuição dos povoamentos florestais do Estado foi desenvolvida visando quantificar as áreas utilizadas para o cultivo de espécies arbóreas exóticas e avaliar sua distribuição no território gaúcho.

O mapeamento das áreas utilizadas para o cultivo de espécies florestais exóticas no Rio Grande do Sul foi desenvolvido a partir da análise dos bancos de dados disponíveis (DEFAP/SEMA e AFUBRA) e de uma ampla consulta com o setor florestal do Estado, através das informações disponibilizadas pela AGEFLOR – Associação Gaúcha de Empresas Florestais.

Através da circular 026/06, a AGEFLOR solicitou a seus associados que disponibilizassem, para o presente estudo, as informações referentes às áreas, as espécies e a localização dos plantios das empresas que fazem parte da associação.

As informações foram repassadas de maneira a permitir a sua espacialização e a quantificação das áreas plantadas: arquivos digitais em formato shape ou DWG, com a delimitação dos polígonos das fazendas e planilha com as áreas de plantio e as espécies utilizadas; indicação em carta topográfica do Serviço Geográfico do Exército das áreas de cultivo e planilha com os quantitativos de área plantada e espécies empregadas; planilha com pelo menos uma coordenada de localização das áreas das fazendas, com área plantada e espécies utilizadas.

Além disso, utilizou-se o banco de dados dos silvicultores cadastrados no DEFAP/SEMA-RS, identificando o município, o produtor, número do cadastro e área cultivada (hectares) com pinus, eucalipto e acácia (sendo cada gênero dividido em três categorias de idade); o banco de dados da AFUBRA: número de propriedades cadastradas em 144 municípios com o, seu tamanho médio (hectares) e o percentual das áreas das propriedades utilizadas para plantio florestal (sem definição das espécies utilizadas). De posse dessas informações foram calculadas as áreas cultivadas por município.

O mapa com a localização das plantações florestais existentes e das áreas adquiridas pelas empresas florestais ao longo do ano de 2006 para fins de implantação de projetos florestais é apresentado na figura 8.

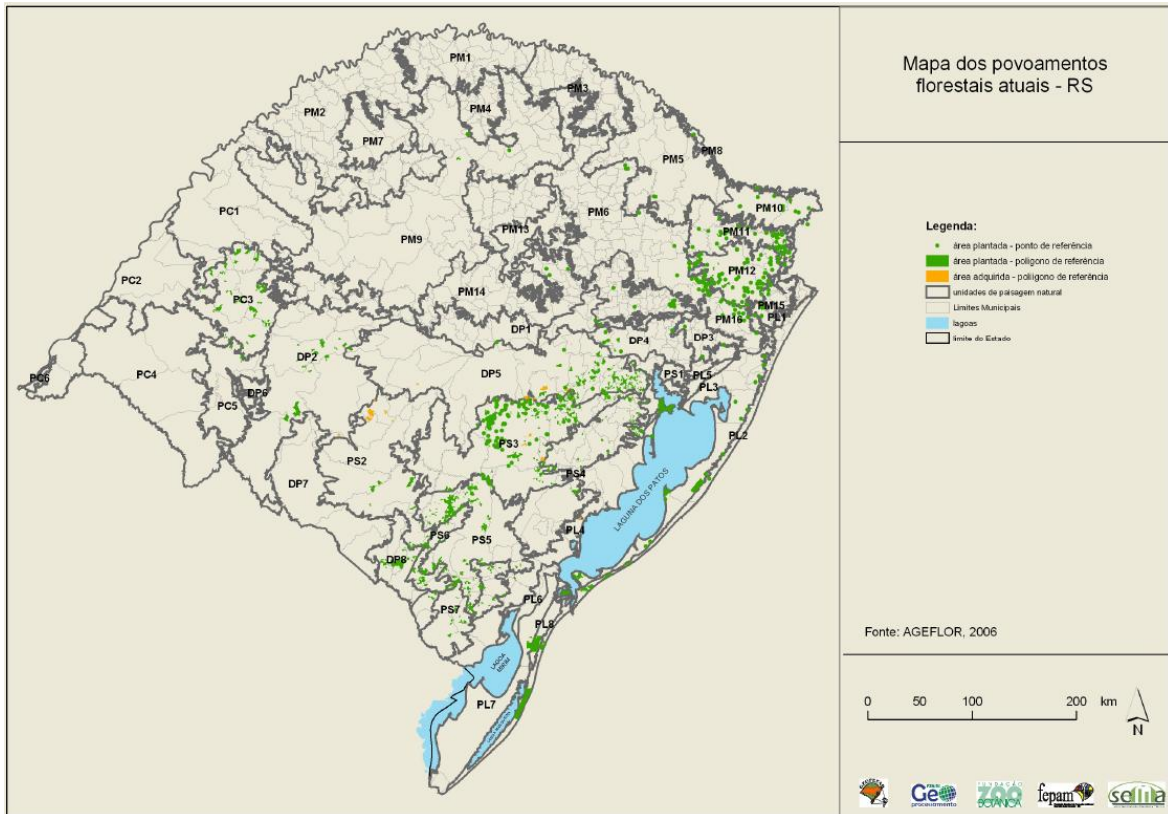


Figura 8 - Mapa dos povoaamentos florestais e áreas adquiridas por empresas florestais - 2006
Fonte: AGEFLOR, AFUBRA, DEFAP/SEMA e (BIOLAW, 2006)

6.1.2 Grau de proteção

O grau de proteção considerado está relacionado à existência de áreas protegidas legalmente, tanto no âmbito municipal, como estadual ou federal. Estão representados por: Unidades de Conservação de Uso Sustentável, Unidades de Conservação Integral, Áreas de Proteção Ambiental (APAs) ou outros tipos de reserva regulamentados por lei.

O levantamento consistiu na obtenção de informações geográficas das seguintes unidades:

- Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais
- Reserva da Biosfera da Mata Atlântica
- Áreas da Mata Atlântica Imunes ao Corte

- Áreas de Preservação Permanente – áreas úmidas

6.1.2.1 Unidades de conservação federais, estaduais e municipais

De uma maneira geral, a criação e implantação de Unidades de Conservação estão entre as mais efetivas ações de conservação da biodiversidade, seja de ecossistemas, de espécies ou genética, e da diversidade cultural humana. Para que obtenha maior êxito, as Unidades de Conservação devem estar organizadas em sistemas, tendo como meta o planejamento e o manejo das áreas de forma que elas atendam os objetivos nacionais de conservação da natureza e que sejam consoantes com as estratégias globais de conservação da biodiversidade defendidas pela UNESCO. Para tanto, um sistema de Unidades de Conservação deve incorporar áreas de diferentes categorias de manejo, administradas não somente pela esfera federal e estadual, mas também por municípios e particulares.

O estudo foi conduzido a partir da análise de bancos na Secretaria de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul - SEMA. Foi também realizada uma ampla consulta a várias prefeituras para complementação das informações existentes sobre Unidades de Conservação já incluídas nos bancos de dados acima referidos ou para identificar novas áreas protegidas, dados estes que foram então espacializados no banco de dados do presente estudo.

As Unidades de Conservação existentes no Estado estão indicadas no mapa da figura 9.

6.1.2.2 Reserva da biosfera da Mata Atlântica

As Reservas da Biosfera são áreas especialmente protegidas que fazem parte de uma rede internacional de intercâmbio e cooperação para equacionar problemas relacionados com o ambiente e o desenvolvimento, tendo por objetivos:

- Conservação da biodiversidade;
- Desenvolvimento sustentável;

- Participação da população na gestão dos recursos naturais;
- Fomento à pesquisa e educação ambiental.

No RS, a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica corresponde a 17,2% da área do Estado (48.695 km²), abrangendo os remanescentes florestais que abrigam nossos recursos florísticos e faunísticos mais expressivos e seu potencial genético, bem como nossa história de colonização e de culturas indígenas dos caingangues e guaranis.

Por abranger uma região muito extensa, optou-se por implantar a RBMA através de áreas piloto. Assim, os resultados obtidos nessas áreas podem servir como exemplos concretos para a busca de integração homem/natureza e de projetos de desenvolvimento sustentável procurando, a partir daí, irradiar estes objetivos para as demais áreas da Reserva da Biosfera.

As áreas piloto escolhidas para a implantação da RBMA/RS são:

- **Área Piloto do Litoral Norte:** abrange os municípios de Santo Antônio da Patrulha, Osório, Terra de Areia, Maquiné, Morrinhos do Sul, Três Cachoeiras, Três Forquilhas, Dom Pedro de Alcântara e Torres. Localizam-se nesta região as áreas mais protegidas da Mata Atlântica, incluindo-se as zonas núcleos das Reservas Biológicas da Serra Geral e Mata Paludosa. Representam características ambientais e culturais de grande importância para a Reserva da Biosfera, os vales dos rios Maquiné e Três Forquilhas; as lagoas litorâneas que têm grande beleza paisagística; a presença das colonizações italiana, alemã e açoriana; as reservas indígenas guaranis.
- **Área Piloto da Lagoa do Peixe:** abrange os municípios do Parque Nacional da Lagoa do Peixe e seu entorno: Mostardas, Tavares e São José do Norte. Entre o Oceano Atlântico e a Lagoa dos Patos, este trecho da restinga abriga ecossistemas associados à Mata Atlântica, formados por banhados, matas nativas, campos de dunas, lagoas e praias, tanto oceânicas como lagunares. Esta diversidade de ambientes é de fundamental importância para as espécies de aves migratórias que utilizam a área em seus ciclos anuais, como o flamingo, a batuíra, o maçarico, etc.
- **Área Piloto da Quarta Colônia:** abrange os sete municípios da chamada Quarta Colônia Italiana: Silveira Martins, São João do Polêsine,

Ivorá, Nova Palma, Faxinal do Soturno, Pinhal Grande e Dona Francisca. Junto aos vales e às encostas recobertas pela Mata Atlântica, esta região apresenta traços marcantes da imigração italiana com elementos arquitetônicos típicos.

Também estão sendo implantados quatro Postos Avançados para informar a população sobre a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica do RS:

- Museu da Araucária, em Canela;
- Quarta Colônia;
- Vale do Paranhana;
- Parque Nacional da Lagoa do Peixe.

A localização da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e seus constituintes (Zona Núcleo e Zona de Amortecimento) está indicada no mapa da figura 9.

6.1.2.3 Área da Mata Atlântica imune ao corte

Áreas de Preservação Permanente – áreas úmidas, constituem as áreas protegidas por Leis Federais (Lei 4771/65 – Código Florestal e Lei 7803/89) e também pelas Leis Estaduais: Código Estadual do Meio Ambiente (Lei Estadual 11920/2000) e Código Florestal Estadual (Lei Estadual 9519/92).

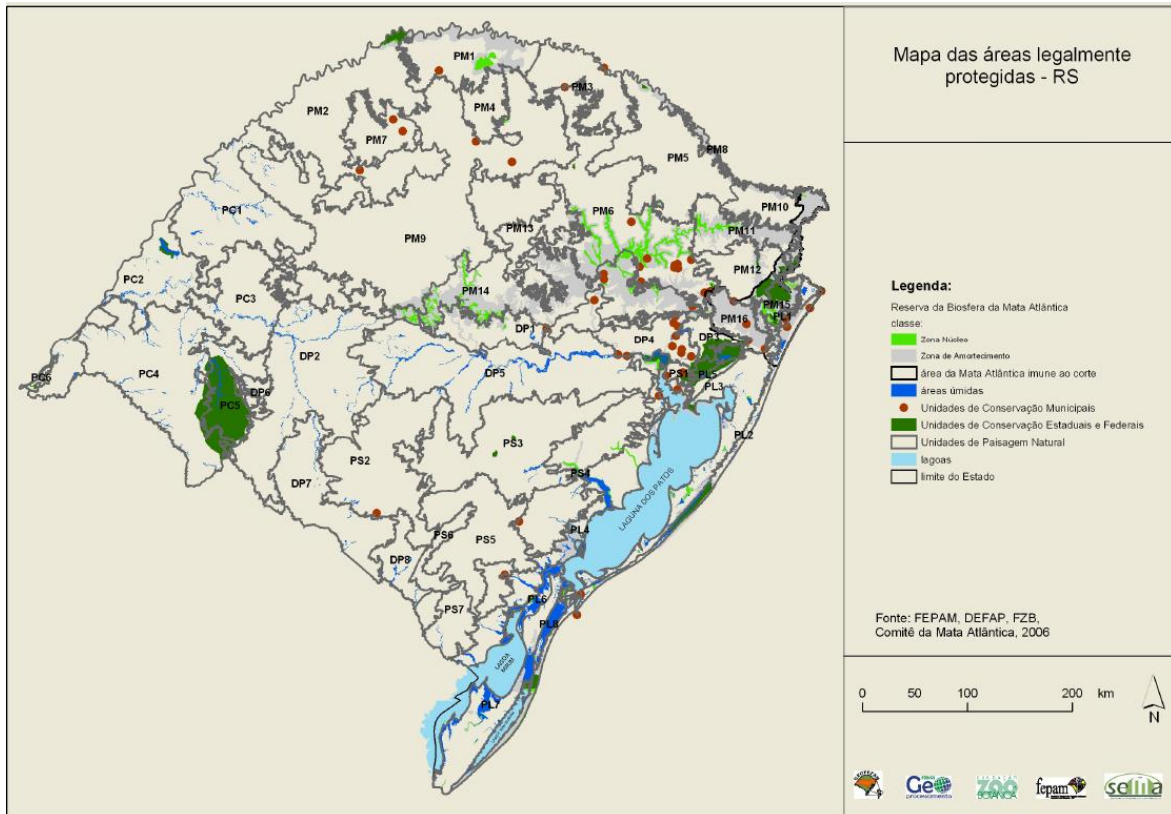


Figura 9 - Mapa de áreas legalmente protegidas no RS
 Fonte: FEPAM, DEFAP, FZB, Comitê da Mata Atlântica 2006

6.1.3 Áreas importantes para a biodiversidade

Foram identificadas áreas importantes para conservação da biodiversidade indicadas em estudos realizados no território gaúcho.

Foram consultadas:

- Áreas de importância para a conservação indicadas para compor o Plano do SEUC – Sistema Estadual de Unidades de Conservação;
- Áreas de campos indicadas pelo Projeto Pastizales;
- Áreas de Importância para a Conservação das Aves – IBAS (BirdLife International);
- Áreas de Arenização (sudoeste do Estado);
- Áreas Remanescentes do Bioma Pampa - (MMA/PROBIO/UFRGS, 2007);
- Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade - (MMA/PROBIO/UFRJ/EISB, 2007);
- Zoneamento da Energia Eólica (CAMARGO & SILVA, 2002)

O mapa com a indicação das áreas importantes para a biodiversidade é apresentado na figura 10.

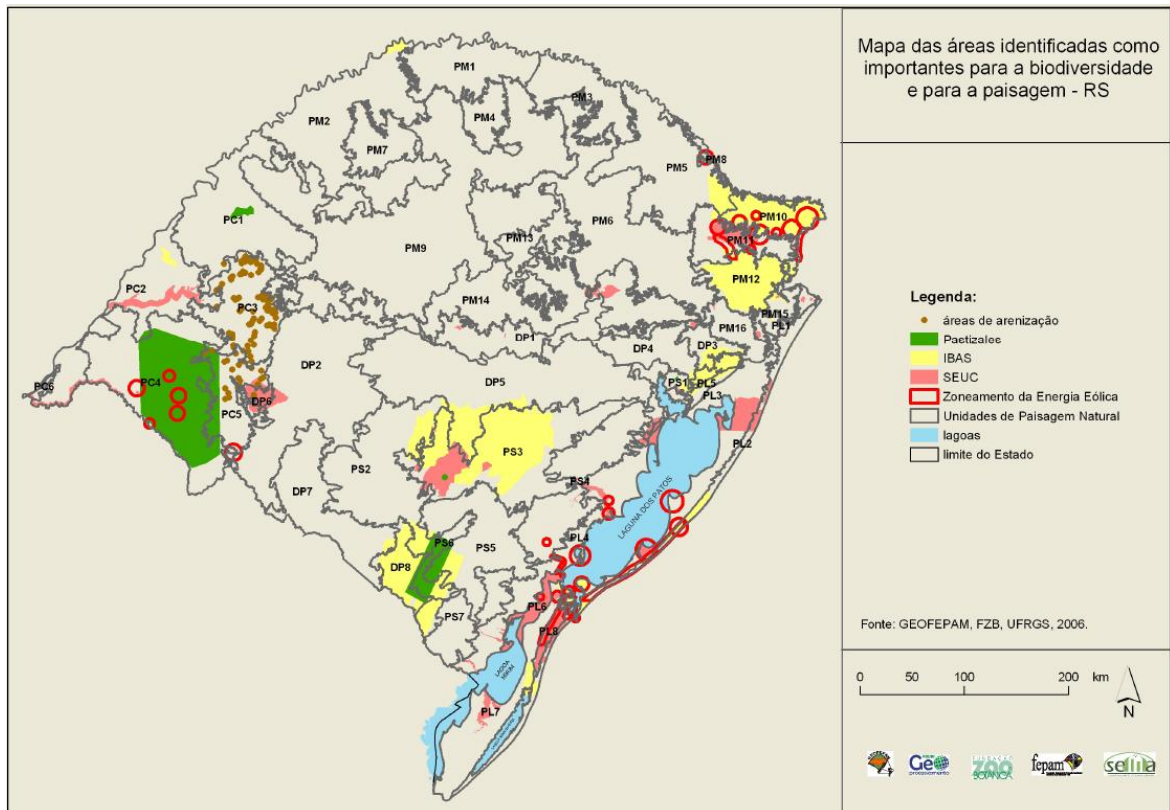


Figura 10 - Áreas importantes para a biodiversidade
Fonte: GEOFEPAM, FZB, UFRGS

6.1.4 Localização das espécies da fauna e da flora endêmicas e criticamente ameaçadas de extinção

O levantamento de dados utilizados para esta finalidade foi realizado pela empresa BIOLAW Consultoria, cujo texto do relatório é, em partes, aqui reproduzido.

6.1.4.1 Fauna

Inicialmente foi feita uma busca bibliográfica para se avaliar os estudos já realizados sobre os efeitos de plantios de espécies arbóreas exóticas sobre a

fauna. Dada a escassez de informações sobre o tema na literatura, especialistas foram consultados quanto aos riscos potenciais da silvicultura sobre diferentes grupos faunísticos. Após a identificação dos grupos suscetíveis a problemas, foi realizada uma oficina técnica, tendo como objetivos principais: apresentar o cenário atual relacionado a expansão da atividade de silvicultura no Rio Grande do Sul, identificar os impactos da atividade sobre as espécies da fauna, definir as espécies ou grupos afetados, discutir os procedimentos para espacialização dos dados de ocorrência da fauna e discutir os critérios para valoração das espécies nas Unidades de Paisagem Naturais, estabelecidas pela Fepam e FZB.

Para os grupos faunísticos selecionados, foi consultada a base de dados do Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul (FONTANA, BENCKE, & REIS, 2003), atualizando-a após a realização da oficina técnica e consulta aos especialistas.

Após a revisão bibliográfica e a oficina técnica foram consideradas como suscetíveis a impactos negativos da atividade de silvicultura e com dados que possibilitassem a espacialização das informações e valoração das Unidades de Paisagem, espécies pertencentes aos grupos dos peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos, sendo excluídas da análise aquelas que não apresentavam possibilidade evidente de impacto, seja por seus hábitos ou pelos habitats que ocupam.

Por outro lado, foram acrescentadas à análise espécies não listadas como ameaçadas na referida obra e táxons descritos cientificamente após a publicação da mesma. As espécies incluídas, via de regra, ocupam ambientes associados a áreas abertas, não são abundantes e não ocorrem em territórios amplos, apresentando também evidências de que sofrerão impactos negativos oriundos da silvicultura.

Tabela 7 - Resumo do número de espécies indentificadas no Livro Vermelho e as consideradas como suscetíveis à silvicultura

| Grupo Faunístico | Livro Vermelho RS | | Número de Espécies Adicionadas* | Total |
|------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------|
| | Total de Espécies por Grupo | Número de Espécies Consideradas | | |
| Himenópteros | 10 | 7 | 0 | 7 |
| Peixes | 28 | 10 | 10 | 20 |
| Anfíbios | 10 | 6 | 13 | 19 |
| Répteis | 17 | 8 | 1 | 9 |
| Aves | 128 | 18 | 5 | 23 |
| Mamíferos | 33 | 11 | 6 | 17 |
| Total | 226 | 60 | 35 | 95 |

(*) 0 Inclui espécies que foram categorizadas como DD (dados insuficientes) no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul.

O mapa indicativo dos locais de ocorrência dos diversos grupos que poderão estar suscetíveis a problemas em função da expansão da silvicultura é apresentado na figura 11.

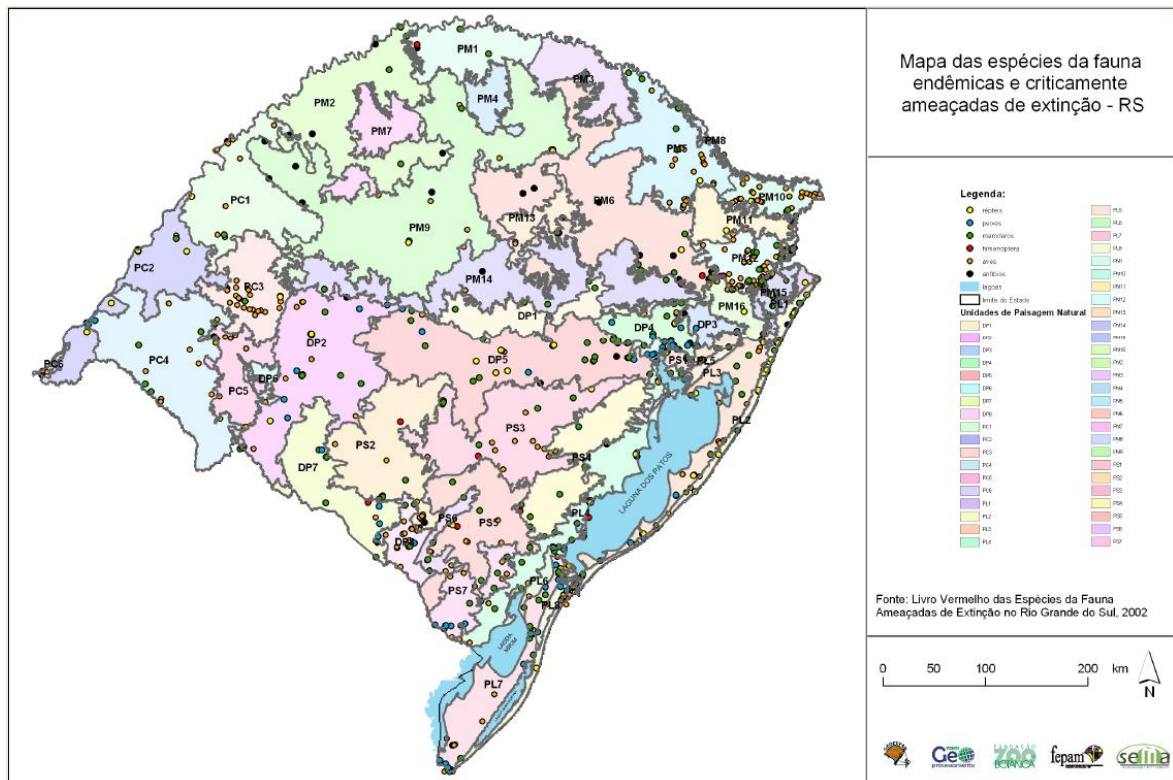


Figura 11 - Mapa de espécies da fauna suscetíveis à atividade de silvicultura
Fonte: (BIOLAW, 2006) e (FONTANA, BENCKE, & REIS, 2003)

6.1.4.2 Flora

A ocorrência de angiospermas endêmicas ou consideradas criticamente ameaçadas na Lista Oficial da Flora Ameaçada do Rio Grande do Sul foi mapeada, de acordo com os dados disponíveis em herbários e coleções vivas.

O Rio Grande do Sul possui aproximadamente 104 espécies de angiospermas endêmicas, com ocorrência preponderante em vegetações abertas (afloramentos rochosos e campos).

Também boa parte das espécies da flora consideradas oficialmente ameaçadas ocorre nesses tipos de vegetação. A implantação grandes empreendimentos de silvicultura no Rio Grande do Sul, pode afetar diretamente formações vegetais ainda pouco conhecidas e não protegidas por unidades de conservação, incluído refúgios de floras xerófilas de distribuição restrita.

As espécies aqui incluídas estão divididas em duas diferentes categorias:

- a) Espécies endêmicas do Rio Grande do Sul, listadas por Sobral & Larocca (não publicado);
- b) Espécies incluídas na categoria criticamente ameaçada na Lista Oficial da Flora Ameaçada do Rio Grande do Sul.

Os dados sobre distribuição geográfica foram compilados a partir das informações disponíveis nas seguintes fontes, antecédidos das siglas usadas no banco de dados do estudo:

PACA - Herbário Anchieta - UNISINOS - São Leopoldo - RS;

ICN - Herbário do Instituto de Biociências da UFRGS - Porto Alegre - RS;

HAS - Herbário Alarich Schulz – FZB - Porto Alegre - RS;

SMDB - Herbário da Universidade Federal de Santa Maria;

JB - Coleções vivas de bromeliáceas e cactáceas do Jardim Botânico de Porto Alegre;

FNQ - Para as cactáceas, as espécies presentes no Rio Grande do Sul foram verificadas no Field Number Query, ferramenta de busca na WEB que

compila os dados de colecionadores da família conhecidos internacionalmente.

Para a localização das espécies incluídas no estudo foi adotada uma metodologia de aproximação para a obtenção de coordenadas geográficas, uma vez que os registros dos herbários e outras fontes citadas não informam, na sua grande maioria, esses dados. Com o objetivo de mapear essas ocorrências, os dados de localização das coletas foram usados para localização do respectivo ponto em cartas do exercito, escala 1:250.000, obtendo-se assim coordenadas aproximadas. Devido a disparidade na precisão das informações das fichas de coleta, foi aplicada uma escala de confiabilidade dos dados geográficos, com três categorias:

- a) Dados de alta confiabilidade, nas situações em que se dispunha das coordenadas geográficas obtidas por GPS;
- b) Dados de média confiabilidade, no caso em que havia informação relativamente precisa do local de coleta da planta, permitindo a localização das coordenadas a partir de carta geográfica;
- c) Dados de baixa confiabilidade, nos casos em que a informação da coleta era muito vaga, permitindo apenas uma aproximação grosseira. Mesmo assim esses dados foram considerados, pois a maiorias dos dados disponíveis nos herbários incluem-se nessa categoria. Nesse caso adotou-se a coordenada da sede do município como base, a exemplo de situações semelhantes adotadas no Livro Vermelho da Fauna no RS.

Na Tabela 8 é apresentada a lista de espécies da flora incluídas no estudo, e que foram levantadas pela BIOLAW em (BIOLAW, 2006).

Tabela 8 - Lista de espécies da flora incluídas no levantamento

| FAMILIA | NOME | CATEGORIA |
|----------------|--------------------------------|------------------|
| AMARANTHACEAE | <i>Alternanthera praelonga</i> | CR |
| ANNONACEAE | <i>Annona glabra</i> | CR |
| ANNONACEAE | <i>Duguetia lanceolata</i> | CR |
| ANNONACEAE | <i>Guatteria australis</i> | CR |
| ANNONACEAE | <i>Rollinia maritima</i> | ED |
| ANNONACEAE | <i>Rollinia sericea</i> | CR |
| ANNONACEAE | <i>Xylopia brasiliensis</i> | CR |
| APIACEAE | <i>Eryngium ramboanum</i> | CR |
| ARECACEAE | <i>Geonoma gamiova</i> | CR |
| ARECACEAE | <i>Geonoma schottiana</i> | CR |
| ASTERACEAE | <i>Asteropsis macrocephala</i> | ED |

| Tabela 8 - Lista de espécies da flora incluídas no levantamento (continuação) | | |
|---|------------------------------------|------------------|
| FAMILIA | NOME | CATEGORIA |
| ASTERACEAE | <i>Calea kristinia</i> | ED |
| ASTERACEAE | <i>Eupatorium ligulifolium</i> | ED |
| ASTERACEAE | <i>Gochnatia ramboi</i> | CR |
| ASTERACEAE | <i>Hysterionica pinnatiloba</i> | CR |
| ASTERACEAE | <i>Ianthopappus corymbosus</i> | CR |
| ASTERACEAE | <i>Perezia squarrosa</i> | CR |
| ASTERACEAE | <i>Senecio promatensis</i> | ED |
| ASTERACEAE | <i>Senecio riograndensis</i> | ED |
| ASTERACEAE | <i>Smallanthus araucariophilus</i> | ED |
| ASTERACEAE | <i>Smallanthus riograndensis</i> | ED |
| ASTERACEAE | <i>Vernonia constricta</i> | ED |
| BEGONIACEAE | <i>Begonia hispida</i> | CR |
| BEGONIACEAE | <i>Begonia perdusenii</i> | CR |
| BROMELIACEAE | <i>Aechmea calyculata</i> | CR |
| BROMELIACEAE | <i>Dyckia agudensis</i> | ED |
| BROMELIACEAE | <i>Dyckia alba</i> | ED |
| BROMELIACEAE | <i>Dyckia choristaminea</i> | ED |
| BROMELIACEAE | <i>Dyckia delicata</i> | ED |
| BROMELIACEAE | <i>Dyckia elisabethae</i> | CR |
| BROMELIACEAE | <i>Dyckia hebdingii</i> | ED |
| BROMELIACEAE | <i>Dyckia ibicuiensis</i> | CR |
| BROMELIACEAE | <i>Dyckia selloa</i> | CR |
| BROMELIACEAE | <i>Tillandsia Crocata</i> | CR |
| BROMELIACEAE | <i>Tillandsia duratti</i> | CR |
| BROMELIACEAE | <i>Tillandsia ixioides</i> | CR |
| BROMELIACEAE | <i>Tillandsia mallemontii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Echinopsis eyriesii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Frailea buenekeri</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Frailea castanea</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Frailea cataphracta</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Frailea curvispina</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Frailea gracillima</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Frailea horstii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Frailea lepida</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Frailea mammifera</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Frailea perumbilicata</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Frailea phaeodisca</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Frailea pygmaea</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Gymnocalycium bueneker i</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Gymnocalycium denudatum</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Gymnocalycium horstii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Gymnocalycium uruguayense</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Notocactus nilsonii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia alacriportana</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia allosiphon</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia arnostiana</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia buiningii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia concinna</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia cassigibba</i> | CR |

| Tabela 8 - Lista de espécies da flora incluídas no levantamento (continuação) | | |
|---|------------------------------------|-----------|
| FAMILIA | NOME | CATEGORIA |
| CACTACEAE | <i>Parodia fusca</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia haselbergii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia horstii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia leninghausii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia magnifica</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia mammulosa</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia meonacantha</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia mueller- melchersii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia muricata</i> | ED |
| CACTACEAE | <i>Parodia neoarechavaletae</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia neohorstii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia nothominuscula</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia oxycostata</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia permutata</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia rechensis</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia rudibuenekeri</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia schumanniana</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia scopa</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia stockingeri</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia turbinata</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia warasii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Parodia wernerii</i> | CR |
| CACTACEAE | <i>Fraila buenekeri</i> | CR |
| CUCURBITACEAE | <i>Cayaponia alaricii</i> | ED |
| ERYTHROXYLACEAE | <i>Erythroxylum substriatum</i> | ED |
| EUPHORBIACEAE | <i>Croton calycireduplicatus</i> | ED |
| EUPHORBIACEAE | <i>Croton ericoides</i> | ED |
| EUPHORBIACEAE | <i>Croton helichrysum</i> | ED |
| EUPHORBIACEAE | <i>Croton quintasii</i> | ED |
| EUPHORBIACEAE | <i>Croton ramboi</i> | ED |
| FABACEAE | <i>Lathyrus acutifolius</i> | CR |
| FABACEAE | <i>Lathyrus parodii</i> | CR |
| FABACEAE | <i>Lonchocarpus torrensii</i> | ED |
| FABACEAE | <i>Mecardonia pubescens</i> | ED |
| FABACEAE | <i>Mimosa balduinii</i> | ED |
| FABACEAE | <i>Mimosa glycirrhizoides</i> | ED |
| FABACEAE | <i>Mimosa intricata</i> | ED |
| FABACEAE | <i>Mimosa ramboi</i> | ED |
| FABACEAE | <i>Mimosa ramulosa</i> | ED |
| FABACEAE | <i>Mimosa trachycarpa</i> | ED |
| FABACEAE | <i>Sellocharis paradoxa</i> | ED |
| GESNERIACEAE | <i>Nemathanthus tessmanii</i> | CR |
| IRIDACEAE | <i>Sympa riograndensis</i> | ED |
| LAMIACEAE | <i>Glechon thymoides</i> | ED |
| LAMIACEAE | <i>Hesperozygis ringens</i> | ED |
| LAURACEAE | <i>Persea pyrifolia</i> | CR |
| MALVACEAE | <i>Pavonia malmeana</i> | ED |
| MYRTACEAE | <i>Eugenia dimorpha</i> | ED |
| OLACACEAE | <i>Heisteria silvianii</i> | CR |

Tabela 8 - Lista de espécies da flora incluídas no levantamento (continuação)

| FAMILIA | NOME | CATEGORIA |
|------------------|---------------------------------|------------------|
| POACEAE | <i>Briza scabra</i> | CR |
| POACEAE | <i>Panicum aristellum</i> | CR |
| POACEAE | <i>Poa reitzii</i> | CR |
| POACEAE | <i>Rhynchoriza subulata</i> | CR |
| POACEAE | <i>Setaria hassleri</i> | CR |
| POACEAE | <i>Streptochaeta spicata</i> | CR |
| PODOCARPACEAE | <i>Podocarpus sellowii</i> | CR |
| POLYGALACEAE | <i>Monnina itapoanensis</i> | ED |
| RUBIACEAE | <i>Hillia parasitica</i> | CR |
| RUTACEAE | <i>Esenbeckia hieronymi</i> | CR |
| SCROPHULARIACEAE | <i>Scoparia ericea</i> | ED |
| SOLANACEAE | <i>Nicotiana mutabilis</i> | ED |
| SOLANACEAE | <i>Petunia exserta</i> | ED |
| SOLANACEAE | <i>Solanum aparadense</i> | ED |
| SOLANACEAE | <i>Solanum aparadense</i> | ED |
| SOLANACEAE | <i>Solanum arenarium</i> | ED |
| SOLANACEAE | <i>Solanum phyllosepalum</i> | CR |
| URTICACEAE | <i>Pilea hydra</i> | CR |
| VALERIANACEAE | <i>Valeriana bornmuelleri</i> | ED |
| VALERIANACEAE | <i>Valeriana chamaedryfolia</i> | ED |
| VALERIANACEAE | <i>Valeriana eupatoria</i> | ED |
| VERBENACEAE | <i>Lippia ramboi</i> | ED |
| VERBENACEAE | <i>Lippia ramboi</i> | ED |
| VOCHYSIACEAE | <i>Callistene inundata</i> | CR |

CR = criticamente ameaçada ED = endêmica

Na figura 12 é apresentado um mapa com a representação das espécies da flora endêmicas e criticamente ameaçadas de extinção, suscetíveis à atividade de silvicultura.

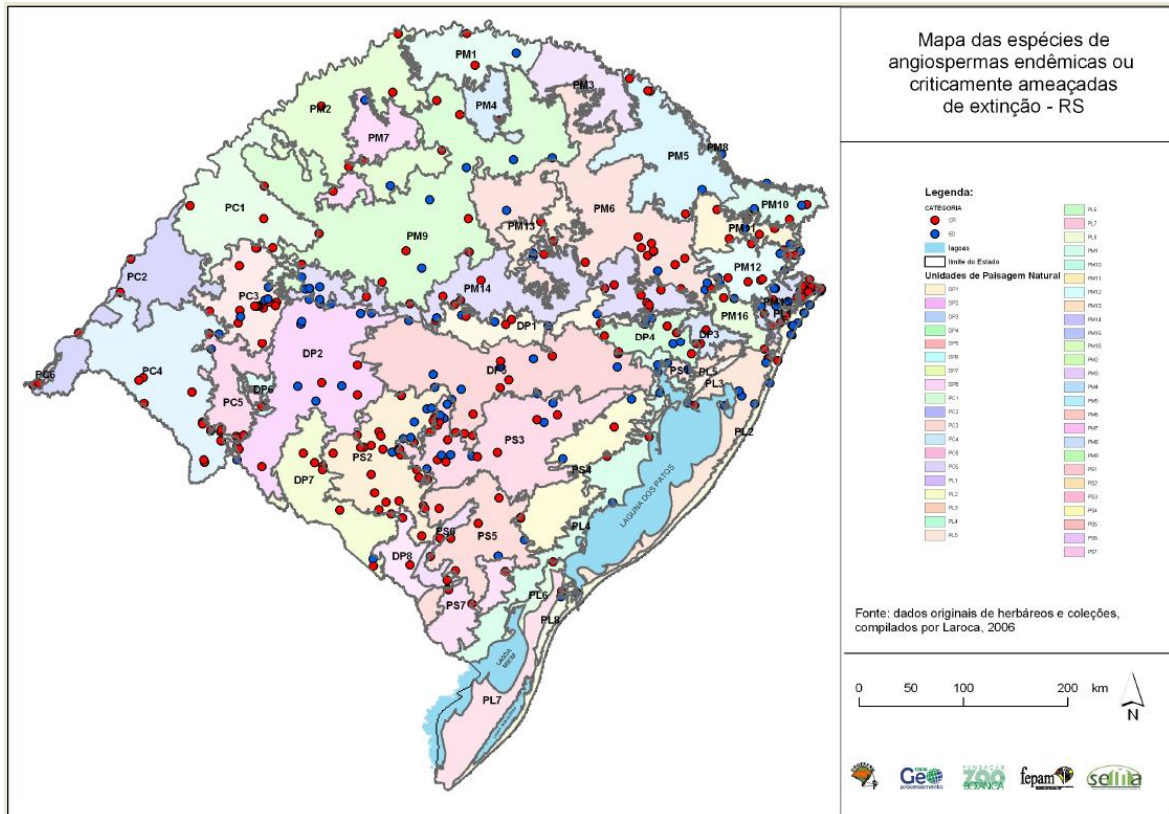


Figura 12 - Espécies de angiospermas endêmicas ou criticamente ameaçadas
Fonte: Adaptado de (BIOLAW, 2006)

6.1.5 Localização de sítios arqueológicos e paleontológicos

Em função das atividades operacionais envolverem o revolvimento do solo e a abertura de estradas nas áreas a serem ocupadas pela silvicultura, é importante identificar as regiões ou municípios onde já foi constatada a ocorrência de sítios arqueológicos ou paleontológicos para que se possam tomar atitudes de prevenção que evitem que se danifiquem aqueles locais.

Um levantamento preliminar de dados utilizados para esta finalidade foi realizado pela empresa BIOLAW Consultoria, cujo texto do relatório (BIOLAW, 2006) é, em partes, aqui reproduzido.

6.1.5.1 Áreas de interesse arqueológico

Os sítios arqueológicos são considerados bens da União e são definidos e protegidos pela Lei Federal 3.924/61. O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN é o órgão federal responsável pela gestão do patrimônio arqueológico do país.

Para elaboração do mapa das regiões de ocorrência de sítios arqueológicos foram utilizados dados fornecidos pelo IPHAN, fazendo-se algumas necessárias para se corrigir informações de localização e de tipo de ambiente onde se localiza o sítio.

Os dados existentes até julho de 2006 foram obtidos no site do IPHAN, disponível em www.iphan.gov.br – Sistema de Georreferenciamento de Patrimônio Arqueológico (SGPA).

Devido à falta de uniformidade dos dados existentes e inexistência de georreferenciamento para localização dos sítios, o mapa foi elaborado com base nas ocorrências por município.

O mapa com a reclassificação dos municípios com ocorrência de sítios arqueológicos é apresentado na figura 13, sendo os mesmos agrupados em 5 classes:

- 0 (nenhuma) ocorrência
- 1 a 7 ocorrências
- 8 a 19 ocorrências
- 20 a 37 ocorrências
- 38 a 63 ocorrências
- 64 a 108 ocorrências

6.1.5.2 Áreas de interesse paleontológico

Pelo mesmo motivo que se justifica a preocupação com os sítios arqueológicos, os locais onde se verifica a ocorrência de fósseis no Estado foi mapeado.

O levantamento foi elaborado a partir de bancos de dados disponíveis, principalmente do Pró-Guaíba e da consulta à especialistas da área.

Também foi executada uma revisão da literatura especializada, visando identificar artigos que apresentassem a localização dos sítios paleontológicos, que foram então incluídos no banco de dados do levantamento realizado.

O mapa de pontos com registro de sítios de interesse paleontológico no Estado é apresentado na figura 13.

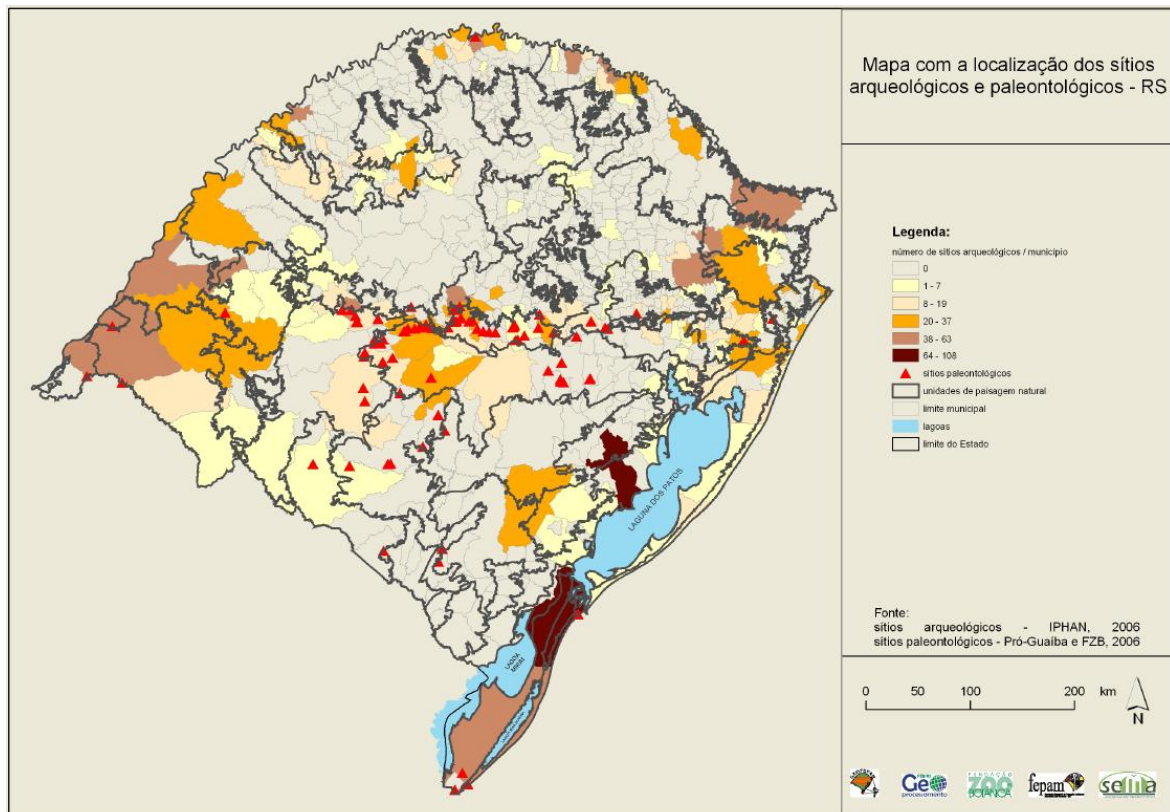


Figura 13 - Mapa com localização de ocorrências de sítios de interesse arqueológico e paleontológico

Fonte: (BIOLAW, 2006), IPHAN, Pró-Guaíba, FZB

6.1.6 Comunidades tradicionais

Tendo em vista que a expansão da atividade de silvicultura implica, muitas vezes, na mudança de domínio de propriedades rurais, cuidados especiais são requeridos nas regiões em que estão localizadas comunidades tradicionais. Tais cuidados visam a prevenção de problemas sociais decorrentes de transações imobiliárias que envolvam áreas reconhecidas ou em processo de reconhecimento, bem como uma possível mudança dos hábitos culturais daquelas comunidades em função da silvicultura.

O levantamento dos dados foi executado pela BIOLAW Consultoria, sendo os resultados apresentados em relatório no ano de 2006, que serviu de base para o conteúdo apresentado neste documento.

6.1.6.1 Terras indígenas

O mapeamento das Terras Indígenas foi executado a partir da base digital do Estado, disponibilizada pelo GEOFEPAM e consultando-se, adicionalmente, as seguintes bases:

- FUNAI (www.funai.gov.br)
- 6ª. Câmara da Procuradoria Geral da República (<http://ccr6.pgr.mpf.gov.br/terras-indigenas>)
- Instituto Socioambiental (www.socioambiental.org.br)

Através da consulta a tais fontes, foi estabelecido o status de cada uma das Terras Indígenas mapeadas, sendo a informação atualizada até o mês de julho de 2006.

A localização das Terras Indígenas no Rio Grande do Sul é apresentada no mapa da figura 14.

6.1.6.2 Áreas de quilombo

Foram identificadas as áreas de quilombo existentes no Estado, avaliando-se também o número de famílias e a certificação das mesmas junto à Fundação Cultural Palmares, órgão nacional responsável pelo seu reconhecimento.

Para a localização das comunidades, foram realizadas entrevistas com técnicos da EMATER e do INCRA, procurando-se por informações sobre as áreas de quilombo existentes no Estado.

A partir das entrevistas, foi consultado o banco de dados do Setor de Projetos Especiais – Coordenação de Quilombos do INCRA, Superintendência do Rio Grande do Sul, onde foram obtidos os resultados apresentados no mapa da figura 14.

Foram identificadas 126 comunidades de quilombo, dispostas em 75 municípios do Rio Grande do Sul. Para 78 das comunidades há informações sobre o número de famílias existentes, que totalizam 3.055 famílias.

Somente 21 comunidades apresentam certificação da Fundação Cultural Palmares.

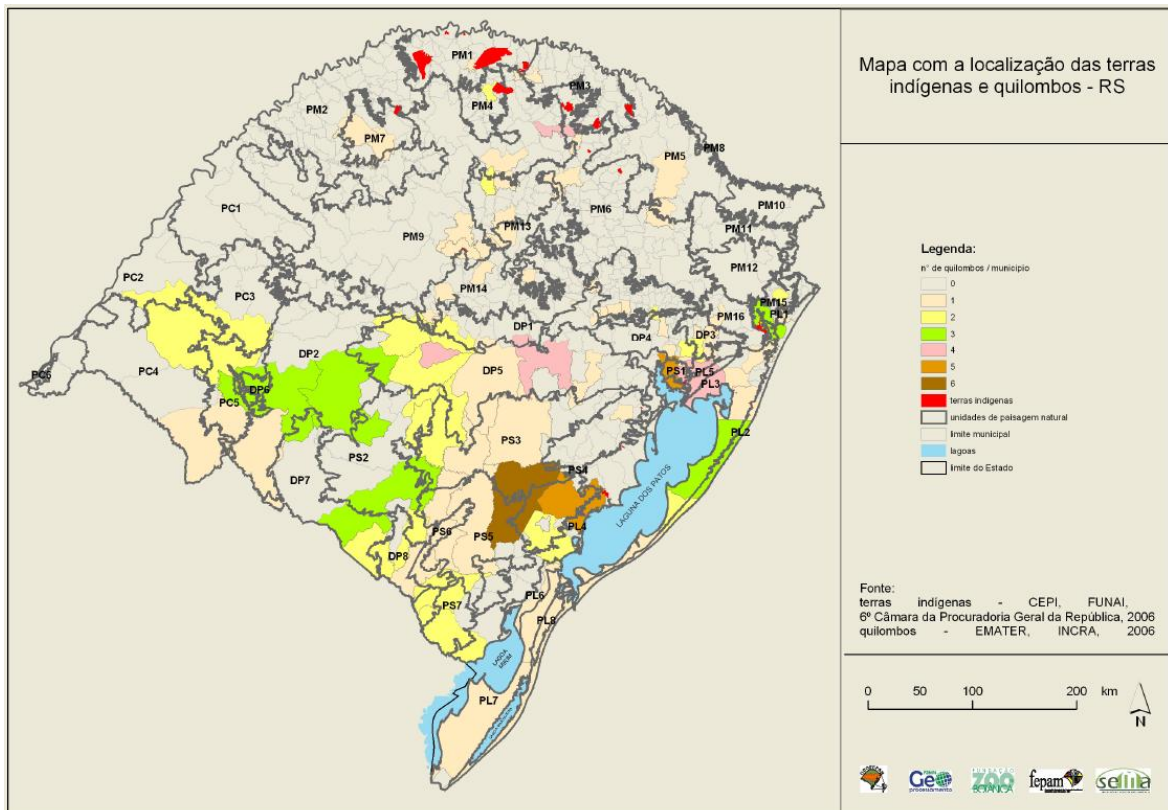


Figura 14 - Mapa com localização das terras indígenas e quilombos
Fonte: (BIOLAW, 2006).

6.1.7 Potencial turístico

A preocupação com possíveis modificações nas paisagens ou mesmo nas proximidades de alguns pontos turísticos naturais do Estado, levou a elaboração de um levantamento dos principais atrativos turísticos do Rio Grande do Sul e das principais rotas turísticas do Estado, trabalho que foi desenvolvido pela BIOLAW Consultoria, cujo conteúdo é parcialmente repetido neste documento.

O levantamento dos atrativos turísticos foi realizado a partir de consultas à base de dados da Secretaria Estadual de Turismo – SETUR/RS, e também aos municípios do Estado.

O estudo manteve a divisão adotada pela SETUR, baseada nos 22 Conselhos Regionais de Desenvolvimento, e que foram agrupados em 9 zonas de atrativos turísticos:

- Central (Central, Alto do Jacuí, Alto da Serra do Botucaraí);
- Costa Doce (Centro Sul, Sul);
- Grande Porto Alegre (Vale do Rio dos Sinos e Metropolitana Delta do Jacuí);
- Hidrominerais (Médio Alto Uruguai, Norte, Produção);
- Litoral Norte Gaúcho (Litoral Norte);
- Missões (Noroeste Colonial, Fronteira Noroeste, Missões);
- Pampa (Campanha, Fronteira Oeste);
- Serra Gaúcha (Hortênsias, Serra, Paranhana, Nordeste e Campos de Cima da Serra);
- Vales (Vale do Caí, Vale do Rio Taquari, Vale do Rio Pardo).

Foram adotadas duas abordagens complementares: uma que quantifica o número de atrações e outra que busca qualificar um pouco mais essa informação através de um sistema de valoração das atrações identificadas.

Nessa abordagem, cada atrativo turístico disponível nas bases consultadas foi avaliado segundo sua importância turística e suscetibilidade, considerando três faixas de valoração (pouco/médio/muito), que foram posteriormente convertidas a valores numéricos de 1, 2 e 3, respectivamente. Essa valoração buscou definir os produtos turísticos a partir de uma avaliação diferenciada, em função de seus atributos locais e regionais.

A valoração da importância foi feita considerando-se a atratividade, a intensidade de visitação (quando disponível), suas peculiaridades e sua raridade no contexto regional.

Já a suscetibilidade procura avaliar o quanto cada atração listada seria prejudicada por uma alteração dos padrões da paisagem do seu entorno, considerando-se especificamente o plantio homogêneo de florestas de espécies exóticas.

Como a ênfase do estudo está na questão da silvicultura, as atrações exclusivamente urbanas foram mantidas no banco de dados, sem que se tenha feito, no entanto, a sua valoração.

Com relação aos eixos turísticos, a metodologia adotada para sua definição baseou-se na malha viária da cartografia em escala 1:250.000, da qual foram

extraídas as principais ligações rodoviárias entre os municípios que tiveram atrações listadas no estudo.

Na figura 15 é apresentado o mapa com a identificação das regiões com maior potencial turístico e as principais rotas turísticas identificadas no levantamento.

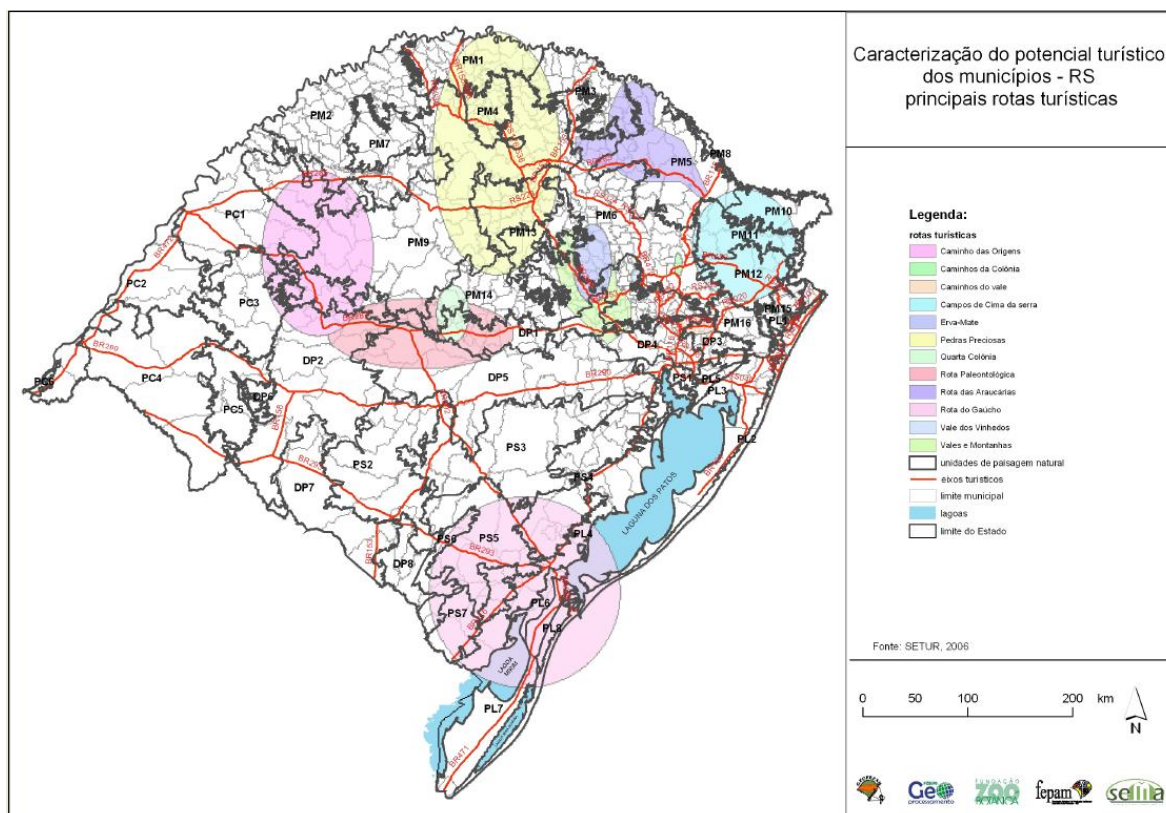


Figura 15 - Regiões com potencial turístico e principais rotas turísticas
Fonte: (BIOLAW, 2006), SETUR

6.1.8 Aspectos socioeconômicos

Indicadores socioeconômicos são importantes para identificar onde a introdução de uma nova atividade empresarial ou então sua expansão podem contribuir para melhorar as condições econômicas e sociais de uma região.

Na primeira versão do Zoneamento Ambiental para a Silvicultura, foram utilizadas 3 referências para definir condicionantes específicas para cada UPN em função das características encontradas nas fontes:

- Mapa com a caracterização socioeconômica dos municípios – RS, baseado no trabalho de Schneider, S; Waquil, P. D; Desenvolvimento agrário e desigualdades regionais no RS: uma caracterização socioeconômica a partir dos municípios, 2004.
- Mapeamento do índice de diversificação da produção agrícola dos municípios, 2000 – RS, trabalho apresentado no Salão de Iniciação Científica da UFRGS por Waquil, P. D; e Graebin, C; em 2006.
- Mapa do tamanho do módulo rural por município baseado no módulo fiscal, obtido na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

Durante as discussões do ZAS na Câmara Técnica de Biodiversidade, ficou decidido pela exclusão das restrições baseadas no módulo rural, e incorporação de outras informações socioeconômicas mais apropriadas para representar o nível de desenvolvimento social das diferentes regiões do Estado.

Com esta finalidade foi consultado o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul, elaborado pela Secretaria de Planejamento e Gestão do Governo do Estado, e disponível em <http://www.scp.rs.gov.br/atlas/atlas.asp?menu=26>.

Dessa fonte foram incorporados os seguintes indicadores:

- Densidade Demográfica dos Municípios do RS – apresentado na figura 16.
- Distribuição da População dos Municípios do RS – apresentado na figura 17.
- Estrutura Fundiária dos Municípios do RS – apresentado na figura 18.
- Taxa de Urbanização dos Municípios do RS - apresentado na figura 19.
- PIB dos Municípios do RS – apresentado na figura 20.
- PIB Per Capita por Município do RS – apresentado na figura 21.
- Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDESE) dos Municípios do RS – apresentado na figura 22.
- Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) dos Municípios do RS – apresentado na figura 23.

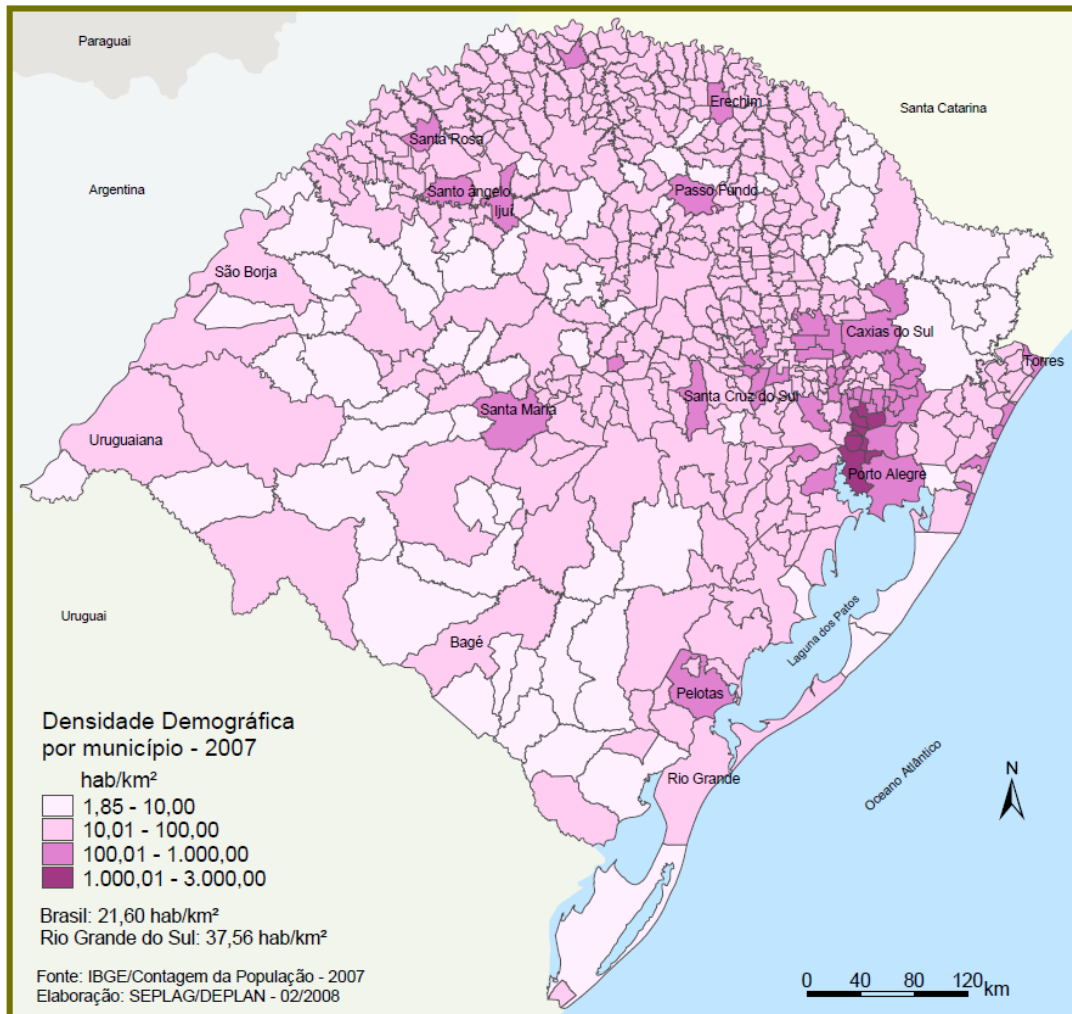


Figura 16 - Densidade demográfica por município - RS 2007
 Fonte: (RIO GRANDE DO SUL/Secretaria de Planejamento e Gestão, 2007)

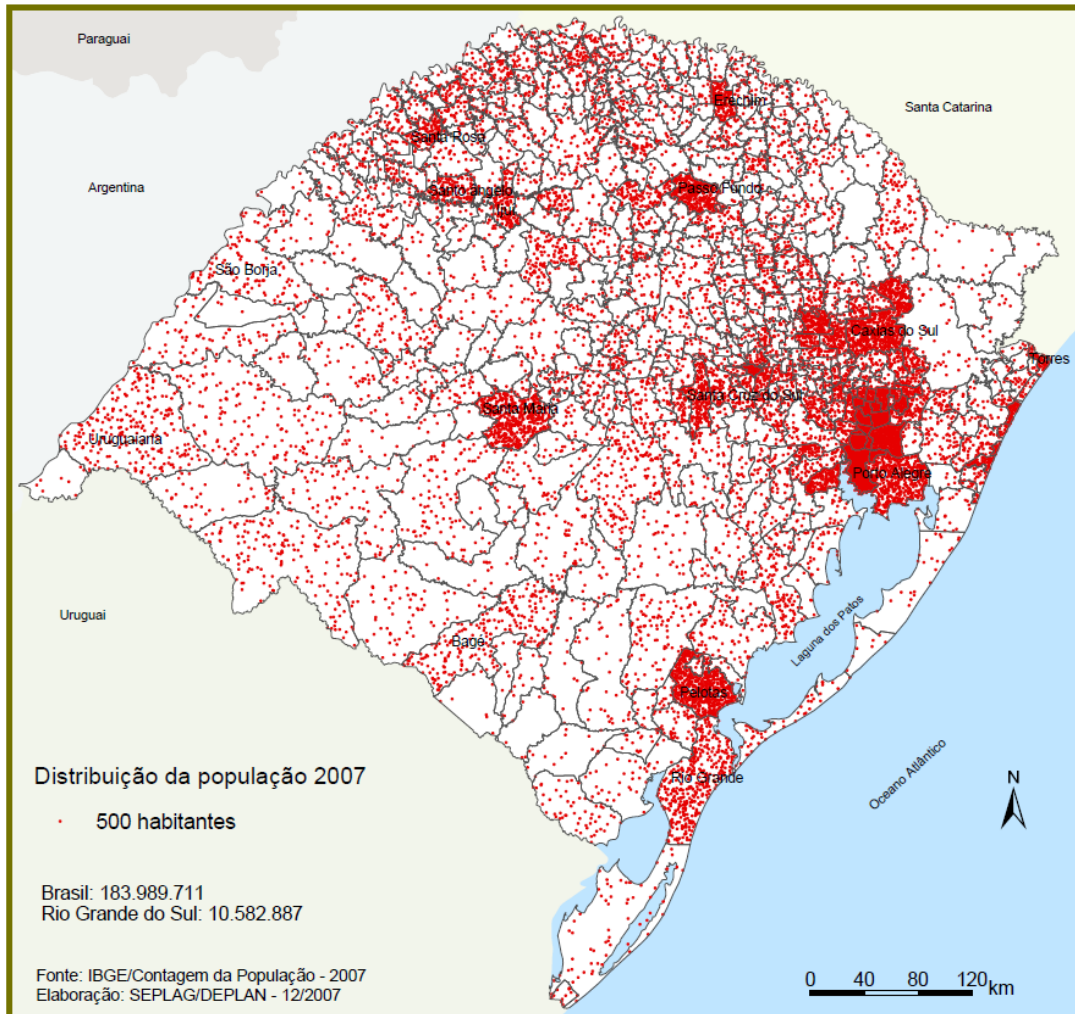


Figura 17 - Distribuição da população dos municípios do RS – 2007
Fonte: (RIO GRANDE DO SUL/Secretaria de Planejamento e Gestão, 2007)

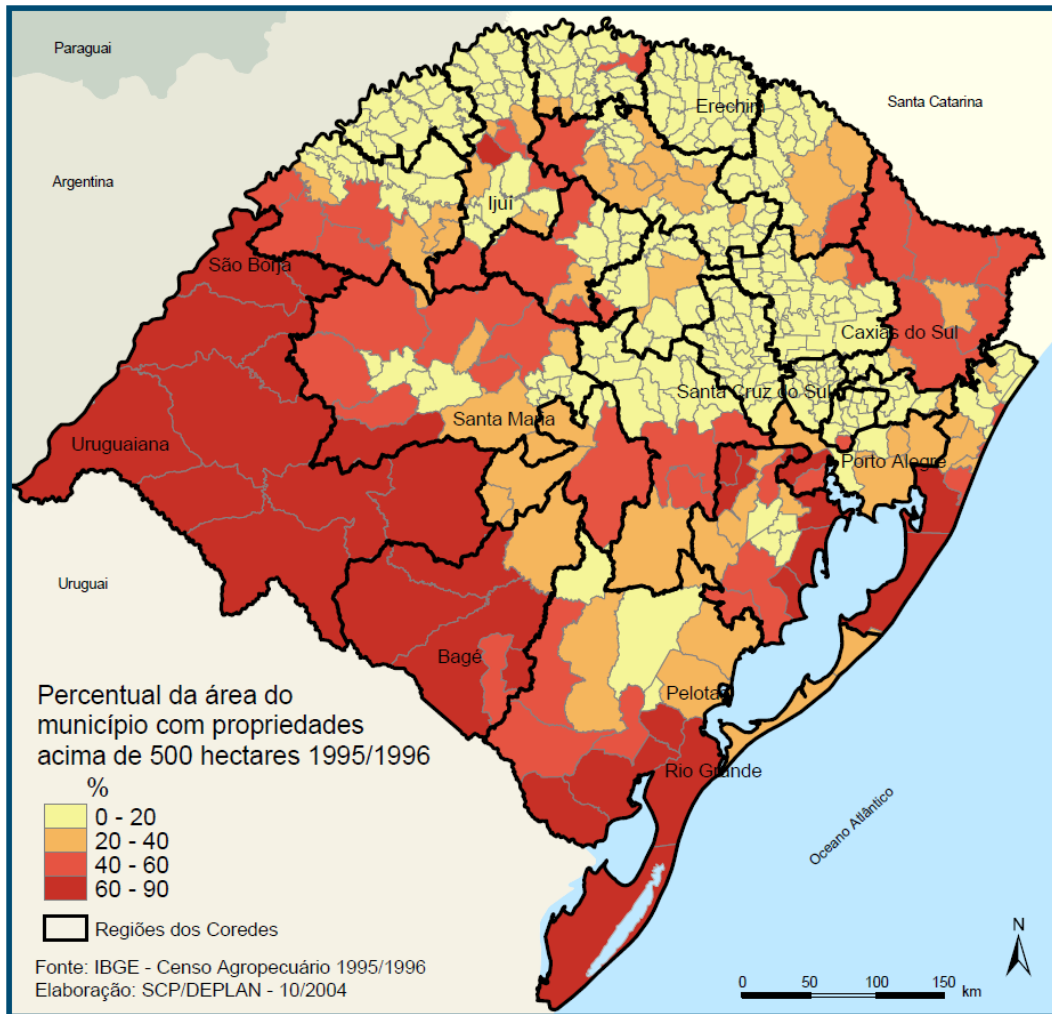


Figura 18 - Estrutura Fundiária - Percentual da área dos municípios com propriedades maiores do que 500 hectares
 Fonte: (RIO GRANDE DO SUL/Secretaria de Planejamento e Gestão, 2007)

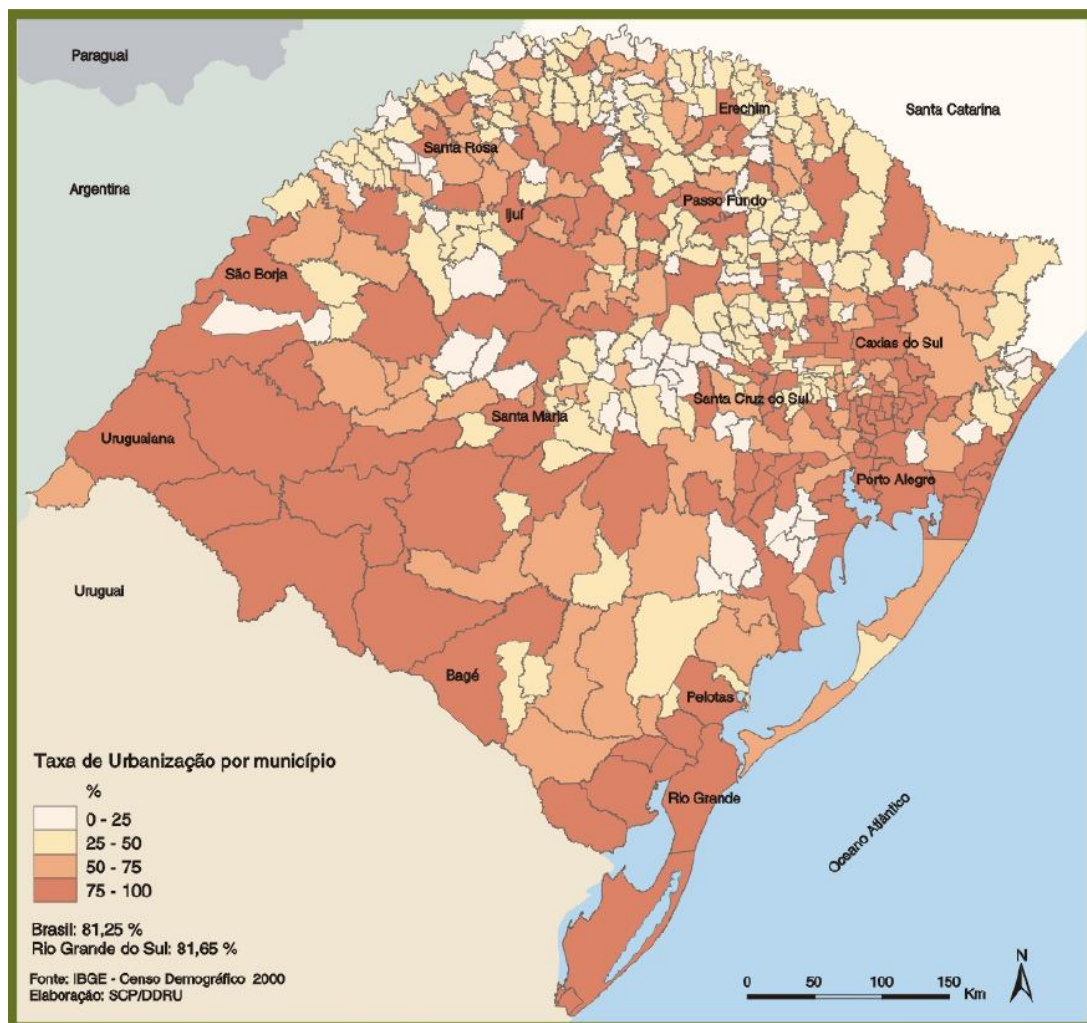


Figura 19 - Taxa de urbanização por município do RS – 2000
 Fonte: (RIO GRANDE DO SUL/Secretaria de Planejamento e Gestão, 2007)

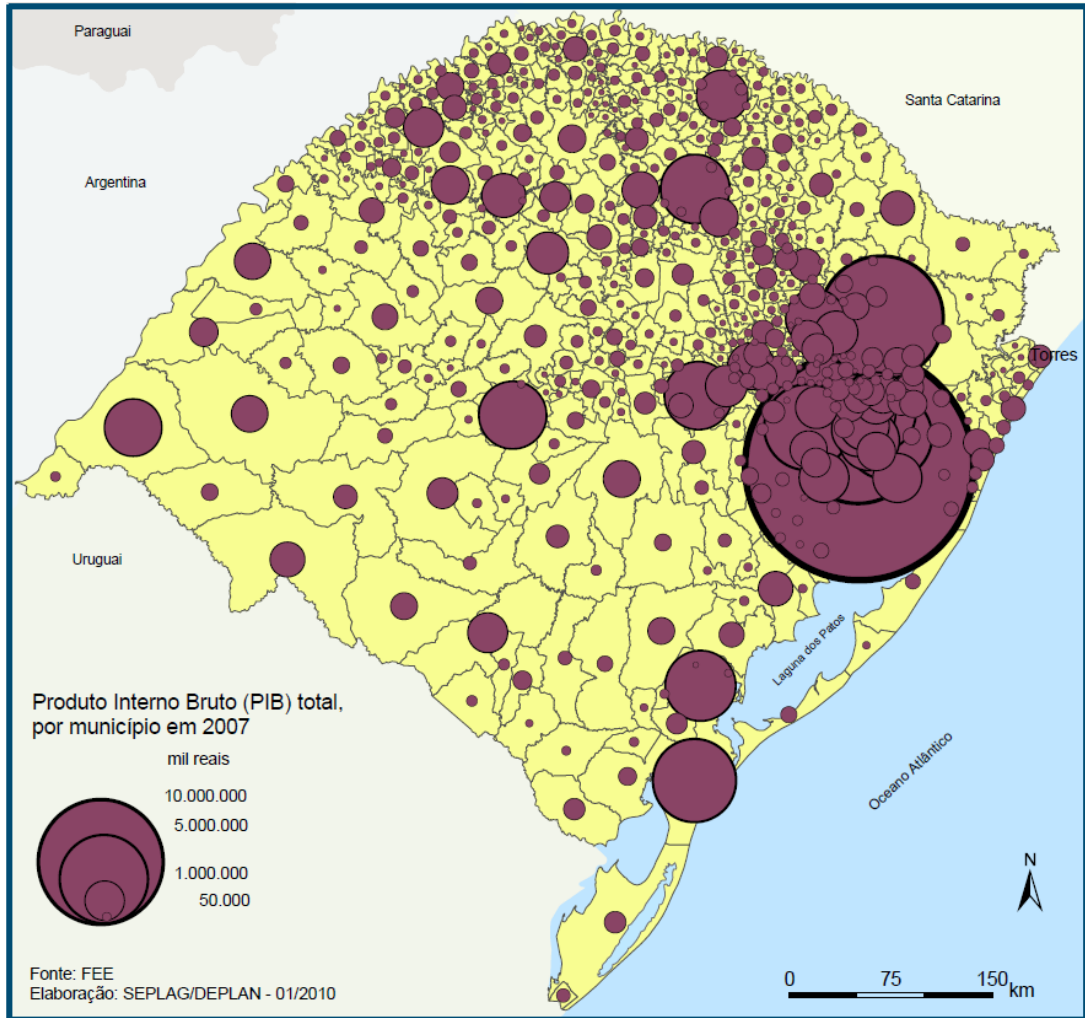


Figura 20 - Produto interno bruto (PIB) por município do RS – 2007
 Fonte: (RIO GRANDE DO SUL/Secretaria de Planejamento e Gestão, 2007)

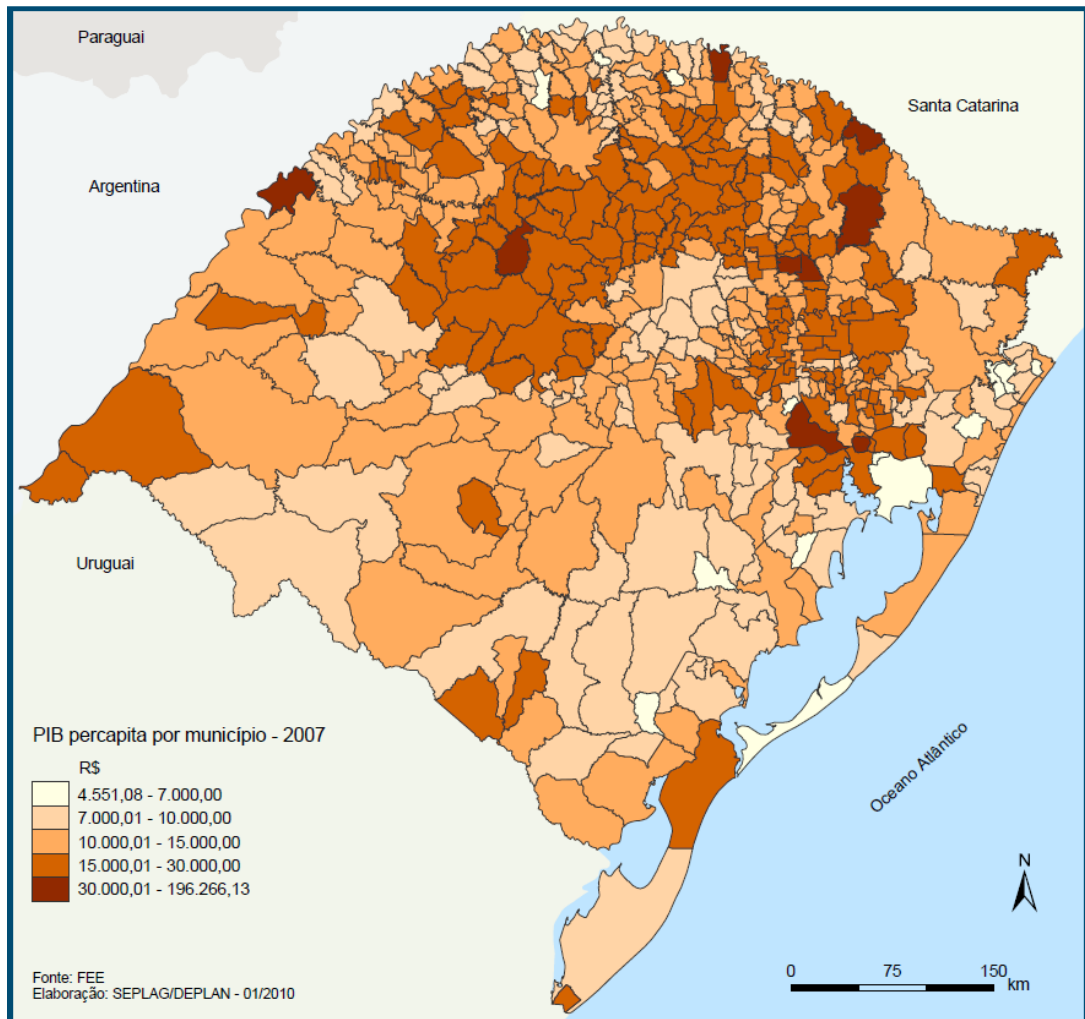


Figura 21 - Produto interno bruto (PIB) per capita por município do RS – 2007
Fonte: (RIO GRANDE DO SUL/Secretaria de Planejamento e Gestão, 2007)

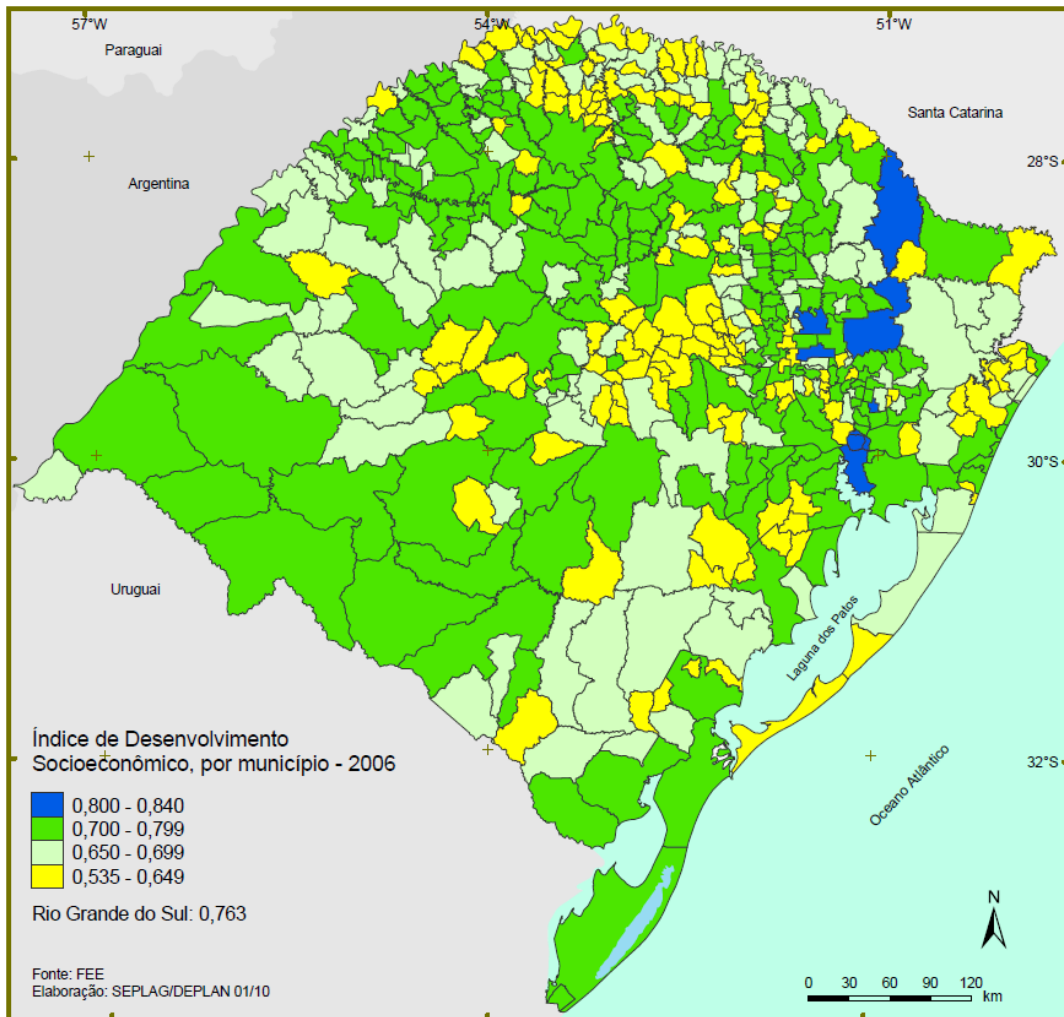


Figura 22 - Índice de desenvolvimento socioeconômico dos municípios do RS – 2006
 Fonte: (RIO GRANDE DO SUL/Secretaria de Planejamento e Gestão, 2007)

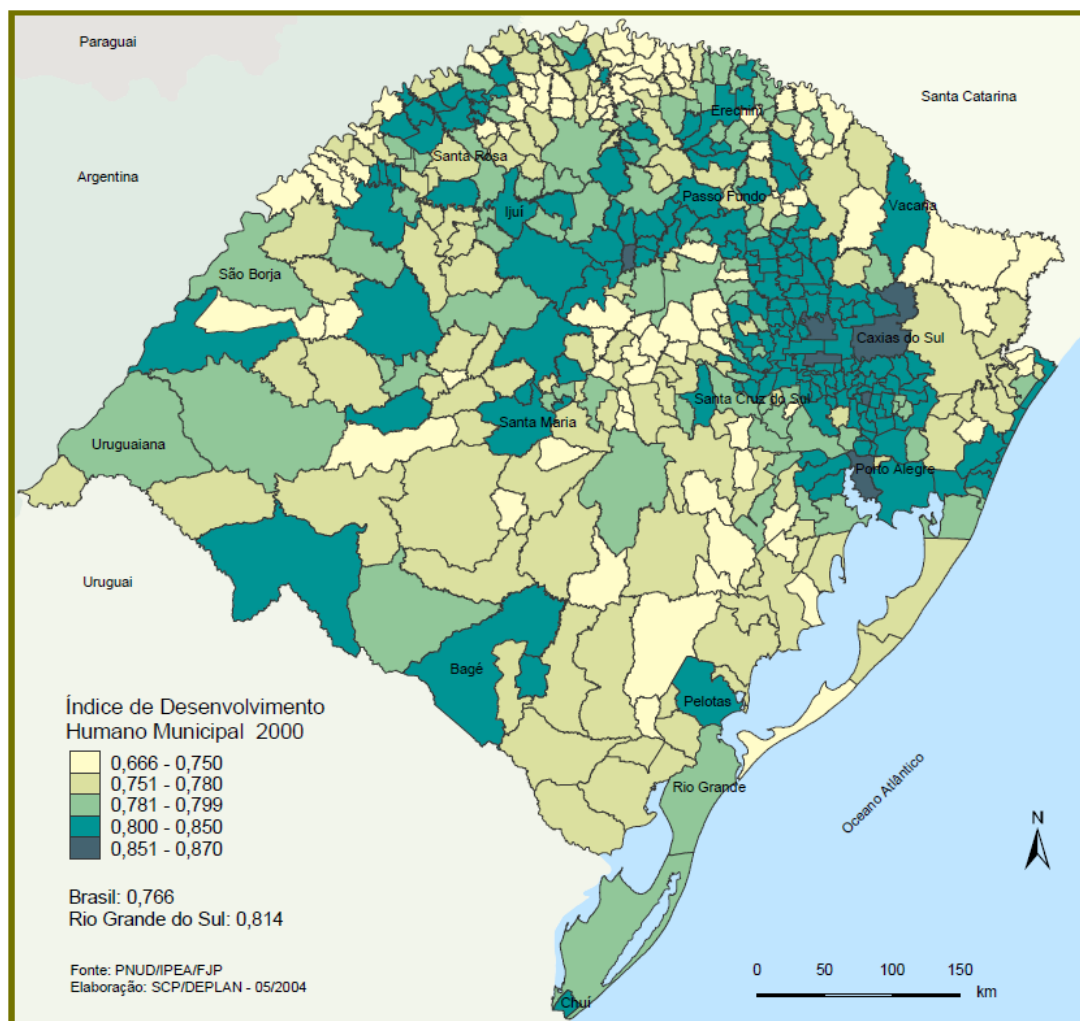


Figura 23 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) do RS -2000
Fonte: (RIO GRANDE DO SUL/Secretaria de Planejamento e Gestão, 2007)

6.1.9 Clima

Os dados apresentados constituem uma abordagem em escala mesoclimática, ou seja, tem abordagem regional, é baseado no trabalho elaborado pela Biolaw Consultoria (BIOLAW, 2006), como base preliminar para elaboração da primeira versão do ZAS, sendo parcialmente transcrito neste item.

A classificação climática é uma forma de enquadrar e organizar as variáveis de uma dada área da superfície terrestre de modo a definir um comportamento médio ao longo do tempo.

Uma chave de classificação consagrada na literatura climatológica é a de W. Köppen que, de forma empírica, a partir da cobertura vegetal, conseguiu realizar uma definição de tipos climáticos em função de dados de temperatura, precipitação além da latitude e da altitude para todo o globo terrestre.

Segundo o sistema de classificação climática de W. Köppen, o RS encontra-se numa área de clima mesotérmico úmido sem estação seca (Cf), possuindo duas subdivisões, como mostra a figura 24.

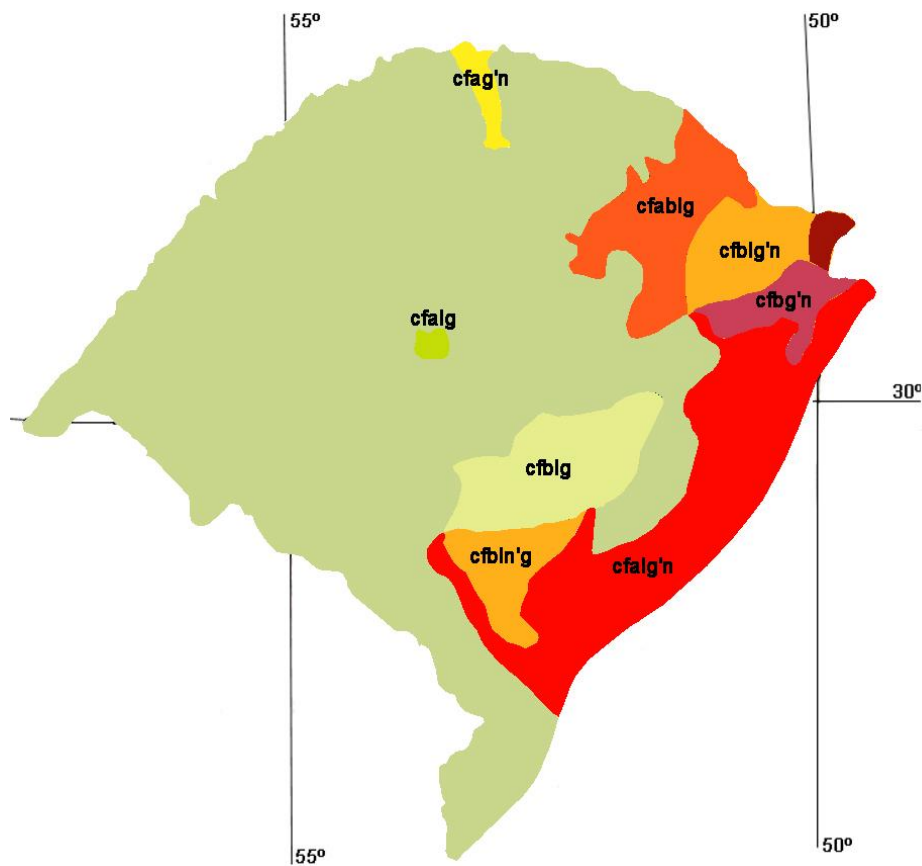


Figura 24 - Mapa climático do Rio Grande do Sul
Fonte: MORENO, 1967 (modificado).

Existe o tipo Cfa, subtropical com temperatura média do mês mais quente superior a 22° C e a temperatura média do mês mais frio entre - 3° C e 18° C. O outro tipo é o Cfb, subtropical com temperatura média do mês mais quente inferior a 22° C e a temperatura média do mês mais frio entre - 3° C a 18° C. É importante destacar que esta subdivisão (no caso do RS) ocorre em função das diferenças de altitude, sendo o tipo Cfb observado aproximadamente acima da cota altimétrica de 600 m e o Cfa nas demais áreas.

Na análise dos dados de temperatura média é preciso considerar a influência dos fatores estáticos do clima como a continentalidade, a latitude e a altitude, bem como a influência dos fatores dinâmicos, como a atuação das massas de ar e os sistemas de circulação atmosférica. As temperaturas médias anuais no RS apresentam variações segundo a latitude, a altitude e a influência do oceano. No centro e centro-leste as temperaturas são de 19,5°C em Porto Alegre e de 18,8°C em Santa Maria. No oeste e noroeste do RS as temperaturas são mais elevadas, como em Irai (19,4°C) e São Luis Gonzaga (20°C). A maior temperatura média anual ocorre em Uruguiana (20,5°C), onde os efeitos da continentalidade são mais intensos e também é mais recorrente a atuação da massa cT nos meses de verão. À medida que a altitude aumenta, as temperaturas tendem a ser mais baixas, a exemplo de Bom Jesus (14,6°C). O litoral norte apresenta temperaturas mais amenas no inverno principalmente em função da influência termo-reguladora das águas do Oceano Atlântico, não permitindo uma queda muito acentuada das temperaturas nesta estação. No sul do Estado as temperaturas são mais amenas principalmente em função das latitudes mais altas, mas a medida que a continentalidade aumenta as temperaturas médias anuais ficam mais elevadas.

O comportamento das chuvas ao longo do ano apresenta excedentes significativos no inverno em quase todas as estações, à exceção de Uruguiana. O verão é o período com menores excedentes normais em todo Estado, sendo a exceção, novamente, Uruguiana. Não obstante, as estiagens são mais comuns nessa estação do ano no Estado. Cumpre salientar, contudo, que nenhuma estação climatológica ou agrometeorológica analisada apresenta déficit climatológico de água significativa, conforme pode ser verificado na Tabela 3.

Quanto aos dados pluviométricos o RS apresenta uma distribuição espaço-temporal controlada pelo fator orográfico e pela atuação dos sistemas de circulação atmosférica.

Quanto a sazonalidade das chuvas, o Estado apresenta um comportamento médio tipicamente subtropical, ou seja, a distribuição das chuvas é, segundo a normal climatológica, regular ao longo do ano com pequenas variações em função dos elementos estáticos do clima e da influência dos diferentes sistemas de circulação atmosférica atuantes. No entanto, o comportamento médio não significa a ausência de períodos de estiagem ou excedentes pluviais no RS. As estiagens ocorrem principalmente no verão, quando a passagem da Frente Polar Atlântica (FPA) é menos freqüente e costuma ser menos intensa, além de apresentar uma rota de passagem mais oceânica. Os períodos de estiagens, apesar de recorrentes

nos últimos anos, não configuram a existência de uma estação seca no RS. A ocorrência de eventos extremos no Estado possui importantes macro-controles de nível Global, tais como o ciclo El-Niño/La-Niña, Oscilação Decadal do Pacífico, a variabilidade da temperatura superficial do Atlântico Tropical e a dinâmica da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

A distribuição espacial das chuvas no RS pode ser visualizada no mapa de isoietas para os volumes totais anuais, a qual é apresentada na figura 5.

Quanto à evaporação o RS apresenta uma heterogeneidade nas observações, fruto da diversidade de suas paisagens, combinado com as diferenças nos domínios climáticos, resultando em uma composição sem relação direta com fatores estáticos do clima como a altimetria.

Os picos de evaporação ocorrem nos meses de novembro a fevereiro, indicando uma relação inversa com a umidade. Na Campanha e na fronteira oeste os valores de evaporação são elevados, ultrapassando os 1.000 mm/ano. No litoral os volumes anuais não ultrapassam os 900 mm/ano. No norte do RS os volumes anuais são menores ainda, ficando abaixo dos 800 mm/ano. A região de maior evaporação é o entorno de Uruguaiana, cujo volume médio é superior a 1400 mm/ano na estação agrometeorológica.

6.1.10 Disponibilidade hídrica

O assunto recursos hídricos foi o primeiro tema discutido no âmbito da Câmara Técnica de Biodiversidade e Política Florestal (CTBio), sendo deliberado que na definição das diretrizes, seriam utilizadas as informações do Departamento de Recursos Hídricos (DRH) da SEMA, os resultados dos Estudos de Impacto Ambiental obtidos para as Bacias Hidrográficas Analisadas e os Planos de Bacia Hidrográfica, quando existentes.

Em função da disponibilidade e consistência, os dados do relatório anual do DRH (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL/SEMA/CRH-RS/DRH, 2007) foram utilizados como parâmetros na metodologia para determinar os limites de ocupação das bacias hidrográficas pela silvicultura, estando as informações principais apresentadas na revisão bibliográfica deste documento.

Conforme mencionado nos itens que abordaram o assunto clima e disponibilidade hídrica na revisão bibliográfica, as maiores preocupações estão associadas ao consumo consuntivo já estabelecido e as condições de disponibilidade no período do verão em algumas regiões do Estado.

Nas figuras 25 e 26 são apresentados os mapas dos balanços hídricos entre demanda e disponibilidade para a média anual e para o período do verão, constantes no relatório anual do DRH para o ano de 2006 (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL/SEMA/CRH-RS/DRH, 2007).

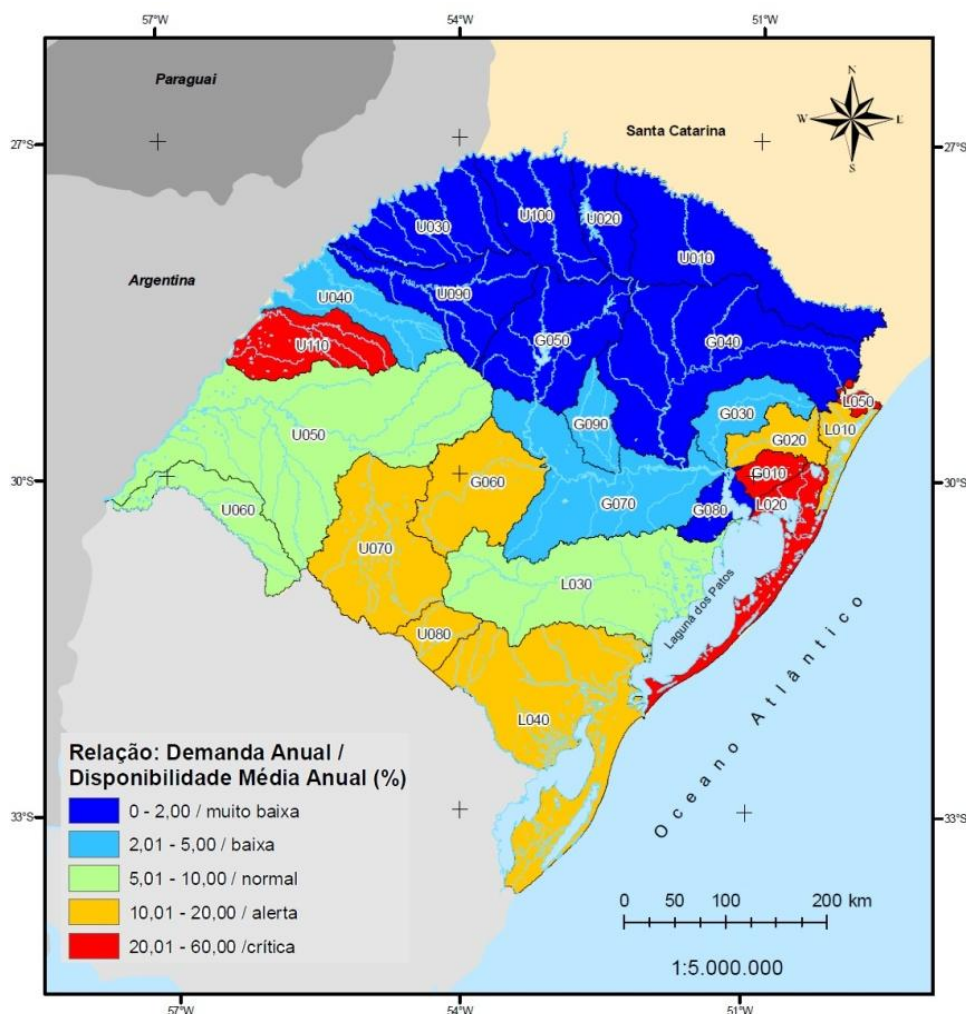


Figura 25 - Balanço hídrico - Demanda anual versus Disponibilidade média anual
Fonte: (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL/SEMA/CRH-RS/DRH, 2007)

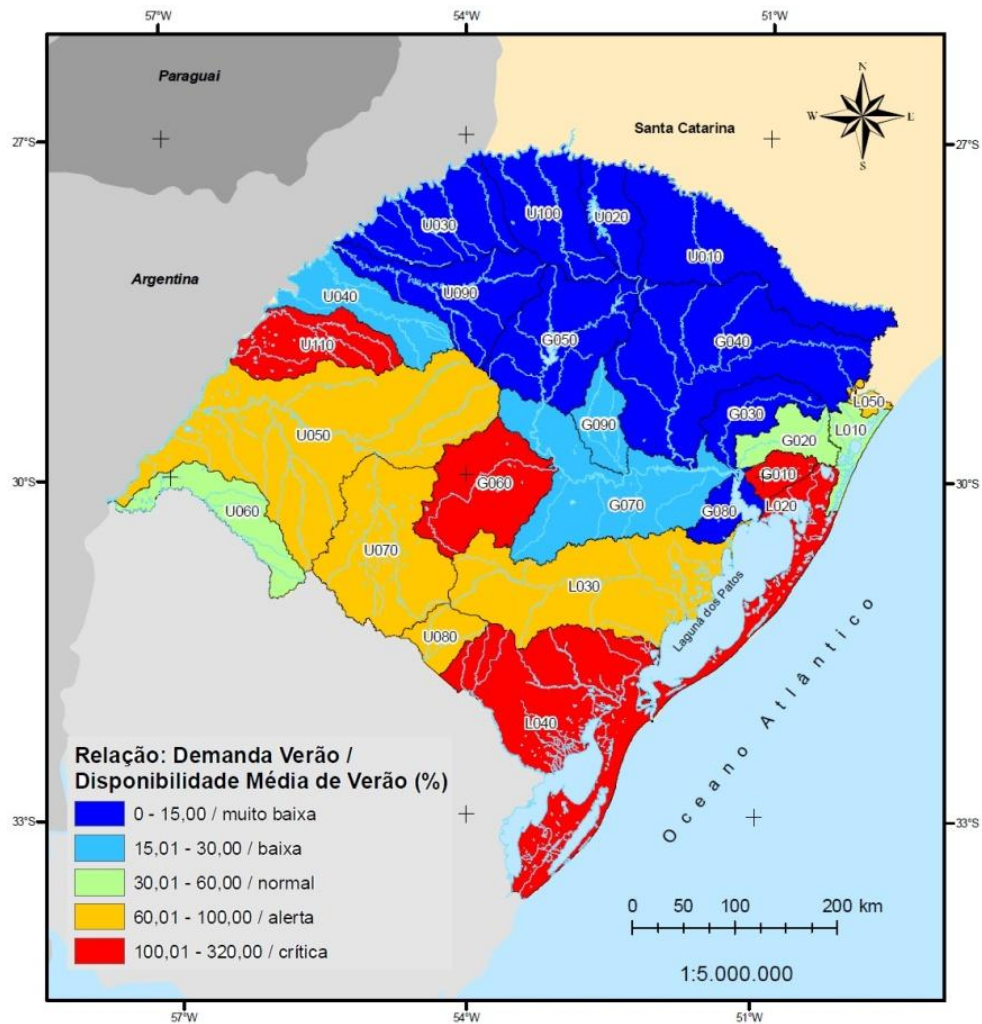


Figura 26 – Balanço Hídrico - Demanda de Verão versus Disponibilidade Média de Verão
Fonte: (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL/SEMA/CRH-RS/DRH, 2007)

6.1.11 Solos

O conhecimento dos solos do Rio Grande do Sul, mesmo em escalas pequenas, permite identificar regiões em que possa haver alguma restrição ambiental severa para a atividade silvicultural.

Em geral, do ponto de vista ambiental, as limitações de solo para os plantios florestais estão associadas ao relevo, à textura, à profundidade e ao nível do lençol freático.

Para fins do ZAS, foram utilizadas duas referências importantes em para se estabelecer prognósticos sobre possíveis impactos ambientais relativos ao solo: o

Mapa de Solos do Rio Grande do Sul, apresentado na figura 27, e o Mapa de Classificação dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul Quanto à Resistência a Impactos Ambientais, trabalho desenvolvido pela FEPAM/FAURGS/UFRGS em 2001, através da consultoria do Prof. Dr. Nestor Kämpf., (disponível em www.fepam.rs.gov.br).

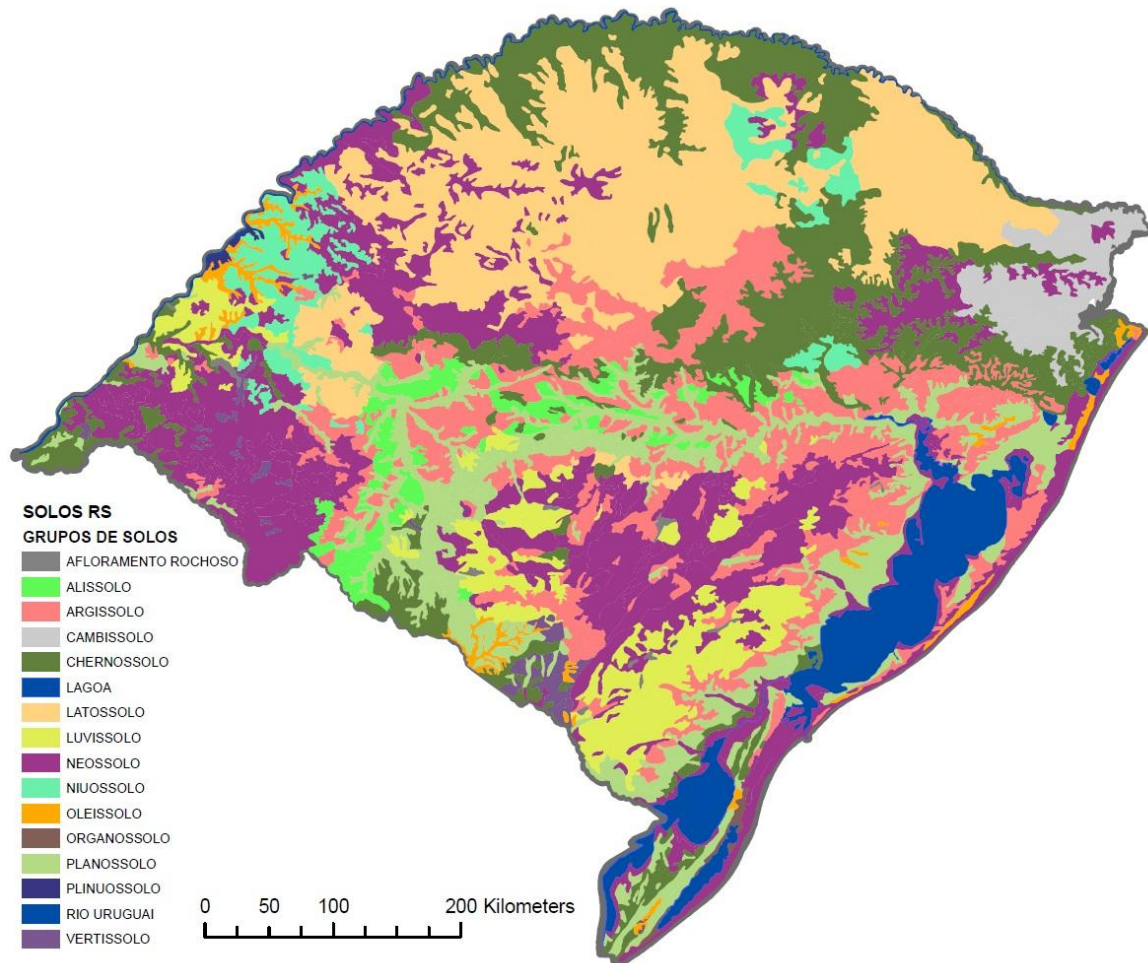


Figura 27 - Mapa dos grupos de solos do RS
Fonte: Adaptado do mapa de solos da GEOFEPAM

No trabalho de resistência dos solos a impactos ambientais, os solos foram classificados quanto à resistência a impactos ambientais genéricos, segundo os fatores de solo: profundidade, textura, presença de gradiente textural A/B, drenagem natural, presença de lençol freático, presença de lençol suspenso; e, fatores do terreno: risco de inundação, erodibilidade, relevo, declividade, aptidão agrícola.

Para a classificação de solos quanto a resistência a impactos ambientais, foram estabelecidos os limites para cada fator conforme apresentado na Tabela 9, na forma de classes de resistência Alta, Média, Baixa e Muito Baixa.

Tabela 9 - Referências para a classificação de solos quanto a resistência a impactos ambientais

| Fator do solo ou do terreno | Classes de resistência à impactos ambientais | | | |
|-----------------------------|--|-----------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| | Alta(A) | Média (B) | Baixa (C) | Muito baixa (D) |
| Profundidade | > 150 cm | 100 a 150 cm | 50 a 100 cm | < 50 cm |
| Textura | Argilosa (>35% argila) | Média (15 a 35% argila) | Arenosa (<15% argila) | Arenosa (<15% argila) |
| Gradiente textural | Sem ou pouco | Com | Abrupto | Com ou sem |
| Drenagem | Bem ou moderada | Forte ou acentuada | Imperfeita ou excessiva | Mal ou muito mal |
| Lençol freático | Ausente | Ausente ou eventualmente suspenso | Alto | Superficial |
| Lençol suspenso | Não | Não | Sim | Sim |
| Risco de inundação | Nulo | Nulo | Raro | Ocasional a freqüente |
| Erodibilidade | Ligeira a moderada | Moderada a forte | Forte | Forte a muito forte |
| Relevo | Plano, suave ondulado ou ondulado | ondulado | Forte ondulado | Forte ondulado ou montanhoso |
| Declividade | <3%, 3-8%, 8-20% | 8-20% | 20-45% | >45% |
| Aptidão agrícola | Boa | Boa a regular | Regular a restrita | Restrita |

Fonte: (FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler, 2001)

O resultado da classificação dos solos quanto à resistência a impactos ambientais genéricos é apresentado na figura 28.

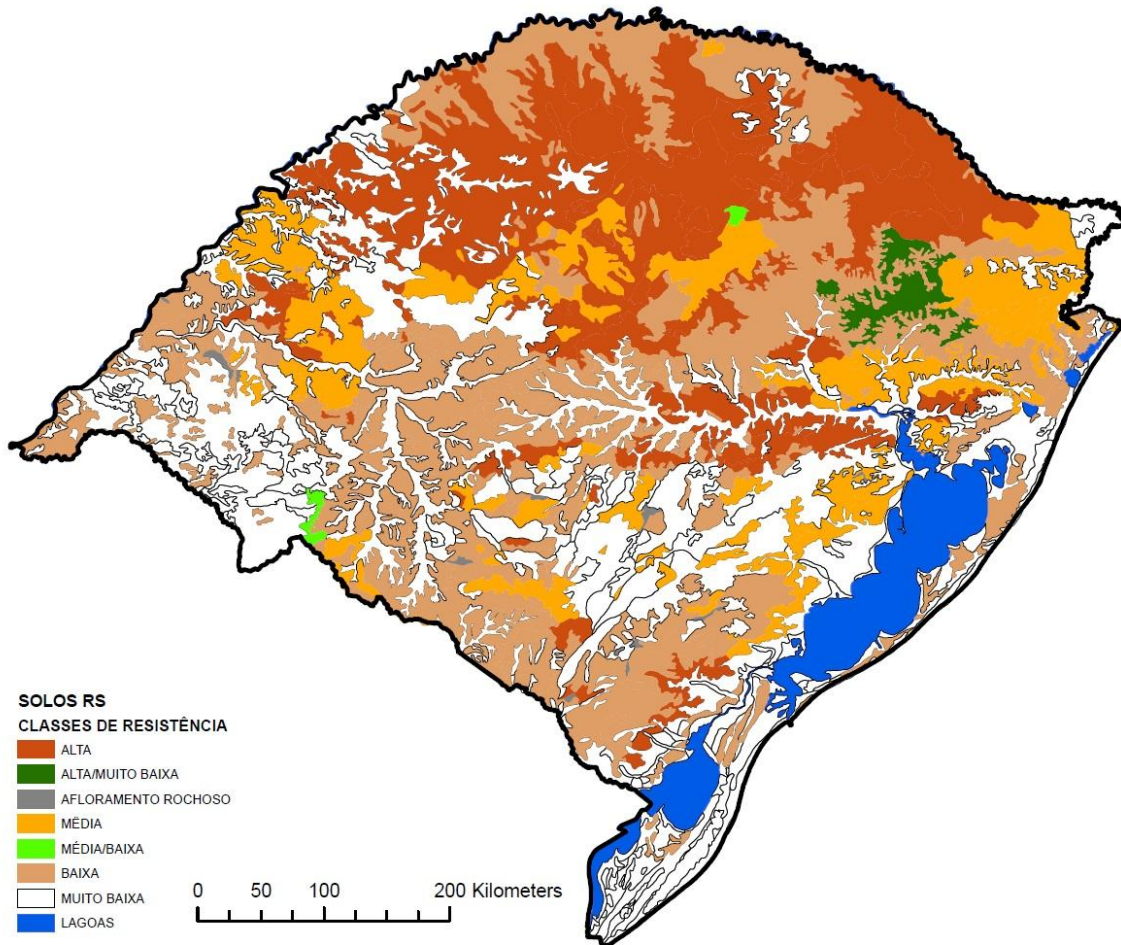


Figura 28 - Classificação dos solos quanto à resistência a impactos ambientais genéricos
Fonte: (FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler, 2001)

6.2 Unidades de Planejamento

A definição das unidades espaciais de planejamento e análise constituiu o primeiro passo no processo de elaboração do Zoneamento para a Atividade de Silvicultura no Estado do Rio Grande do Sul, tendo-se optado pela setorização do território estadual em unidades físicas e naturais homogêneas.

Para o ZAS foram integrados dois conceitos de unidades de planejamento: as Bacias Hidrográficas, representativas do meio físico, e as Unidades de Paisagem Natural, representativas do meio biótico.

A articulação das Bacias Hidrográficas, definidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos e das Unidades de Paisagem Natural, formou um novo referencial

espacial, sobre o qual foram estabelecidas as diretrizes de limite de ocupação do solo pela silvicultura, tamanho e distância entre maciços de plantações florestais e restrições ou condicionantes específicas em função das variáveis ambientais regionais.

6.2.1 Bacias hidrográficas

A bacia hidrográfica é a principal unidade de planejamento dos recursos naturais, sendo a água o agente unificador de integração ambiental em função de sua vital e estreita relação com os outros recursos naturais (meios físico, biótico e antrópico). Existe uma interrelação delicada entre o uso da terra, o solo e a água. O que quer que aconteça a um, afetar os outros. (LIMA, 2008)

As bacias hidrográficas constituem unidades físicas, com seus limites, perceptíveis em nível de campo, determinando sua dinâmica, estrutura e funcionamento das comunidades bióticas ao longo do sistema de drenagem (VANNOTE, R. L. et al., 1980).

O uso das bacias hidrográficas como unidade de planejamento ambiental e de gerenciamento de recursos hídricos está previsto no Código Estadual de Meio Ambiente do RS, Lei 11.520/2000, no seu "Art. 18 - O planejamento ambiental terá como unidades de referência as bacias hidrográficas..." e no "Art. 121 - inciso IV - a adoção da bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e intervenção, considerando o ciclo hidrológico na sua integridade".

Eventuais efeitos sobre os recursos hídricos decorrentes de aumentos expressivos da área de florestas plantadas poderão ser identificados em nível de bacia hidrográfica através da rede de monitoramento oficial do DRH conjuntamente com os dados provenientes dos monitoramentos obrigatórios exigidos nos processos de licenciamento ambiental (EIA-RIMA) dos projetos florestais de maior envergadura.

Enfatize-se que os níveis de comprometimento apontados nos relatórios periódicos emitidos pelo DRH refletem a demanda e o consumo de água estabelecido em cada bacia hidrográfica incluindo-se, naqueles valores, a água consumida pelas plantações florestais já existentes nas respectivas áreas de contribuição.

Para fins do ZAS, foram utilizadas as bacias hidrográficas definidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos – DRH. Os recursos hídricos foram escolhidos como

um dos parâmetros para estabelecimento dos limites de ocupação em função da disponibilidade de informações climáticas e meteorológicas (rede do INMET), disponibilidade de água, demanda e consumo (DRH), expressivos trabalhos científicos em referência ao tema, e possibilidade de monitoramento que esta opção oferece ao Estado, que já dispõe de ferramental em operação para este fim.

6.2.2 Unidades de Paisagem Natural - UPN

A versão preliminar do ZAS estabeleceu como unidade de planejamento ambiental as Unidades de Paisagem Natural – UPN, conceituadas como regiões naturais homogêneas representativas das diversas regiões do Estado, estabelecidas mediante critérios de setorização do território pelas suas características fisionômicas e paisagísticas originais.

As Unidades de Paisagem Natural foram definidas através do cruzamento de bases digitais de geomorfologia, vegetação potencial original, solo e altimetria, previamente simplificadas e na escala 1:250.000, tendo como ferramenta auxiliar o mosaico de imagens de satélite LANDSAT do Estado do Rio Grande do Sul. Os polígonos gerados por este cruzamento inicial foram então agrupados, divididos ou redefinidos conforme a avaliação de sua articulação com os demais temas analisados, resultando em unidades de paisagem com características próprias.

O mapa preliminar resultante destes cruzamentos foi submetido à especialistas em uma oficina especialmente organizada para discutir a definição de unidades de paisagem natural do Rio Grande do Sul. Consultas complementares a especialistas com amplo conhecimento sobre regiões específicas do Estado permitiram decidir sobre a situação de algumas UPN cuja definição não foi possível a partir das informações geradas na oficina.

Em articulação com as bacias hidrográficas, as UPN foram utilizadas para organizar uma base para a definição das diretrizes de uso para a atividade de silvicultura, respeitando as características ambientais regionais específicas, os objetivos de conservação e as condicionantes de manutenção da qualidade ambiental.

Foram definidas 45 Unidades de Paisagem Natural para o Rio Grande do Sul, com área variando entre 20.318,44 e 2.786.977,65 ha.

A nomenclatura das UPN foi definida conforme suas localizações no território gaúcho: PM - para Planalto Meridional; DP – para Depressão Central, PL - para Planície Costeira, PC – para Planalto da Campanha (PC) e OS para Planalto ou Escudo Sul-Riograndense.

O mapa com a localização das Unidades de Paisagem Natural é apresentado na figura 29.

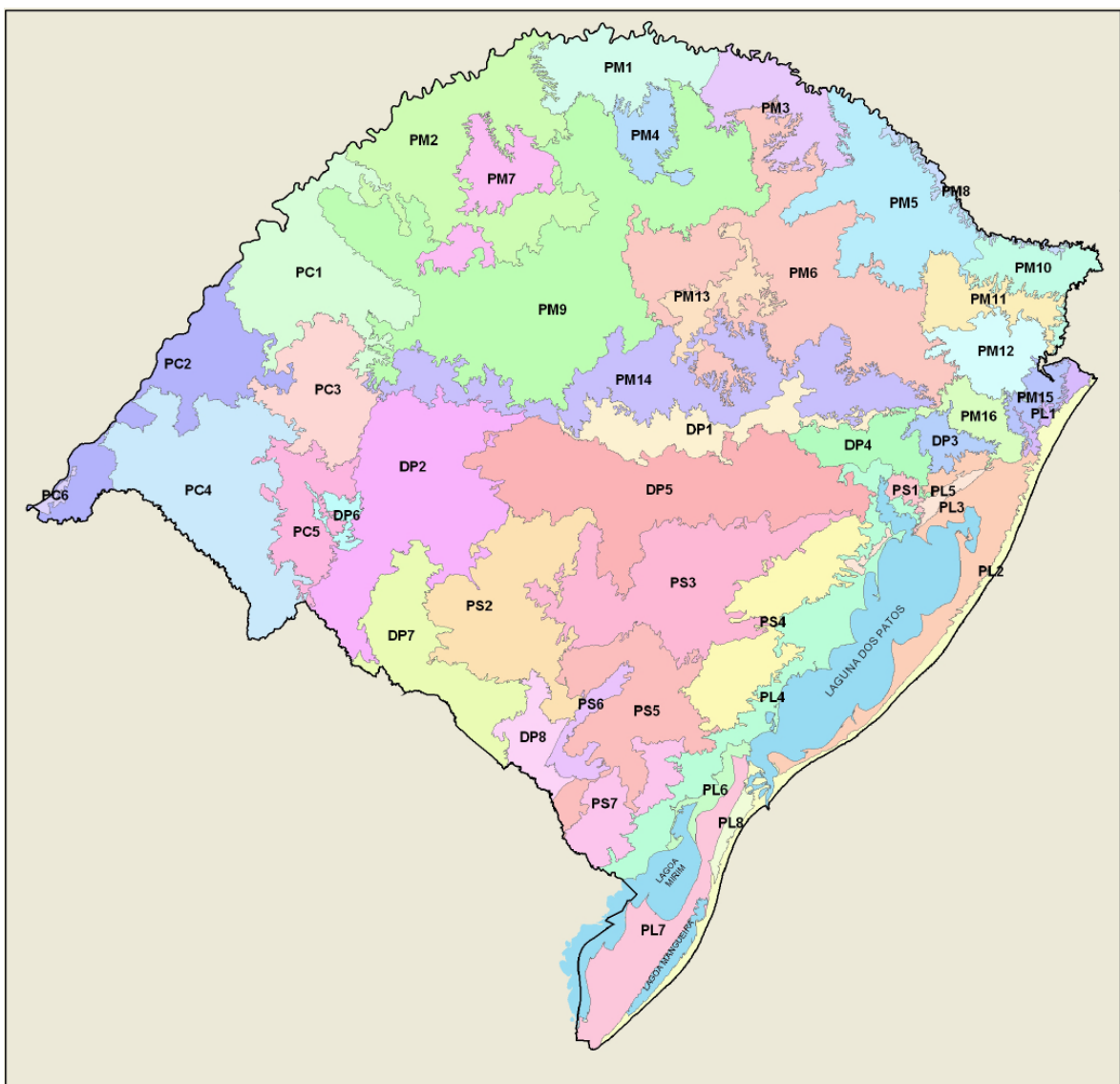


Figura 29 - Mapa de Unidades de Paisagem Natural do Rio Grande do Sul
Fonte: FEPAM e FZB, 2006

6.2.3 Articulação Bacias Hidrográficas x UPN

A sobreposição de duas unidades de planejamento ambiental diferentes, (as bacias hidrográficas e as unidades de paisagem natural) resultou num novo mosaico de subunidades. Para elas foram criadas metodologias visando estabelecer limites de ocupação, tamanho e distanciamento entre plantações, definir condicionantes específicas visando a manutenção da qualidade ambiental e a conservação da paisagem diante da expansão da atividade de silvicultura no Estado.



Figura 30 - Articulação das Bacias Hidrográficas e UPN

Como consequência da sobreposição das unidades de planejamento, algumas diretrizes poderão ser estabelecidas em nível de bacia hidrográfica, mas com condicionantes específicas para cada UPN localizada na mesma.

6.2.4 Critérios para definir limites de ocupação

Os recursos hídricos foram escolhidos como parâmetro inicial para estabelecimento dos limites de ocupação em função da sua correlação com alterações no uso do solo e da disponibilidade de: informações climáticas e meteorológicas (rede do INMET); informações sobre disponibilidade de água, demanda e consumo (DRH); abundância de trabalhos científicos publicados em referência ao tema; possibilidade de monitoramento que esta opção oferece ao Estado, que já dispõe de ferramental em operação para este fim. Posteriormente os resultados foram moderados pelo grau de antropização, adotando-se a premissa da necessidade de reduzir a ocupação em áreas com maior proporção de fragmentos de vegetação nativa preservados.

Os limites iniciais de ocupação das bacias hidrográficas pela silvicultura foram determinados considerando-se uma estimativa de alteração do nível atual de comprometimento dos recursos hídricos de cada bacia hidrográfica, e que são controlados pelo DRH e apresentados à sociedade periodicamente através de relatórios.

Para definição da metodologia foram pesquisadas evidências científicas dos efeitos decorrentes da alteração do uso do solo pela introdução de florestas plantadas, dados climatológicos e meteorológicos das bacias hidrográficas (INMET) e informações sobre consumo e demanda de recursos hídricos já estabelecidos e controlados pela rede de monitoramento do Departamento de Recursos Hídricos da SEMA.

Em linhas gerais os limites de ocupação iniciais foram estabelecidos através de procedimentos e cálculos que obedeceram aos seguintes passos:

- a) Obtenção dos balanços hídricos climatológicos padrões das normais climatológicas do período 1961-1990 para as estações meteorológicas de referência das regiões agroecológicas do Rio Grande do Sul, segundo o Macrozoneamento agroecológico e econômico do estado do Rio Grande do Sul (RS. SAA/EMBRAPA, 1994). Um resumo dos resultados é apresentado nas Tabelas 1, 2 e 3.
- b) Estimativa da evapotranspiração de plantações florestais para as condições de pluviosidade anual de cada uma das estações meteorológicas de referência, utilizando a equação 2 adaptada do modelo sugerido por (ZHANG, DAWES, & WALKER, 2001):

$$ET = \left(\frac{1 + 2 \frac{1410}{P}}{1 + 2 \frac{1410}{P} + \frac{P}{1410}} \right)$$

Equação 2

Onde:

ET = Evapotranspiração das plantações florestais na região agroecológica de referência da estação meteorológica (em mm/ano).

P = Precipitação média anual em mm com base nas normais climatológicas do período 1961-1990, constantes da Tabela 1. Um resumo dos resultados é apresentado na Tabela 7.

Após a estimativa da evapotranspiração para plantações florestais foi calculado um coeficiente de cultura (Kc) para cada uma das regiões agroecológicas do estado, pela razão entre a evapotranspiração das plantações florestais estimada no item b e a evapotranspiração padrão calculada no balanço hídrico pela metodologia da EMBRAPA-CNPQ apresentadas na Tabela 2.

Tabela 10 - Estimativa da evapotranspiração para para plantações florestais

| Estação Meteorológica | Bal. Hid. Padrão | | Estimativa (Zhang) | |
|-------------------------|------------------|-----|--------------------|------|
| | P | ETP | ETf | Kcf |
| Bagé | 1465 | 858 | 1081 | 1,26 |
| Bento Gonçalves | 1736 | 809 | 1182 | 1,46 |
| Bom Jesus | 1724 | 715 | 1178 | 1,65 |
| Caxias do Sul | 1915 | 771 | 1236 | 1,60 |
| Encruzilhada do Sul | 1541 | 815 | 1112 | 1,36 |
| Iraí | 1811 | 936 | 1206 | 1,29 |
| Passo Fundo | 1785 | 823 | 1197 | 1,45 |
| Pelotas | 1367 | 850 | 1038 | 1,22 |
| Porto Alegre | 1347 | 934 | 1029 | 1,10 |
| Santa Maria | 1686 | 900 | 1165 | 1,29 |
| Santa Vitória do Palmar | 1190 | 798 | 952 | 1,19 |
| São Luiz Gonzaga | 1972 | 964 | 1252 | 1,30 |
| Torres | 1385 | 885 | 1046 | 1,18 |

P = Precipitação média anual (mm)

ETP = Evapotranspiração Padrão (mm)

ETf = Evapotranspiração para plantio florestal (mm)

Kcf = coeficiente de cultura para florestas

Comparando-se as médias simples encontradas para a ETP – Evapotranspiração padrão e a ETf – Evapotranspiração para plantações florestais encontrou-se valores que podem ser considerados plausíveis para o Estado e suas diferentes regiões. Enquanto a evapotranspiração padrão

média (ETP) é estimada em 851 mm anuais (Tabela 2), a evapotranspiração média para as plantações florestais é estimada em 1127 mm anuais (Tabela 10). Tais médias estão dentro dos limites de valor indicados nos trabalhos citados na revisão bibliográfica realizada.

(ZHANG, DAWES, & WALKER, 2001) ressaltaram que o modelo ajustado tende a superestimar a evapotranspiração em áreas com pluviosidade superior a 1500 mm anuais, resultando então num K_c superestimado, como aqueles que foram estimados para Bento Gonçalves, Bom Jesus, Caxias do Sul e Passo Fundo. Mesmo com essa ressalva, as estimativas foram mantidas e utilizadas para os objetivos deste trabalho.

- c) Cálculo do balanço hídrico para plantações florestais para cada uma das estações climatológicas de referência, utilizando o K_c específico da região para ajuste da evapotranspiração padrão e estimativa do déficit ou excedente hídrico.

Para a elaboração do balanço hídrico foi empregada a mesma metodologia da EMBRAPA-CNPM, utilizando o programa "BHnorm" elaborado em planilha EXCEL por (ROLIM, SENTELHAS, & BARBIERI, 1998). Foi mantida a mesma capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm. Testes foram realizados alterando-se esse valor, mas, não resultaram em diferenças significativas no cálculo do excedente hídrico para plantações florestais. Por esse motivo os 100 mm foram mantidos.

Com os valores dos excedentes hídricos do balanço hídrico padrão e do balanço hídrico para plantações florestais, calcularam-se as vazões específicas médias de cada uma das estações meteorológicas de referência, conforme a equação 3.

$$Q_x = \frac{EXC_x \times 10000}{365 \times 24 \times 3600}$$

Equação 3

Onde:

Q_x = Vazão específica em l/s/ha.

EXC_x = Excedente hídrico anual em mm anuais.

x = cobertura vegetal padrão ou florestal.

Os resultados encontrados para as estimativas dos excedentes hídricos anuais e das vazões específicas são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Estimativa do excedente hídrico anual e da vazão específica para áreas com vegetação padrão e com plantações florestais no Rio Grande do Sul

| Estação Meteorológica | EXCp | Qa | EXCf | Qb | Qi (Qa-Qb) |
|-------------------------|------|--------|------|--------|------------|
| Bagé | 611 | 0,1937 | 427 | 0,1354 | 0,0583 |
| Bento Gonçalves | 927 | 0,2939 | 562 | 0,1782 | 0,1157 |
| Bom Jesus | 1009 | 0,3200 | 546 | 0,1731 | 0,1468 |
| Caxias do Sul | 1144 | 0,3628 | 683 | 0,2166 | 0,1462 |
| Encruzilhada do Sul | 727 | 0,2305 | 464 | 0,1471 | 0,0834 |
| Iraí | 875 | 0,2775 | 613 | 0,1944 | 0,0831 |
| Passo Fundo | 962 | 0,3050 | 596 | 0,1890 | 0,1161 |
| Pelotas | 519 | 0,1646 | 364 | 0,1154 | 0,0492 |
| Porto Alegre | 436 | 0,1383 | 373 | 0,1183 | 0,0200 |
| Santa Maria | 786 | 0,2492 | 544 | 0,1725 | 0,0767 |
| Santa Vitória do Palmar | 398 | 0,1262 | 280 | 0,0888 | 0,0374 |
| São Luiz Gonzaga | 1008 | 0,3196 | 725 | 0,2299 | 0,0897 |
| Torres | 500 | 0,1585 | 348 | 0,1104 | 0,0482 |

EXCp = Excedente hídrico para vegetação padrão (mm anuais)

Qa = Vazão específica em área com vegetação padrão (l/s/ha)

EXCf = Excedente hídrico para vegetação florestal (mm anuais)

Qb = Vazão específica para áreas com vegetação florestal (l/s/ha)

Qi = redução da vazão específica (l/s/ha)

d) As doze regiões agroecológicas foram reduzidas para dez, pois quando analisadas as reduções de vazão, que é o parâmetro que será utilizado nas projeções e simulações de ocupação das bacias hidrográficas, não foram observadas diferenças significativas entre os resultados das seguintes estações:

- As regiões de Planalto Superior, Serra e Encosta Inferior da Serra do Nordeste serão referenciadas com os dados da Estação Meteorológica de Bom Jesus.
- A região do Litoral foi dividida em 2, uma denominada Litoral Norte, com referência na Estação de Torres e outra Litoral Sul, com referência na Estação de Santa Vitória do Palmar.
- A região da Depressão Central será referenciada na Estação Meteorológica de Santa Maria, desconsiderando a de Porto Alegre, cujos resultados são menores e também porque há menor pressão por florestamento nessa região.

- As regiões Missioneira, São Borja e Itaqui foram agrupadas, referenciando-as na Estação Meteorológica de São Luiz Gonzaga.

A figura 31 apresenta a divisão em regiões de influência climática adotadas neste estudo com as respectivas estações meteorológicas de referência.

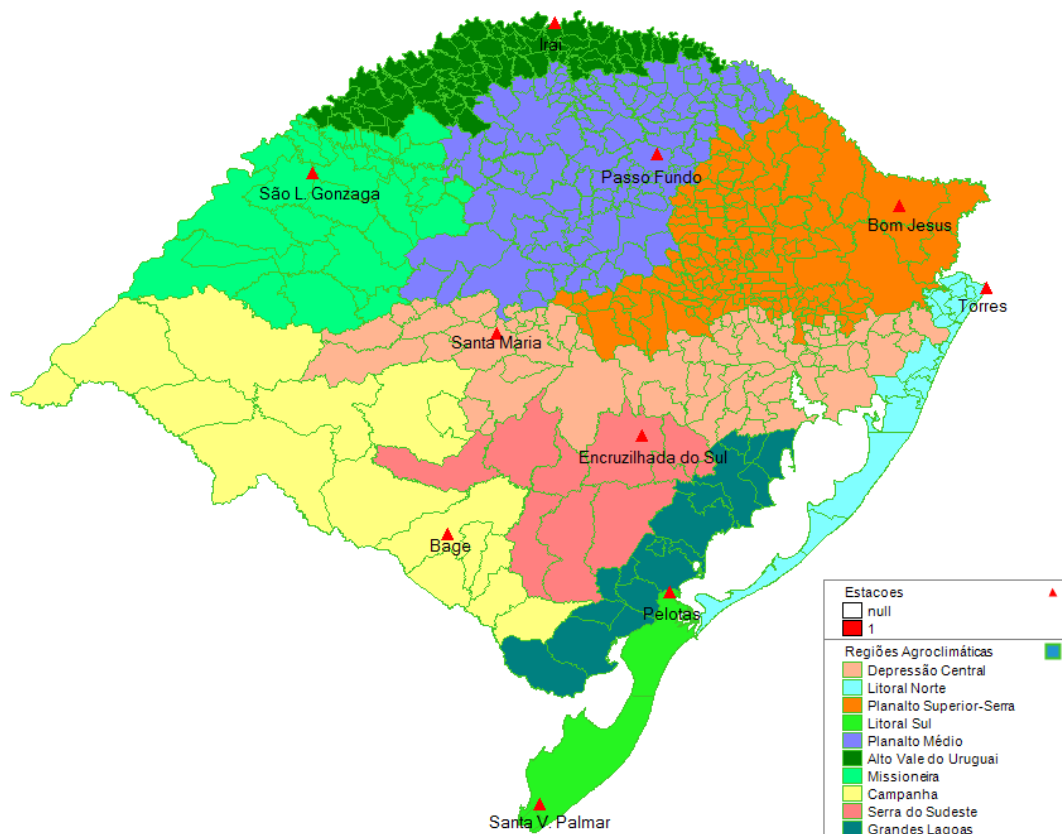


Figura 31 - Divisão do estado em regiões de influência climática

Fonte: Adaptado do. **Macrozoneamento agroecológico e econômico do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento / EMBRAPA-CNPT, 1994. 2 v

- e) Estimativa da redução da vazão específica média para cada bacia hidrográfica., ponderando-se a redução específica de cada região agroecológica (Q_i da Tabela 11) pela fração de área que a mesma ocupa em cada bacia hidrográfica.

Na figura 32 é apresentada a correlação entre os limites das bacias hidrográficas e a área correspondente da região agroecológica de referência.

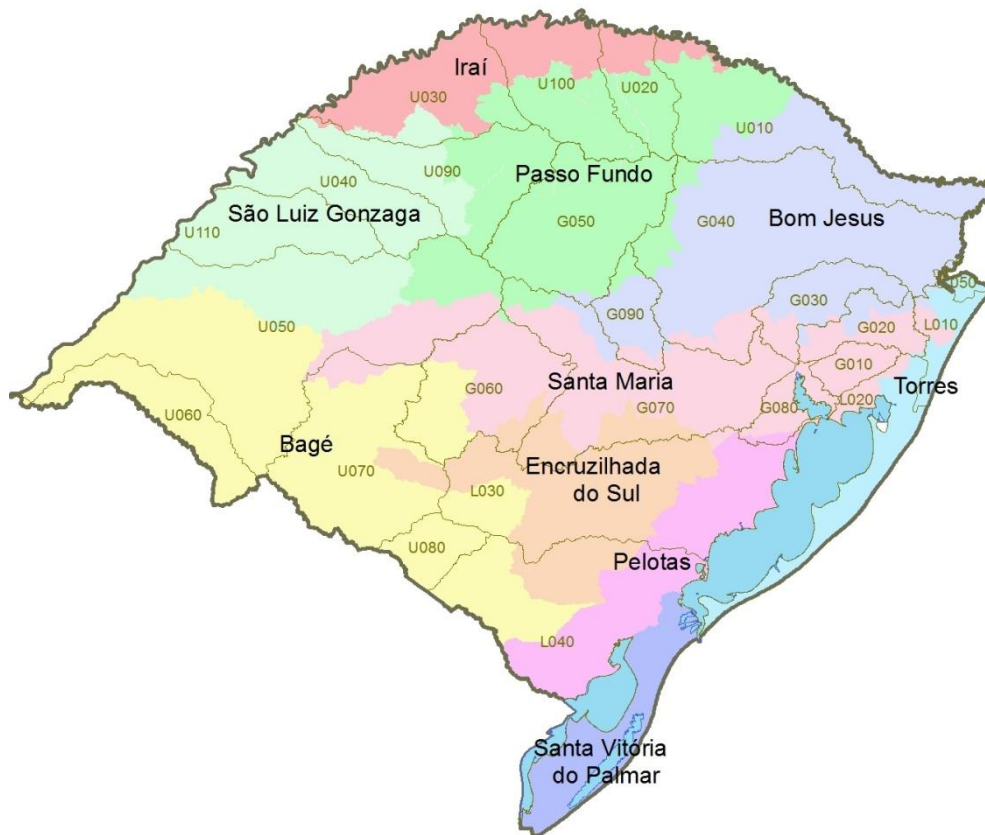


Figura 32 - Bacias hidrográficas e regiões de influência climática no RS (adaptadas)
Fonte: Fonte: SAA/RS, Adaptado por Ecocell, 2009)

A redução específica média de cada bacia hidrográfica representa a redução em litro/segundo para cada hectare de floresta plantada inserida na bacia hidrográfica e é apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 - Estimativa de redução da vazão específica média (em l/s/ha) para cada bacia hidrográfica devido a substituição vegetação padrão por plantações florestais

| Região Hidrográfica | Bacias Hidrográficas | | Área da Bacia (ha) | Estação de Referência | Área de influência (ha) | % | Red _{Estação} Qi(l/s/ha) | Redução _{bh} Qi(l/s/ha) |
|---------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Guaíba | G10 | Gravatá | 200.893 | Santa Maria | 200.893 | 100,0 | 0,0767 | 0,0767 |
| | G20 | Sinos | 368.004 | Bom Jesus | 122.196 | 33,2 | 0,1468 | 0,0997 |
| | | | | Santa Maria | 242.489 | 65,9 | 0,0767 | |
| | G30 | Caí | 495.774 | Torres | 3.319 | 0,9 | 0,0482 | 0,1313 |
| | | | | Bom Jesus | 386.138 | 77,9 | 0,1468 | |
| | G40 | Taquari-Antas | 2.632.376 | Santa Maria | 109.636 | 22,1 | 0,0767 | 0,1402 |
| | | | | Bom Jesus | 2.278.099 | 86,5 | 0,1468 | |
| | G50 | Alto-Jacuí | 1.303.720 | Passo Fundo | 188.590 | 7,2 | 0,1161 | 0,1165 |
| | | | | Santa Maria | 165.687 | 6,3 | 0,0767 | |
| | G60 | Vacacai-Vacacai Mirim | 1.108.577 | Bom Jesus | 20.049 | 1,5 | 0,1468 | 0,0716 |
| Passo Fundo | | | | 1.283.671 | 98,5 | 0,1161 | | |
| Bagé | | | | 358.344 | 32,3 | 0,0583 | | |
| G70 | Baixo Jacuí | 1.737.048 | Encruzilhada | 91.411 | 8,2 | 0,0834 | 0,0841 | |
| | | | Passo Fundo | 6.111 | 0,6 | 0,1161 | | |
| | | | Santa Maria | 652.711 | 58,9 | 0,0767 | | |
| | | | Bom Jesus | 96.094 | 5,5 | 0,1468 | | |
| G80 | Lago Guaíba | 254.991 | Encruzilhada | 328.358 | 18,9 | 0,0834 | 0,0734 | |
| | | | Passo Fundo | 99.654 | 5,7 | 0,1161 | | |
| G90 | Pardo | 363.124 | Pelotas | 25 | 0,0 | 0,0492 | 0,1334 | |
| | | | Santa Maria | 1.212.917 | 69,8 | 0,0767 | | |
| | | | Pelotas | 30.390 | 11,9 | 0,0492 | | |
| Uruguai | U10 | Apuatê-Inhandava | 1.451.051 | Santa Maria | 224.601 | 88,1 | 0,0767 | 0,1297 |
| | | | | Bom Jesus | 265.679 | 73,2 | 0,1468 | |
| | U20 | Passo Fundo | 484.725 | Passo Fundo | 49.734 | 13,7 | 0,1161 | 0,1049 |
| | | | | Santa Maria | 47.712 | 13,1 | 0,0767 | |
| | U30 | Turvo-Sta Rosa-Sto Cristo | 1.082.402 | Bom Jesus | 751.888 | 51,8 | 0,1468 | 0,0875 |
| | | | | Iraí | 99.559 | 6,9 | 0,0831 | |
| | U40 | Piratinim | 764.726 | Passo Fundo | 599.604 | 41,3 | 0,1161 | 0,0898 |
| | | | | Iraí | 164.454 | 33,9 | 0,0831 | |
| | U50 | Ibicuí | 3.504.138 | Passo Fundo | 320.271 | 66,1 | 0,1161 | 0,0759 |
| | | | | S. L. Gonzaga | 126.634 | 11,7 | 0,0897 | |
| | | | | S. L. Gonzaga | 2.441 | 0,3 | 0,1161 | |
| | U60 | Quaraí | 665.878 | S. L. Gonzaga | 762.285 | 99,7 | 0,0897 | 0,0583 |
| Bagé | | | | 1.623.493 | 46,3 | 0,0583 | | |
| U70 | Santa Maria | 1.566.592 | Passo Fundo | 338.370 | 9,7 | 0,1161 | 0,0617 | |
| | | | Santa Maria | 486.054 | 13,9 | 0,0767 | | |
| U80 | Negro | 300.525 | S. L. Gonzaga | 1.056.222 | 30,1 | 0,0897 | 0,0583 | |
| | | | Bagé | 665.878 | 100,0 | 0,0583 | | |
| U90 | Ijuí | 1.070.460 | Encruzilhada | 1.328.629 | 84,8 | 0,0583 | 0,1037 | |
| | | | Santa Maria | 123.250 | 7,9 | 0,0834 | | |
| U100 | Várzea | 950.842 | Santa Maria | 114.713 | 7,3 | 0,0767 | 0,1018 | |
| | | | Bagé | 300.525 | 100,0 | 0,0583 | | |
| U110 | Buté-Icamaquã | 802.576 | Iraí | 11.484 | 1,1 | 0,0831 | 0,0897 | |
| | | | Passo Fundo | 572.177 | 53,5 | 0,1161 | | |
| Litoral | L10 | Tramandaí | 274.573 | S. L. Gonzaga | 486.798 | 45,5 | 0,0897 | 0,0617 |
| | | | | Iraí | 411.262 | 43,3 | 0,0831 | |
| | L20 | Litoral médio | 647.210 | Passo Fundo | 539.580 | 56,7 | 0,1161 | 0,0529 |
| | | | | S. L. Gonzaga | 802.576 | 100,0 | 0,0897 | |
| | L30 | Camaquã | 2.151.758 | Bom Jesus | 19.613 | 7,1 | 0,1468 | 0,0704 |
| | | | | Santa Maria | 62.410 | 22,7 | 0,0767 | |
| | | | | Torres | 192.550 | 70,1 | 0,0482 | |
| | L40 | Mirim-São Gonçalo | 2.566.683 | Santa Maria | 106.319 | 16,4 | 0,0767 | 0,0526 |
| | | | | Torres | 540.891 | 83,6 | 0,0482 | |
| | L50 | Mampituba | 68.376 | Bagé | 244.949 | 11,4 | 0,0583 | 0,0723 |
| Encruzilhada | | | | 1.244.523 | 57,8 | 0,0834 | | |
| L50 | Mampituba | 68.376 | Pelotas | 631.326 | 29,3 | 0,0492 | 0,0723 | |
| | | | Santa Maria | 30.960 | 1,4 | 0,0767 | | |
| L50 | Mampituba | 68.376 | Bagé | 537.243 | 20,9 | 0,0583 | 0,0723 | |
| | | | Encruzilhada | 389.926 | 15,2 | 0,0834 | | |
| L50 | Mampituba | 68.376 | Pelotas | 826.549 | 32,2 | 0,0492 | 0,0723 | |
| | | | Sta. Vit. do Palmar | 812.965 | 31,7 | 0,0374 | | |
| L50 | Mampituba | 68.376 | Bom Jesus | 16.739 | 24,5 | 0,1468 | 0,0723 | |
| | | | Torres | 51.637 | 75,5 | 0,0482 | | |

No gráfico da figura 33 é apresentado um comparativo da redução específica média das bacias hidrográficas, conforme os resultados apresentados na Tabela 12, e a área de plantio efetivo de florestas para uma redução da vazão equivalente a 1 m³/s no curso hídrico.

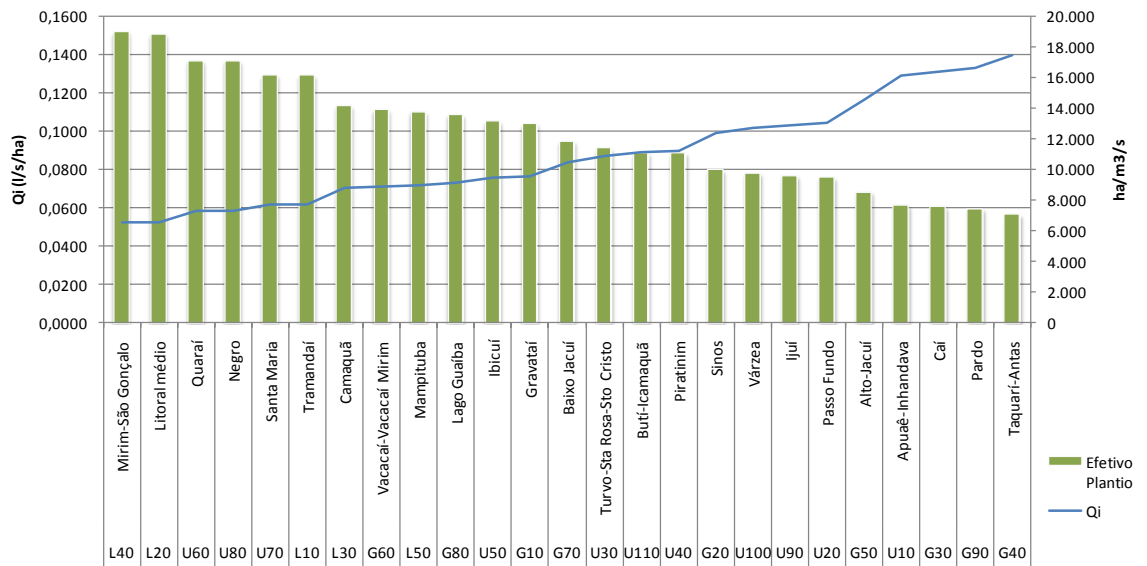


Figura 33 - Redução da vazão específica em função do plantio florestal e área de efetivo plantio para redução equivalente de 1 m³/s.

Enfatize-se que a redução da vazão específica representa o diferencial de vazão que ocorre pela substituição da vegetação padrão referenciada no balanço hídrico de (THORNTHWAITE & MATHER, 1955) por plantações florestais com espécies nativas ou exóticas.

Os efeitos de redução na vazão específica são apresentados de forma crescente no gráfico da Figura 9, estando posicionadas à esquerda as bacias hidrográficas onde o efeito do aumento da evapotranspiração é menor e à direita aquelas em que o efeito é maior.

A média encontrada para redução da vazão específica no Rio Grande do Sul foi de 0,0879 l/s/ha, equivalendo a 12.386 ha para reduzir a vazão em 1 m³/s.

- f) Foram definidos índices para limitar a ocupação das bacias hidrográficas em função do nível de comprometimento da disponibilidade informada no relatório do DRH, e apresentados na Tabela 5:

- Um conjunto de índices associados à relação disponibilidade média anual/demanda média anual que denominamos “Limite de Ocupação”.
- Um conjunto de índices associados à relação disponibilidade média de verão/demanda média de verão, que denominamos “Redutor de Ocupação”.

A adoção do índice “Limite de Ocupação” tem por objetivo estabelecer uma regra geral de ocupação em função da disponibilidade hídrica de cada bacia hidrográfica do estado, e do índice “Redutor de Ocupação”, uma regra para restringir os plantios naquelas bacias que já tem um comprometimento muito alto no período de verão.

Os “Limites de Ocupação” foram definidos considerando uma ocupação máxima de 30%, valor intermediário aos apresentados na proposta encaminhada pela Fundação Zoobotânica - à CTBio do CONSEMA.

Os “Redutores de Ocupação” foram definidos com base em simulações desenvolvidas para avaliar o impacto das plantações na elevação do comprometimento dos recursos hídricos.

Não foi adotado nenhum critério que impedisse totalmente o plantio de essências florestais, pois se entende que já existe uma demanda de madeira pela sociedade, sendo preciso produzi-la em todas as regiões do estado. Impedir ou proibir totalmente a produção irá aumentar o custo dos consumidores locais devido à necessidade de transporte da madeira oriunda de regiões mais distantes, aumentando então a pressão sobre os remanescentes de florestas nativas.

Na Tabela 13 são apresentados os índices que foram utilizados para estabelecer os limites de ocupação.

Tabela 13 - Índices utilizados para estabelecer o limite de ocupação das bacias hidrográficas pela silvicultura

| Nível de Comprometimento Vazão Anual (DRH) | Limite Ocupação | Nível de Comprometimento Vazão Verão (DRH) | Redutor Ocupação |
|--|-----------------|--|------------------|
| 10% | 30% | 25% | 40% |
| 20% | 24% | 50% | 45% |
| 30% | 18% | 75% | 50% |
| 40% | 12% | 100% | 55% |
| 100% | 6% | 400% | 60% |

Para exemplificar o procedimento serão utilizados dados da Bacia do Gravataí:

- Na Tabela 5 consta um nível de comprometimento da vazão média anual de 36,6% e um nível de comprometimento da vazão média de verão de 306,2%.
- Neste caso, o Limite de Ocupação admitido na Tabela 13 é de 12% da área da bacia. Como o comprometimento de verão é muito elevado, ou seja: 306,2%, aplica-se um Redutor de Ocupação de 60% no resultado:

$$\text{Área de Plantio} = 200.893 \text{ ha} \times 0,12 \times (1-0,60) = 9.643 \text{ ha.}$$

- g) Os valores de limite de ocupação calculados, por BH, foram distribuídos de forma ponderada, conforme o recorte das UPN abrangidas em cada Bacia Hidrográfica (BH). Os dados considerados nos cálculos são referentes à ocupação máxima por fração de UPN em cada BH, sendo resultado do somatório entre os valores propostos pela (FIERGS et. all, 2009) e os plantios existentes até 2006 (base de dados disponibilizada pela GEOFEPAM).
- h) Sobre os limites calculados por Bacia Hidrográfica, optou-se pela utilização do grau de antropização em cada UPN como referência para o estabelecimento de reduções no percentual de ocupação. A premissa adotada aqui foi a da necessidade de reduzir a ocupação em áreas com maior proporção de fragmentos de vegetação nativa preservados, com o entendimento de que naquelas UPN onde restam muito poucos fragmentos, é mais provável que a silvicultura se estabeleça em áreas já antropizadas,

ao invés de substituir vegetação mais preservada. Além disso, cabe destacar que o documento já aprovado do ZAS estabelece que áreas de vegetação natural não podem ser convertidas, sendo esta moderação indicadora da menor disponibilidade de áreas passíveis de licenciamentos nestas UPN mais conservadas.

- i) Foi estruturada uma redução adicional do percentual de ocupação, com base no grau de antropização de cada uma das UPN, levando em consideração o índice calculado a partir dos dados Levantamento de Remanescentes de Vegetação dos Campos Sulinos (MMA/PROBIO/UFRGS, 2007) e do Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica (MMA/PROBIO/UFRJ/EISB, 2007), ambos disponíveis no site do Ministério do Meio Ambiente; Para o cálculo das reduções percentuais os níveis de antropização foram agrupados em três níveis, conforme os intervalos a seguir:
 - i. Quando o nível de antropização for menor que 0,2 (UPN PM10, PM12, PL8, PM11, PS6, PM8, PL2, PC5, DP6, PS2) a redução no percentual máximo de ocupação é de 30% – valor utilizado na proposta apresentada por (FIERGS et. all, 2009);
 - ii. Para nível de antropização entre 0,21 e 0,30 (PM15, PS7, PL6, PS3, PM5) a redução no percentual máximo de ocupação será de 20%;
 - iii. Para nível de antropização entre 0,31 e 0,50 (PC4, PS5, PM13, PC1) a redução no percentual máximo de ocupação será de 10%; e
 - iv. Nos casos em que o grau de antropização é maior que 0,50, não se aplica esta moderação de limite de ocupação.

Os resultados obtidos após a consideração das condicionantes é apresentado na Tabela 14.

...continuação da Tabela 14

| Bacia Hidrográfica | | UPN | Área do Recorte BHyUPN (ha) | Ocupação antes de 2006 | Ocupação Adicional Proposta FIERGS | Ocupação máxima proposta FIERGS | Grau de Antropização | Ocupação aprovada | Área potencial aprovada para Silvicultura (ha) |
|--------------------|--------------------------------------|--------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------|--|
| Sigla | Nome | | | | | | | | |
| G020 | Sinos | DP3 | 81.434 | 0,0% | 13,2% | 13,2% | 85,0% | 13,2% | 10.749 |
| G020 | Sinos | DP4 | 74.470 | 0,0% | 13,2% | 13,2% | 86,0% | 13,2% | 9.830 |
| G020 | Sinos | PL4 | 13 | 0,0% | 13,2% | 13,2% | 83,0% | 13,2% | 2 |
| G020 | Sinos | PM12 | 8.426 | 15,8% | 13,2% | 29,0% | 5,0% | 20,3% | 1.710 |
| G020 | Sinos | PM15 | 8.181 | 0,0% | 13,2% | 13,2% | 24,0% | 10,6% | 864 |
| G020 | Sinos | PM16 | 186.414 | 1,2% | 13,2% | 14,4% | 52,0% | 14,4% | 26.815 |
| G020 | Sinos | PM6 | 9.772 | 0,6% | 13,2% | 13,8% | 65,0% | 13,8% | 1.345 |
| G020 | Sinos | Total | 368.710 | | | | | | 51.316 |
| G040 | Taquari-Antas | DP1 | 131.456 | 0,4% | 18,0% | 18,4% | 90,0% | 18,4% | 24.183 |
| G040 | Taquari-Antas | DP4 | 53.469 | 0,9% | 18,0% | 18,9% | 86,0% | 18,9% | 10.111 |
| G040 | Taquari-Antas | DP5 | 43.857 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 72,0% | 18,0% | 7.894 |
| G040 | Taquari-Antas | PM10 | 80.702 | 5,9% | 18,0% | 23,9% | 4,0% | 16,8% | 13.523 |
| G040 | Taquari-Antas | PM11 | 306.934 | 3,3% | 18,0% | 21,3% | 10,0% | 14,9% | 45.661 |
| G040 | Taquari-Antas | PM12 | 221.382 | 5,4% | 18,0% | 23,4% | 5,0% | 16,4% | 36.245 |
| G040 | Taquari-Antas | PM13 | 92.728 | 0,5% | 18,0% | 18,5% | 44,0% | 16,7% | 15.440 |
| G040 | Taquari-Antas | PM14 | 408.762 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 62,0% | 18,0% | 73.602 |
| G040 | Taquari-Antas | PM15 | 2.049 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 24,0% | 14,4% | 295 |
| G040 | Taquari-Antas | PM5 | 333.559 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 29,0% | 14,4% | 48.033 |
| G040 | Taquari-Antas | PM6 | 959.641 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 65,0% | 18,0% | 172.846 |
| G040 | Taquari-Antas | PM9 | 2.339 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 83,0% | 18,0% | 421 |
| G040 | Taquari-Antas | Total | 2.636.878 | | | | | | 448.255 |
| L010 | Tramandai | PL1 | 42.673 | 0,0% | 13,2% | 13,2% | 75,0% | 13,2% | 5.633 |
| L010 | Tramandai | PL2 | 89.670 | 0,0% | 13,2% | 13,2% | 15,0% | 9,2% | 8.285 |
| L010 | Tramandai | PL3 | 37.913 | 17,4% | 13,2% | 30,6% | 78,0% | 30,6% | 11.607 |
| L010 | Tramandai | PM12 | 8.508 | 0,0% | 13,2% | 13,2% | 5,0% | 9,2% | 786 |
| L010 | Tramandai | PM15 | 95.303 | 0,0% | 13,2% | 13,2% | 24,0% | 10,6% | 10.064 |
| L010 | Tramandai | PM16 | 1.069 | 0,0% | 13,2% | 13,2% | 52,0% | 13,2% | 141 |
| L010 | Tramandai | Total | 275.137 | | | | | | 36.517 |
| U030 | Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo | PC1 | 2.941 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 50,0% | 16,2% | 476 |
| U030 | Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo | PM1 | 41.651 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 90,0% | 18,0% | 7.497 |
| U030 | Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo | PM2 | 774.776 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 97,0% | 18,0% | 139.556 |
| U030 | Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo | PM7 | 210.337 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 93,0% | 18,0% | 37.861 |
| U030 | Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo | PM9 | 55.929 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 83,0% | 18,0% | 10.067 |
| U030 | Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo | Total | 1.085.635 | | | | | | 195.457 |
| G060 | Vacacai-Vacacai Mirim | DP1 | 35.514 | 0,0% | 9,6% | 9,6% | 90,0% | 9,6% | 3.409 |
| G060 | Vacacai-Vacacai Mirim | DP2 | 161.828 | 0,1% | 9,6% | 9,7% | 55,0% | 9,7% | 15.717 |
| G060 | Vacacai-Vacacai Mirim | DP5 | 588.962 | 0,2% | 9,6% | 9,8% | 72,0% | 9,8% | 57.526 |
| G060 | Vacacai-Vacacai Mirim | PM14 | 40.760 | 0,0% | 9,6% | 9,6% | 62,0% | 9,6% | 3.913 |
| G060 | Vacacai-Vacacai Mirim | PM9 | 8.155 | 0,0% | 9,6% | 9,6% | 83,0% | 9,6% | 783 |
| G060 | Vacacai-Vacacai Mirim | PS2 | 253.901 | 0,7% | 9,6% | 10,3% | 19,0% | 7,2% | 18.336 |
| G060 | Vacacai-Vacacai Mirim | PS3 | 23.617 | 0,0% | 9,6% | 9,6% | 28,0% | 7,7% | 1.814 |
| G060 | Vacacai-Vacacai Mirim | Total | 1.112.737 | | | | | | 101.498 |
| U100 | Varzea | PM1 | 402.116 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 90,0% | 18,0% | 72.381 |
| U100 | Varzea | PM2 | 7.420 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 97,0% | 18,0% | 1.336 |
| U100 | Varzea | PM4 | 219.724 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 93,0% | 18,0% | 39.550 |
| U100 | Varzea | PM9 | 322.935 | 0,0% | 18,0% | 18,0% | 83,0% | 18,0% | 58.128 |
| U100 | Varzea | Total | 952.195 | | | | | | 171.395 |
| TOTAL GERAL | | | 26.811.110 | 0,53% | | | | | 3.739.760 |

6.2.5 Critérios para definir o tamanho máximo de maciços florestais

A metodologia utilizada para definição do tamanho máximo de maciço de silvicultura para as 45 unidades de paisagem natural (UPN) em que o ZAS divide o território do Estado foi construída com base em uma seqüência estruturada de critérios, definições e moderações.

O fundamento desta metodologia é a utilização dos parâmetros intrínsecos da matriz de cada UPN, considerando seu uso e ocupação atual, como base para o estabelecimento de tamanhos de plantios que contemplem tanto as características e potencialidades naturais como os objetivos de conservação elencados para cada unidade.

Primeiramente procurou-se avaliar o cenário atual das UPN em relação aos diferentes padrões de organização espacial de seus constituintes, os elementos da paisagem que influenciam seu funcionamento, premissas essas fundamentadas na Ecologia de Paisagens, área de conhecimento em que coexistem duas abordagens: uma geográfica, que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território; e outra ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos (METZGER, 2001).

Segundo Metzger (2001), o “mosaico heterogêneo” formado na paisagem é essencialmente visto pelos olhos do homem, na abordagem geográfica, e pelo olhar das espécies e comunidades estudadas, na abordagem ecológica. O conjunto interativo da paisagem é composto por “ecossistemas” ou por unidades de “cobertura” ou de “uso e ocupação do território”, sendo que a escolha de uma das três formas de representar as unidades de paisagem é feita arbitrariamente pelo observador.

Para a avaliação do cenário atual das UPN, dentre as três maneiras de representação da paisagem utilizou-se a representação de uso e ocupação territorial. O diagnóstico da matriz da UPN é obtido com a utilização de técnicas de geoprocessamento, combinada com imagens de satélite de cada UPN, conforme definido pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA como um instrumental tecnológico fundamental para o conhecimento da realidade e definição de ações.

Para a definição dos tamanhos máximos de maciços em cada UPN, foi mantida a matriz de impactos ambientais elaborada na versão preliminar do ZAS, sendo desconsiderado o item de recursos hídricos e atualizada a base de dados com as informações dos EIA-RIMA disponíveis na FEPAM.

6.2.5.1 Elaboração da matriz de impactos ambientais

A matriz de vulnerabilidade ambiental indica o grau de fragilidade de cada unidade de paisagem natural (UPN) do Estado em relação aos diferentes temas

considerados, que correspondem aos principais impactos esperados a partir do desenvolvimento em larga escala da atividade de silvicultura.

Cada tema foi valorado através de um índice relativo com variação de 0 a 1, sendo 1 o valor correspondente à situação de maior criticidade ou vulnerabilidade. Desta forma, as UPN podem ser comparadas diretamente entre si e a distribuição dos valores relativos a cada índice individual permite identificar onde cada tema apresenta maior criticidade. O índice de vulnerabilidade, composto a partir do somatório ponderado dos demais índices e convertido para uma escala de 0 a 1, é um indicativo do potencial de conflito entre a atividade de silvicultura e os objetivos de conservação dos recursos naturais e da biodiversidade em cada UPN.

Valores elevados indicam vulnerabilidade em mais de um dos temas abordados (remanescentes de campos naturais, fauna e flora de interesse conservacionista e atrativos naturais de elevado valor turístico) e alta criticidade em pelo menos alguns aspectos ambientais, ao passo que valores próximos de zero indicam um baixo potencial de impacto da silvicultura sobre os alvos considerados, correspondendo a regiões onde a atividade pode ser desenvolvida sem que sejam esperadas repercussões significativas sobre o meio ambiente.

Como cada tema requer um tratamento próprio durante o processo de licenciamento ambiental, apresentando graus variáveis de reversibilidade e inspirando diferentes cuidados em termos de restrições, mitigações e compensações, o índice de vulnerabilidade serve principalmente como uma orientação geral sobre o potencial de impacto da silvicultura nas diferentes regiões do Estado, nada informando a respeito da natureza desses impactos e seu controle. Os valores atribuídos a cada UPN nos diferentes quesitos, por sua vez, permitem identificar quais temas são mais críticos em cada região, orientando a definição das restrições e normas específicas do zoneamento.

Os fatores de vulnerabilidade foram trabalhados excluindo a “floresta natural” pois considera-se que as áreas de floresta nativa não estão sujeitas à conversão em plantações florestais, não estando portanto sujeitas ao impacto da atividade de silvicultura.

Enfatize-se que os valores apurados para cada tema constituem a referência inicial para a avaliação da vulnerabilidade ambiental de cada UPN à atividade de silvicultura, devendo ser monitorados, atualizados e aperfeiçoados a partir da ampliação e melhoria da base de dados original, que se dará através do aporte de conhecimento fundamentado em pesquisas científicas; e que esta matriz orientou

mas não foi determinante para a classificação das UPN em alta, média e baixa restrição à atividade da silvicultura.

Na versão preliminar do ZAS o cálculo do índice de vulnerabilidade, para cada item por unidade de paisagem natural, seguiu a metodologia apresentada a seguir, .

6.2.5.1.1 Índice de fragilidade dos campos naturais

Este índice foi gerado considerando a análise da perda e fragmentação dos habitats abertos naturais do Estado, considerando-se as seguintes classes: Estepe Gramíneo-Lenhosa, Estepe Arborizada e Estepe-Parque.

O índice da perda de hábitat foi gerado pela razão entre a área de remanescentes naturais do mapa de remanescentes do Bioma Pampa, elaborado pela UFRGS em convênio com o Ministério do Meio Ambiente (MMA/PROBIO/UFRGS, 2007), e a área original destas formações, extraída do mapa de regiões fitogeográficas do Projeto Radam Brasil. Consideraram-se somente as classes de ambientes abertos, campos, vegetação pioneira e áreas de transição campo/floresta. Nas áreas de ambientes abertos que não foram mapeadas pelo projeto de remanescentes do bioma Pampa, foi utilizado o inverso do índice de ocupação antrópica, gerado a partir de dados para municípios, quantificando a área de agricultura e de silvicultura.

O índice de fragmentação de hábitat foi obtido através da análise do tamanho médio de fragmento do mapa de remanescentes do Bioma Pampa.

Em três UPN de campos do Planalto, as quais não estavam cobertas pela base dos remanescentes de campos naturais, a informação referente ao grau de fragmentação foi obtida através de extrapolação a partir da análise da correlação entre perda de hábitat e fragmentação de outras áreas abertas.

O índice, composto a partir dos dois índices acima, expressa o grau de conservação de ambientes naturais abertos, considerando a proporção desses ambientes que resta em relação à situação original e a relevância dos remanescentes para a conservação. Valores altos relacionam-se a regiões onde houve significativa conversão de habitats naturais abertos para uso antrópico, mas onde ainda há boas oportunidades para a conservação desses ambientes, conforme indicado pelo tamanho médio dos remanescentes campestres. Já valores

baixos indicam regiões altamente fragmentadas e que, portanto, oferecem poucas oportunidades para a conservação de ambientes abertos naturais, mas onde ainda resta uma proporção significativa dos campos originais.

O índice aponta como mais frágeis aos impactos da silvicultura tanto aquelas UPN que detêm um reduzido percentual de seus ambientes abertos originais, quanto aquelas onde esses ambientes ainda permanecem bem preservados em maciços vegetacionais de alto valor para a conservação, considerando essas duas condições, ou as várias situações intermediárias, como as mais restritivas à atividade.

6.2.5.1.2 Índice de vulnerabilidade da fauna

As espécies consideradas nessa análise, agrupadas e apresentadas na Tabela 7, em um total de 95, encontram-se listadas no Volume III.

Os pontos de ocorrência das espécies selecionadas da fauna foram espacializados em um Sistema de Informação Geográfica, o que permitiu o cruzamento dessas informações com as demais bases digitais utilizadas no zoneamento, sobretudo a de Unidades de Paisagem Natural.

Visando minimizar o efeito do esforço desigual de amostragem nas diferentes UPN, realizou-se uma análise de lacunas para identificar aquelas UPN onde as espécies de interesse não foram registradas até o momento, mas apresentam uma alta probabilidade de ocorrência. Para esta análise, levou-se em consideração a distribuição espacial dos registros confirmados de cada espécie, a distância desses registros em relação aos limites das UPN e os requerimentos de hábitat das espécies. Assumiu-se uma UPN como área de ocorrência potencial de uma dada espécie se: a) essa unidade apresenta hábitat adequado para a espécie; b) é cercada em pelo menos duas direções por unidades com registros confirmados da espécie, c) há pelo menos um registro confirmado da espécie próximo aos limites da unidade e d) há certa continuidade de habitats propícios à espécie a partir das unidades vizinhas.

O potencial que a atividade de silvicultura apresenta para afetar negativamente as espécies da fauna de interesse conservacionista foi avaliado para cada UPN com base na análise de quatro variáveis:

- Riqueza de espécies ameaçadas – corresponde ao total de espécies de interesse conservacionista com ocorrência confirmada ou potencial na UPN;
- Número de espécies exclusivas – corresponde ao número de espécies de interesse conservacionista restritas à UPN (espécies exclusivas) ou com ocorrência confirmada em, no máximo, mais uma UPN (espécies semi-exclusivas); as ocorrências potenciais foram desconsideradas;
- Número de espécies criticamente ameaçadas – corresponde ao total de espécies ameaçadas de extinção enquadradas na categoria Criticamente em Perigo que possuem ocorrência confirmada ou potencial na UPN;
- Diversidade taxonômica de espécies ameaçadas – corresponde ao número de grupos zoológicos, entre aqueles avaliados, que estão representados ou potencialmente representados por espécies de interesse conservacionista na UPN.

Uma vez que as variáveis acima envolvem valores de diferentes grandezas, os resultados foram convertidos em índices relativos dividindo-se todos os valores pelo maior valor obtido, resultando em uma escala com variação de 0 a 1 para cada variável, em que o maior valor corresponde à situação de maior criticidade. As ocorrências potenciais receberam peso correspondente à metade do valor atribuído às ocorrências confirmadas. De forma semelhante, as espécies semi-exclusivas contribuíram com metade do valor das espécies exclusivas para a valoração das UPN. O quadro 2 exemplifica a avaliação das UPN através das variáveis acima.

Os valores obtidos para cada índice foram somados para gerar um índice composto que expressa a criticidade da UPN em relação ao potencial de impacto sobre espécies da fauna de interesse conservacionista, com a seguinte distribuição de pesos, definida por consenso pelo grupo de trabalho:

$$\text{IFA} = 3A + 3B + 2C + D, \text{ onde:}$$

IFA = índice de criticidade para espécies da fauna potencialmente ameaçadas pela atividade;

A = índice de riqueza de espécies ameaçadas;

B = índice de espécies exclusivas;

C = índice de espécies criticamente ameaçadas;

D = índice de diversidade taxonômica de espécies ameaçadas.

Unidade de Paisagem Natural: DP7

Índice de riqueza de espécies ameaçadas

Número de espécies de ocorrência confirmada: 11

Número de espécies de ocorrência potencial: 4

Somatório ponderado de espécies ameaçadas: $11 + (4 \div 2) = 13$ (a)

Maior valor obtido para a, considerando todas as UPNs: 24,5 (b)

Índice corrigido de espécies ameaçadas: $a \div b = 13 \div 24,5 = 0,53$

Índice de espécies exclusivas

Número de espécies exclusivas (presentes em apenas 1 UPN): 1

Número de espécies semi-exclusivas (presentes em 2 UPNs): 1

Somatório ponderado de espécies exclusivas: 1,5 (c)

Maior valor obtido para c, considerando todas as UPNs: 4,5 (d)

Índice corrigido de espécies exclusivas: $c \div d = 1,5 \div 4,5 = 0,33$

Índice de espécies criticamente ameaçadas (CR)

Número de espécies CR com ocorrência confirmada: 1

Número de espécies CR com ocorrência pontencial: 0

Somatório ponderado de espécies CR: $1 + (0 \div 2) = 1$ (e)

Maior valor obtido para e, considerando todas as UPNs: 4 (f)

Índice corrigido de espécies CR: $e \div f = 1 \div 4 = 0,25$

Índice de diversidade taxonômica de espécies ameaçadas

Número de grupos zoológicos com ocorrência confirmada: 4

Número de grupos zoológicos com ocorrência potencial: 1

Somatório ponderado de grupos zoológicos: $4 + (1 \div 2) = 4,5$ (g)

Maior valor obtido para g, considerando todas as UPNs: 6 (h)

Índice corrigido de diversidade taxonômica: $g \div h = 4,5 \div 6 = 0,75$

No caso do exemplo apresentado no Quadro 2, o índice composto resultante é $(3 \times 0,53) + (3 \times 0,33) + (2 \times 0,25) + 0,75 = 3,83$. Os valores assim obtidos para as UPN foram novamente transformados para uma escala relativa com variação de 0 a 1, de modo a torná-los comparáveis com os resultados da avaliação dos demais temas abordados no zoneamento.

Por fim, uma última variável considerada correspondeu ao percentual das espécies de cada grupo taxonômico que estão representadas em cada UPN. Essa variável expressa a importância da UPN para a conservação de um determinado grupo zoológico e foi considerada apenas qualitativamente para a caracterização das UPN, não tendo sido incorporada ao índice composto descrito acima.

6.2.5.1.3 Objetivos de conservação específicos

Durante o processo de discussão e definição metodológica, foi observado que algumas UPN apresentavam características ambientais importantes que não haviam sido contempladas pelos critérios anteriormente aplicados.

Os índices de vulnerabilidade da flora e de atrativos turísticos foram tratados de acordo com sua relevância em relação aos objetivos específicos de conservação de cada UPN, tendo sido considerados com outros objetivos de conservação, compondo assim um novo índice, que é apresentado na Tabela 17.

6.2.5.2 Levantamento das classes de uso e quantificação da ocupação do solo de cada UPN

Para a análise da cobertura do solo e dos padrões de fragmentação da paisagem de cada UPN foram utilizadas as bases cartográficas do Levantamento de Remanescentes de Vegetação dos Campos Sulinos (MMA/PROBIO/UFRGS, 2007) e do Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica (MMA/PROBIO/UFRJ/EISB, 2007), ambos disponíveis no site do Ministério do Meio Ambiente: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/>.

Também foram utilizados os *shapes* dos limites das Unidades de Paisagem Natural (UPN) do Rio Grande do Sul, disponibilizados no *site* da FEPAM: http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp.

Com o mapeamento em meso-escala 1:250.000, ambos levantamentos adotaram cenas do satélite Landsat 7, sensor ETM+, com resolução espacial de 30m, com imagens tomadas entre 2001 e 2003, cobrindo a totalidade do território gaúcho. Por determinação do MMA no edital de licitação, os levantamentos utilizaram o Sistema Fisionômico-Ecológico de Classificação segundo o Manual Técnico de Vegetação do IBGE (FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA - IBGE, 1992).

Com os dados georreferenciados dos dois levantamentos, procedeu-se a quantificação das fitofisionomias de cada UPN, utilizando-se o Levantamento do Bioma Mata Atlântica para as UPN do Planalto Meridional (PM), e do Levantamento dos Campos Sulinos para as UPN da Depressão Central (DP),

Planície Costeira (PL), Planalto da Campanha (PC) e Planalto ou Escudo Sul-Riograndense (PS).

Para a quantificação das UPN PM2, PM7, PM9 e PM14, que constituem regiões de transição do Bioma Mata Atlântica e do Bioma Pampa pela divisão adotada pelo MMA, as bases cartográficas correspondentes de cada levantamento foram fundidas, constituindo uma base de dados única.

Para a quantificação das fitofisionomias foram utilizadas as classificações constantes dos campos "Principal" e "SG-Formacao" das tabelas de atributos do Levantamento de Remanescentes de Vegetação dos Campos Sulinos e do Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica, respectivamente.

Enfatize-se que os resultados apresentados constituem apenas compilações das interpretações das imagens desses levantamentos, cujos dados primários constam das tabelas de dados dos mesmos.

Na Tabela 15 é apresenta a legenda utilizada naqueles levantamentos e aplicada a este trabalho, baseada no (Manual Técnico da Vegetação Brasileira, 1992).

Tabela 15 – Legenda das classes de cobertura do solo utilizadas

| Código | Tipo de Vegetação |
|----------------|---|
| Acc | Agricultura culturas cíclicas |
| Afr | Afloramento rochoso |
| Ag | Agropecuária |
| agua | Água (ocorrência natural) |
| agua antrópico | Água (barramentos) |
| Ai | Áreas antropizadas indiscriminadas |
| Ap | Pecuária (pastagem) |
| Ca | Floresta estacional decidual aluvial |
| Cm | Floresta estacional decidual montana |
| Cs | Floresta estacional decidual submontana |
| Da | Floresta ombrófila densa aluvial |
| Db | Floresta ombrófila densa de terras baixas |
| Dm | Floresta ombrófila densa montana |
| Ds | Floresta ombrófila densa submontana |
| Dun | Dunas |
| Ea | Estepe arborizada |
| Eg | Estepe gramíneo-lenhosa |
| ENt | Ecótono Estepe/Floresta estacional |
| Fb | Floresta estacional semidecidual de terras baixas |
| Fm | Floresta estacional semidecidual montana |
| Fs | Floresta estacional semidecidual sub-montana |
| Im | Área degradada por mineração |
| Iu | Influência urbana |
| MI | Floresta ombrófila mista alto montana |
| Mm | Floresta ombrófila mista montana |
| Ms | Floresta ombrófila mista submontana |
| NC | Vegetação não classificada |
| Pa | Formação pioneira |
| Pm | Formação com influência marinha (restinga) |
| R | Reflorestamento |
| SNt | Escótono Savana/Floresta estacional |
| Ta | Savana estépica arborizada |
| Tg | Savana estépica gramíneo-lenhosa |
| Vsi | Vegetação secundária inicial |

Na Tabela 16 é apresentado um exemplo dos resultados obtidos, mostrando os dados da UPN DP1, onde constam as classes de uso, as respectivas áreas e o percentual da mesma na UPN. Também são apresentados o número de polígonos

(fragmentos) de cada classe e suas áreas mínima, máxima, média, desvio padrão, a distância mínima, média e máxima entre os polígonos de cada classe.

Tabela 16 - Classes de uso e ocupação do solo identificadas na UPN DP1

| Row Labels | Área (ha) | % | N Shapes | Shape Min (ha) | Shape Max (ha) | Shape Med (ha) | Shape Area (s) | Min Dist | Med Dist | Max Dist |
|----------------|-----------|--------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|
| DP1 | 476.104 | | 1.143 | 0 | 65.830 | 417 | 1.780 | 508 | 2.680 | 13.247 |
| Ag | 321.643 | 67,56% | 346 | 0 | 65.830 | 930 | 4.978 | 80 | 1.938 | 8.546 |
| Acc | 90.259 | 18,96% | 84 | 0 | 14.910 | 1.075 | 2.484 | 588 | 3.068 | 16.059 |
| Cs | 30.494 | 6,40% | 331 | 0 | 984 | 92 | 140 | 254 | 1.928 | 12.134 |
| Ca | 9.128 | 1,92% | 88 | 0 | 1.234 | 104 | 202 | 410 | 2.342 | 17.551 |
| Iu | 9.091 | 1,91% | 33 | 3 | 1.421 | 275 | 377 | 940 | 6.501 | 27.975 |
| R | 6.252 | 1,31% | 71 | 0 | 1.450 | 88 | 189 | 414 | 2.920 | 23.070 |
| agua | 3.427 | 0,72% | 5 | 14 | 3.285 | 685 | 1.300 | 2.440 | 24.574 | 57.010 |
| Cm | 2.657 | 0,56% | 42 | 0 | 297 | 63 | 72 | 312 | 2.077 | 6.351 |
| agua antropico | 1.876 | 0,39% | 114 | 0 | 134 | 16 | 22 | 342 | 2.281 | 13.124 |
| Fb | 594 | 0,12% | 18 | 1 | 163 | 33 | 42 | 2.344 | 3.712 | 6.505 |
| Pa | 360 | 0,08% | 4 | 14 | 258 | 90 | 99 | 50.736 | 53.114 | 55.492 |
| Eg | 324 | 0,07% | 7 | 4 | 128 | 46 | 44 | 2.016 | 17.076 | 46.620 |

Saliente-se que, na Tabela 16 os títulos que foram aplicados às colunas têm o seguinte significado:

- Row Labels: a primeira linha constitui um totalizador da UPN, e nas demais os acrônimos das classes de ocupação do solo;
- Área (ha): a área total, em hectares, de cada classe na UPN;
- %: a porcentagem de cada classe de uso em relação à área total da UPN (proporcionalidade);
- N Shapes: é a contagem do número total de polígonos de cada classe na UPN. Ressalte-se que em alguns casos, devido aos processos de interpretação das imagens utilizados nos levantamentos, esses polígonos podem ser contíguos;
- Shape Min (ha): correspondo à área em hectares, do menor polígono de cada classe encontrado naquela UPN;
- Shape Max (ha): corresponde à área em hectares, do maior polígono de cada classe encontrado naquela UPN;
- Shape Med (ha): corresponde ao tamanho médio em hectares, dos polígonos de cada classe na UPN;
- Shape Area (s): corresponde ao desvio padrão da área dos polígonos da classe, em hectares;

- Min Dist: é a distância mínima em metros (m) entre 2 polígonos vizinhos da mesma classe na UPN, sendo esta medida equivalente à distância em linha reta dos 2 centróides;
- Med Dist: é a distância média em metros, entre todos os polígonos da mesma classe na UPN, sendo esta medida equivalente à distância em linha reta dos seus centróides;
- Max Dist: corresponde à maior distância em metros, entre os 2 polígonos mais distantes da mesma classe na UPN, sendo esta medida equivalente à distância em linha reta dos seus centróides.

Na Tabela 17 é apresentado o saldo consolidado em termos de área total por classe de uso para todo o Estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 17- Resultado da compilação dos dados primários do Levantamento de Remanescentes de Vegetação dos Campos Sulinos (MMA/PROBIO/UFRGS, 2007) e do Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica (MMA/PROBIO/UFRJ/EISB, 2007)

| Código | Tipo de Vegetação | Área (ha) | % |
|----------------|---|------------|--------|
| Acc | Agricultura culturas cíclicas | 6.247.185 | 23,27% |
| Afr | Afloramento rochoso | 20.997 | 0,08% |
| Ag | Agropecuária | 8.832.937 | 32,90% |
| agua | Água (ocorrência natural) | 295.464 | 1,10% |
| agua antropico | Água (barramentos) | 204.789 | 0,76% |
| Ai | Áreas antropizadas indiscriminadas | 61 | 0,00% |
| Ap | Pecuária (pastagem) | 177.508 | 0,66% |
| Ca | Floresta estacional decidual aluvial | 49.014 | 0,18% |
| Cm | Floresta estacional decidual montana | 550.571 | 2,05% |
| Cs | Floresta estacional decidual submontana | 1.352.801 | 5,04% |
| Da | Floresta ombrófila densa aluvial | 5 | 0,00% |
| Db | Floresta ombrófila densa de terras baixas | 4.468 | 0,02% |
| Dm | Floresta ombrófila densa montana | 63.603 | 0,24% |
| Ds | Floresta ombrófila densa submontana | 34.745 | 0,13% |
| Dun | Dunas | 120.593 | 0,45% |
| Ea | Estepe arborizada | 1.702.318 | 6,34% |
| Eg | Estepe gramíneo-lenhosa | 464.739 | 1,73% |
| ENT | Ecótono Estepe/Floresta estacional | 13.828 | 0,05% |
| Fb | Floresta estacional semidecidual de terras baixas | 63.990 | 0,24% |
| Fm | Floresta estacional semidecidual montana | 48.752 | 0,18% |
| Fs | Floresta estacional semidecidual sub-montana | 208.763 | 0,78% |
| Im | Área degradada por mineração | 5.037 | 0,02% |
| Iu | Influência urbana | 220.312 | 0,82% |
| MI | Floresta ombrófila mista alto montana | 46.156 | 0,17% |
| Mm | Floresta ombrófila mista montana | 573.103 | 2,13% |
| Ms | Floresta ombrófila mista submontana | 5.100 | 0,02% |
| NC | Vegetação não classificada | 27 | 0,00% |
| Pa | Formação pioneira | 370.047 | 1,38% |
| Pm | Formação com influência marinha (restinga) | 159.851 | 0,60% |
| R | Reflorestamento | 414.200 | 1,54% |
| SNT | Escótono Savana/Floresta estacional | 56 | 0,00% |
| Ta | Savana estépica arborizada | 296.358 | 1,10% |
| Tg | Savana estépica gramíneo-lenhosa | 4.300.011 | 16,02% |
| Vsi | Vegetação secundária inicial | 302 | 0,00% |
| | | 26.847.693 | |

6.2.5.3 Identificação das classes formadoras da matriz da paisagem

A quantificação das classes descritas no passo anterior teve por objetivo identificar e quantificar as diferentes classes de uso do solo constatadas naqueles levantamentos, e qualificá-las através da determinação do nível de fragmentação (número de fragmentos e tamanho médio e máximo dos fragmentos de cada UPN).

Foram adotados os seguintes conceitos na quantificação das fitofisionomias (METZGER, 2001):

Fragmento: uma mancha originada por fragmentação, i.e. por sub-divisão, promovida pelo homem, de uma unidade que inicialmente apresentava-se sob forma contínua, como uma matriz.

Neste trabalho um fragmento representa um polígono de uma determinada fisionomia, interpretado e identificado na restituição das imagens de satélite pelas equipes da UFRGS e UFRJ que desenvolveram os trabalhos para o MMA.

Matriz: Unidade da paisagem que controla a dinâmica da paisagem. Em geral essa unidade pode ser reconhecida por recobrir a maior parte da paisagem, sendo a unidade dominante em termos de recobrimento espacial, ou por ter um maior grau de conexão de sua área.

Neste trabalho foi definida como "matriz" de cada UPN as classes de uso do solo de maior representatividade em termos de recobrimento espacial, que, conjuntamente, correspondessem a, pelo menos, 80% do território da UPN. Conforme ilustrado pela figura 34 para a UPN DP1, os usos Acc (agricultura cíclica) e Ag (Agropecuária) correspondem a 86,52% da superfície da UPN.

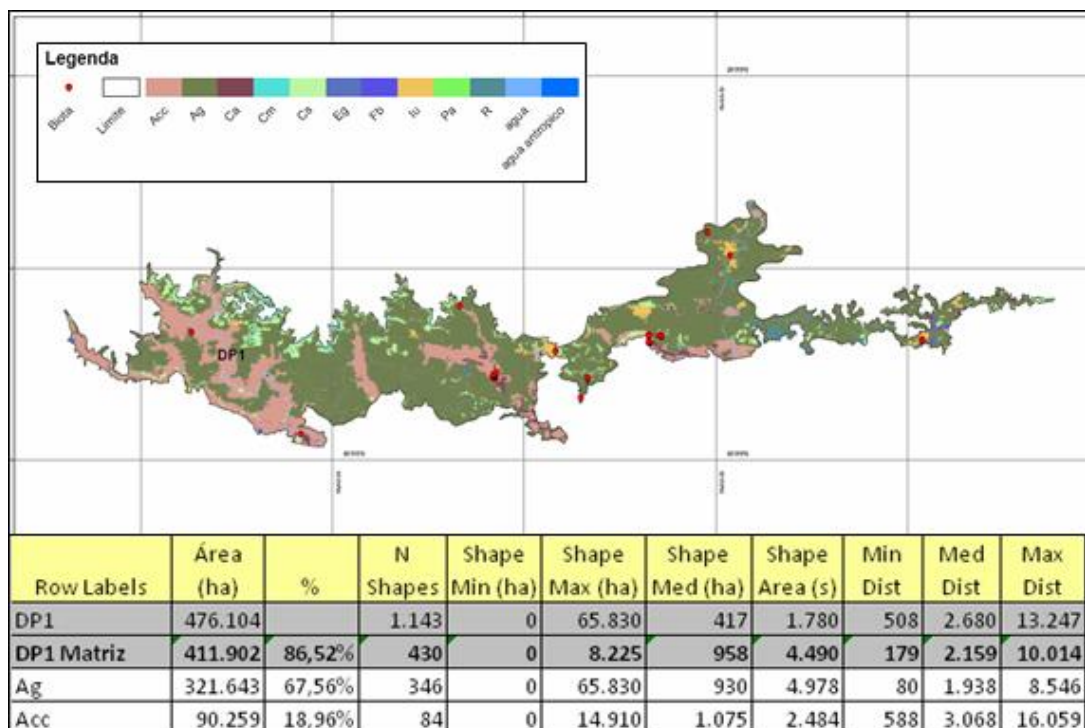


Figura 34 - Identificação e distribuição das classes de uso e ocupação do solo formadoras da matriz da paisagem na UPN DP1

6.2.5.4 Cálculo do tamanho médio dos polígonos da matriz

Uma vez identificados os usos do solo representativo da matriz de paisagem de cada UPN, foram quantificados por média ponderada em relação ao número de fragmentos as seguintes variáveis da matriz de paisagem: Shape Med (ha), Shape Area (s); Min Dist, Med Dist e Max Dist, variáveis cuja descrição consta do item "Levantamento das classes de uso e quantificação da ocupação do solo de cada UPN".

Identificadas as classes de uso que compõe a matriz de paisagem de cada UPN, para tais classes foi calculada a área média dos fragmentos com área igual ou superior ao 90º percentil das classes de vegetação correspondentes. A área média desses polígonos maiores da matriz foi adotada então como valor de referência para a determinação dos tamanhos máximos de maciços de cultivo em cada UPN.

O uso dos fragmentos com área maior ou igual ao 90º percentil de cada classe foi adotado porque suas áreas representam um recobrimento espacial médio de

80,2% da área das matrizes de paisagem das UPN. Como um dos objetivos deste trabalho é o de propor um limite de tamanho máximo para plantações, utilizou-se como referência inicial a área média dos maiores fragmentos de cada classe de vegetação da matriz de paisagem de cada UPN. Este critério foi adotado para que nenhum plantio florestal alcance dimensões superiores à média dos maiores fragmentos de uma determinada UPN.

Saliente-se que, nos dois levantamentos contratados pelo MMA/PROBIO, ocorrem situações em que polígonos contíguos de uma mesma classe de vegetação foram considerados fragmentos isolados. Tal ocorrência resulta numa subestimativa do tamanho médio dos fragmentos das classes em que ocorrem. Em tal circunstância, o tamanho referencial utilizado para estabelecer o limite máximo de maciço florestal também é subestimado.

6.2.5.5 Definição de tamanho máximo admitido

Os valores obtidos no passo 3 representam a área média das maiores unidades contínuas das classes de vegetação que compõe a matriz de paisagem de cada UPN, independente do tipo de cobertura vegetal existente, natural ou antropizada.

De acordo com discussões já realizadas sobre o tópico 'tamanho máximo', no âmbito da Câmara Técnica, adotou-se como critério que em todas UPN, independente do valor de referência calculado (tamanho médio dos maiores fragmentos da matriz) não seriam propostos maciços com área superior a 3.500 hectares. Portanto, estipulou-se "*ad hoc*" este valor como teto para a formação de maciços de plantações florestais.

6.2.5.5.1 Moderação de tamanho máximo de maciço com base no tamanho da UPN

A grande variação de tamanho das UPN, a maior com área de 2,8 milhões de hectares (PM9) e a menor com área de pouco mais de 22 mil hectares (PC6) é a base desta segunda moderação, calcada, portanto, no tamanho relativo de cada uma das 45 UPN.

O objetivo foi identificar as UPN cujas áreas, por sua pequena dimensão (relativamente às demais), são mais suscetíveis a potenciais impactos de maciços de silvicultura, especialmente considerando aqueles vinculados a efeitos sinérgicos, como os relacionados a recursos hídricos, por exemplo. Em outras palavras, evitar o estabelecimento de grandes maciços em unidades de paisagem de pequena extensão.

Foi calculado um índice de tamanho relativo, que foi obtido subtraindo-se o resultado da divisão da área de cada UPN pela área da maior UPN (PM9) de um (1).

Foi estipulado “ad hoc” que, para as UPN cujo índice resultou em valores superiores a 0,95, ou seja, as 5% menores em extensão, o tamanho máximo de maciço fica limitado a 100 hectares.

Como nesta etapa de moderação estão incluídas as quatro UPN que foram consideradas excludentes para silvicultura (DP6, PC6, PL6 e PL8), considerou-se adequado limitar para estas o tamanho máximo de plantios em 40 hectares.

Portanto, não serão admitidos maciços nestas UPN, mas mantém-se a possibilidade de pequenos plantios, que se enquadrem no porte mínimo quanto aos critérios de licenciamento ambiental da atividade. Tal condição foi adotada para possibilitar que as pequenas propriedades daquelas unidades possam produzir a madeira necessária para o seu consumo tanto nas construções, cercas e uso doméstico, como na formação de abrigos contra o vento e o calor para o gado.

6.2.5.5.2 Moderação de tamanho de maciço com base no índice de fragilidade da fauna

A biota, através da fragilidade da fauna, está sendo considerada nesta metodologia como um fator de restrição dos tamanhos de maciços. Esta moderação aplica-se em todas as UPN onde o índice relativo de vulnerabilidade da fauna resultou superior a 0,6 (Tabela 19).

Utilizou-se este valor (0,6) como critério para aplicar a moderação considerando-se uma estratificação dos valores em intervalos regulares onde valores inferiores a

este indicam categorias de baixa e média vulnerabilidade da fauna, e superiores, categorias de vulnerabilidade alta e crítica.

| Muito baixa | | Baixa | | - Média + | | Alta | | Crítica | |
|-------------|-----|-------|-----|-----------|-----|------|-----|---------|-----|
| 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |

Nas UPN onde se aplicou esta moderação, independente do valor de referência (em hectares) obtido com base no tamanho dos fragmentos da matriz, definiu-se que o valor máximo para tamanho de maciços será limitado a 2.000 hectares.

Cumpra esclarecer que o valor do índice relativo de fragilidade da fauna empregado nesta proposta metodológica foi obtido a partir da atualização da base de dados usada para o cálculo da vulnerabilidade da fauna no ZAS (FEPAM, 2007), disponibilizada em março/2008.

A análise do documento apresentado pela FZB em resposta aos questionamentos das entidades da CT permitiu concluir que o método empregado na determinação deste índice, incluindo a escolha e ponderação de parâmetros de diversidade, mostra-se adequado e coerente com o objetivo de conservação e sustentabilidade da fauna no contexto da silvicultura, tendo como base os princípios de valoração, ranqueamento ou priorização na soma de índices numéricos ponderados, já realizados em vários outros estudos sobre impactos ambientais e fauna ameaçada: (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 1997) (LA ROVERE, 2001), (FONTANA, BENCKE, & REIS, 2003), (COSTA, CHAVES, & OLIVEIRA, 2005).

Isto se justifica porque tal índice considera apenas aquelas espécies ameaçadas de extinção constantes no Livro Vermelho do RS, somadas a outras também importantes para conservação, que não constam nesse livro e que foram indicadas por especialistas em diferentes grupos faunísticos. Além disso, foi feita uma seleção das espécies que seriam potencialmente afetadas pela silvicultura, ou seja, foi feita uma 'filtragem' excluindo-se aquelas cujo hábitat não será afetado pela silvicultura (por exemplo, espécies estritamente florestais).

Em decorrência do exposto acima, decidiu-se agregar o volume de dados produzidos nos Estudos de Impacto Ambiental de acordo com termos de referência emitidos pela FEPAM e nos monitoramentos realizados pelo setor de silvicultura (VCP, 2006; Stora Enso, 2006; ARACRUZ, 2007a, 2007b, 2007c,

2007d; Tanagro, 2008; Terras Verdes, 2009)¹ àqueles utilizados pela FZB, para reavaliar os índices de vulnerabilidade de fauna, reajustando-se a ocorrência de espécies em algumas UPN, considerando-se as espécies já selecionadas no ZAS (vol. 3).

6.2.5.5.3 Moderação de tamanho de maciço com base no índice de fragilidade de campos naturais

Ainda no intuito de utilizar os valores ambientais de cada UPN como premissa para reduzir os tamanhos máximos de maciços onde tais valores seriam potencialmente afetados por este parâmetro, decidiu-se aplicar um moderador definido com base no índice relativo de fragilidade de campos naturais, que é apresentado na Tabela 19.

Neste caso, foram utilizados os mesmos valores apresentados no vol. 1 da versão preliminar do ZAS, onde foi denominado de “índice de perda e fragmentação de ecossistemas naturais”, seguindo metodologia definida pela FZB e cujos passos estão explicitados no quadro 1.

Remanescentes: Área atual total (em hectares) de remanescentes de ecossistemas naturais abertos, dado pela soma das áreas de todos os fragmentos identificados em cada UPN

Registros: Número de fragmentos de ecossistemas naturais abertos

Média: Tamanho médio dos fragmentos de ecossistemas naturais abertos

Área original: dos ecossistemas naturais abertos (em hectares), baseado no mapa de regiões fitoecológicas do Radam Brasil

Índice de perda de ecossistemas naturais abertos: obtido pela razão entre a área de remanescentes naturais e a área original dessas formações em cada UPN. O índice foi invertido para que os valores maiores correspondessem às situações mais críticas

¹ Os EIA's/RIMA's da Aracruz, VCP, Stora Enso e Tanagro já foram publicados e disponibilizados na biblioteca da FEPAM.

Segunda maior média: obtida na linha 746 (tamanho médio dos fragmentos). Esse valor foi utilizado como denominador para o índice de grau de fragmentação. O maior valor foi desconsiderado por representar um valor extremo

Índice de fragmentação dos ecossistemas naturais abertos: dado pela razão entre o tamanho médio dos fragmentos de cada UPN e o (segundo) maior tamanho médio registrado (linha Média maior). Valores elevados indicam maior relevância para a conservação, ao passo que valores menores indicam ecossistemas muito fragmentados e que oferecem poucas oportunidades para a conservação

Índice de perda e fragmentação de ecossistemas naturais abertos: obtido pela soma dos índices de perda de campos naturais (linha 750) e de fragmentação de campos naturais (linha 754), com valores relativizados em relação ao maior valor obtido, que passa a ser 1.

Quadro 1 – Critérios adotados para estimativa do índice de perda e fragmentação de ecossistemas naturais abertos (FZB)

Ainda que, tanto para a biota como para outras variáveis sujeitas a possíveis impactos da silvicultura existam salvaguardas previstas no ZAS através de exigências ou restrições associadas à escala do projeto de implantação (i.e., nível de propriedade, gleba, talhão, ponderou-se que, na escala de paisagem de cada UPN, é importante que o estado do elemento/recurso “campo” seja um balizador para limitar o tamanho máximo de maciços de silvicultura.

Do mesmo modo que definido na moderação aplicada para a fauna, em todas as UPN onde o índice de fragilidade de campos naturais resultou superior a 0,6, limitou-se o tamanho máximo de maciços a 2.000 hectares, mesmo que o tamanho médio dos fragmentos que determinam a matriz da UPN fosse maior.

6.2.5.5.4 Moderação de tamanho de maciço com base em objetivos de conservação específicos

Ao verificar os resultados obtidos após a moderação relativa à fragilidade de campos, observou-se que algumas UPN apresentavam características ambientais importantes que não haviam sido contempladas pelas moderações anteriormente aplicadas.

Assim, foi feita uma listagem de todos os objetivos de conservação definidos para as unidades de paisagem natural (versão preliminar do ZAS, vol.3), agrupando-os em temas, conforme detalhado no anexo 2. O objetivo desta etapa foi avaliar a

efetividade do conjunto de moderações definidas nesta proposta frente às particularidades de cada UPN.

Nesta análise, identificou-se um conjunto de objetivos de conservação que evocavam a necessidade de moderação adicional, admitindo-se que as moderações aplicáveis por valores de tamanho relativo e fragilidade de fauna e de campos das UPN não abrangem suas especificidades, quais sejam: matriz da paisagem, ecossistemas lagunares, dunas e faixas de praia, aspectos paisagísticos e culturais, interesse turístico, presença ou potencial para unidades de conservação e *habitats* de espécies ameaçadas e endêmicas e presença de terras indígenas. Os resultados da compilação dos objetivos específicos de conservação são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 - Objetivos de conservação sujeitos a moderação adicional agrupados por tema e UPN de ocorrência

| OBJETIVOS DE CONSERVAÇÃO | DP3 | DP4 | DP7 | PC2 | PC4 | PC5 | PL2 | PL3 | PL4 | PL7 | PM1 | PM3 | PM4 | PM5 | PM6 | PM7 | PM9 | PM10 | PM11 | PM12 | PM13 | PM14 | PM16 | PS2 | PS3 | PS4 | PS5 | PS7 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| MATRIZ DA PAISAGEM | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | |
| ECOSSISTEMAS LAGUNARES | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DUNAS E FAIXA DE PRAIA | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ASPCT PAISAG-CULTURAIS | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | |
| INTERESSE TURÍSTICO | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | | | 1 | | |
| UNIDADES DE CONSERVAÇÃO e Terras Indígenas | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | | | | | |
| UC POTENCIAIS | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HÁBITATS SPP. AMEAÇADAS/ENDÊMICA | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | | 1 |
| TOTAL | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |

Para as UPN em que foram encontrados objetivos de conservação específicos, foi estipulada uma redução percentual adicional no valor de tamanho resultante da aplicação de todas as moderações anteriores.

Utilizou-se um redutor de 20% para as UPN pertencentes às regiões DP, PC, PM e PS, e de 50% para as UPN da região PL, estas, em função de suas formas, tamanhos e fragilidades peculiares.

Nas situações em que o maciço seja formado não por um único projeto, mas por plantios próximos, de mesmo proprietário ou não, o limite de tamanho máximo será aplicado ao conjunto de propriedades contíguas.

No intervalo entre maciços serão permitidos plantios que não configurem maciços, respeitados os limites de ocupação por fração de UPN x BH;

Tabela 19 - Índices calculados para cada UPN e empregados nas moderações descritas nesta proposta, e presença de objetivo(s) de conservação específico(s) na UPN

| UPN | Área Total (ha) | Tamanho Relativo | Fragilidade da Fauna | Fragilidade de Campos Naturais | Objetivos de Conservação |
|------|-----------------|------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------|
| DP1 | 474.313,31 | 0,83 | 0,30 | 0,00 | 0 |
| DP2 | 1.385.424,33 | 0,50 | 0,81 | 0,65 | 0 |
| DP3 | 136.253,73 | 0,95 | 0,25 | 0,00 | 0 |
| DP4 | 300.642,22 | 0,89 | 0,57 | 0,75 | 1 |
| DP5 | 1.587.138,69 | 0,43 | 0,91 | 0,62 | 0 |
| DP6 | 72.640,92 | 0,97 | 0,10 | 0,40 | 0 |
| DP7 | 686.902,38 | 0,75 | 0,47 | 0,65 | 1 |
| DP8 | 221.323,04 | 0,92 | 0,38 | 0,65 | 0 |
| PC1 | 1.002.398,23 | 0,64 | 0,39 | 0,62 | 0 |
| PC2 | 41.163,63 | 0,74 | 0,52 | 0,73 | 1 |
| PC3 | 563.395,98 | 0,80 | 0,36 | 0,63 | 0 |
| PC4 | 1.306.250,94 | 0,53 | 0,37 | 1,00 | 2 |
| PC5 | 422.044,36 | 0,85 | 0,37 | 0,62 | 3 |
| PC6 | 22.563,04 | 0,99 | 0,15 | 0,65 | 0 |
| PL1 | 68.612,18 | 0,98 | 0,21 | 0,00 | 0 |
| PL2 | 342.041,18 | 0,88 | 0,62 | 0,60 | 3 |
| PL3 | 576.019,59 | 0,79 | 0,75 | 0,71 | 1 |
| PL4 | 721.252,82 | 0,74 | 1,00 | 0,71 | 5 |
| PL5 | 68.171,59 | 0,98 | 0,13 | 0,70 | 0 |
| PL6 | 95.659,44 | 0,97 | 0,39 | 0,57 | 0 |
| PL7 | 504.761,26 | 0,82 | 0,76 | 0,77 | 2 |
| PL8 | 56.557,15 | 0,98 | 0,20 | 0,78 | 0 |
| PM1 | 537.879,27 | 0,81 | 0,13 | 0,00 | 0 |
| PM10 | 300.960,97 | 0,89 | 0,52 | 0,50 | 2 |
| PM11 | 311.230,20 | 0,89 | 0,29 | 0,00 | 1 |
| PM12 | 342.248,35 | 0,88 | 0,87 | 0,51 | 3 |
| PM13 | 240.758,99 | 0,91 | 0,07 | 0,55 | 1 |
| PM14 | 1.322.204,41 | 0,53 | 0,44 | 0,00 | 2 |
| PM15 | 134.621,28 | 0,95 | 0,38 | 0,00 | 0 |
| PM16 | 200.300,68 | 0,93 | 0,21 | 0,00 | 2 |
| PM2 | 1.241.342,33 | 0,56 | 0,19 | 0,00 | 0 |
| PM3 | 466.267,70 | 0,83 | 0,06 | 0,00 | 0 |
| PM4 | 220.975,02 | 0,92 | 0,02 | 0,00 | 1 |
| PM5 | 889.826,24 | 0,68 | 0,67 | 0,55 | 2 |
| PM6 | 1.807.335,71 | 0,35 | 0,53 | 0,00 | 2 |
| PM7 | 406.927,75 | 0,85 | 0,02 | 0,66 | 1 |
| PM8 | 73.134,14 | 0,97 | 0,18 | 0,00 | 0 |
| PM9 | 2.798.323,96 | 0,00 | 0,31 | 0,77 | 2 |
| PS1 | 46.452,31 | 0,98 | 0,27 | 0,65 | 0 |
| PS2 | 967.389,05 | 0,65 | 0,48 | 0,66 | 1 |
| PS3 | 1.161.062,94 | 0,59 | 0,70 | 0,57 | 2 |
| PS4 | 682.334,68 | 0,76 | 0,23 | 0,54 | 2 |
| PS5 | 790.103,93 | 0,72 | 0,64 | 0,63 | 2 |
| PS6 | 141.842,90 | 0,95 | 0,35 | 0,61 | 0 |
| PS7 | 340.286,95 | 0,88 | 0,60 | 0,84 | 1 |

Para UPN com presença de terras indígenas, e que não estavam sujeitas à quinta moderação de tamanho (FIERGS et al. 2009), foi estipulado que este critério passa a fazer parte do rol de características que implicam na redução do tamanho resultante. Isto implicou, efetivamente, na inclusão das UPN PM1 e PM3 na moderação, reduzindo os tamanhos máximos admitidos de 2.499 para 1.999 ha, e de 1.775 para 1.420 ha, respectivamente (ver Figura 14).

As moderações para fins de cálculos dos tamanhos máximos de maciços florestais por UPN são apresentadas na Tabela 20.

Tabela 20 - Resumo das moderações aplicadas para cálculo do tamanho máximo dos maciços

| UPN | Área (ha) | Dados de Entrada | | | | | | Moderações | | | | | Resultado Tamanho máximo de maciço florestal |
|------|-----------|--|---------------------------|---------------------------------------|------------------------|----------------------|--------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|---|
| | | Área média dos polígonos (10% maiores) | Tamanho da UPN (relativo) | Índice fragilidade fauna (atualizado) | Índice campos naturais | Grau de antropização | Objetivos conservação paisagem | 1ª | 2ª | 3ª | 4ª | 5ª | |
| DP1 | 474.313 | 7.936 | 0,83 | 0,30 | 0,00 | 0,90 | 0 | 3.500 | 3.500 | 3.500 | 3.500 | 3.500 | 3.500 |
| DP2 | 1.385.424 | 2.196 | 0,50 | 0,81 | 0,65 | 0,55 | 0 | 2.196 | 2.196 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| DP3 | 136.254 | 3.212 | 0,95 | 0,25 | 0,00 | 0,85 | 0 | 3.212 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| DP4 | 300.642 | 3.016 | 0,89 | 0,57 | 0,75 | 0,86 | 1 | 3.016 | 3.016 | 2.000 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| DP5 | 1.587.139 | 2.262 | 0,43 | 0,91 | 0,62 | 0,72 | 0 | 2.262 | 2.262 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| DP6 | 72.641 | 3.490 | 0,97 | 0,10 | 0,40 | 0,19 | 0 | 3.490 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| DP7 | 686.902 | 3.278 | 0,75 | 0,47 | 0,65 | 0,65 | 1 | 3.278 | 3.278 | 3.278 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| DP8 | 221.323 | 3.022 | 0,92 | 0,38 | 0,65 | 0,76 | 0 | 3.022 | 3.022 | 3.022 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| PC1 | 1.002.398 | 2.872 | 0,64 | 0,39 | 0,62 | 0,50 | 0 | 2.872 | 2.872 | 2.872 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| PC2 | 741.164 | 3.613 | 0,74 | 0,52 | 0,73 | 0,83 | 1 | 3.613 | 3.613 | 2.000 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PC3 | 563.396 | 2.609 | 0,80 | 0,36 | 0,63 | 0,56 | 0 | 2.609 | 2.609 | 2.609 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| PC4 | 1.306.251 | 6.421 | 0,53 | 0,37 | 1,00 | 0,36 | 2 | 3.500 | 3.500 | 3.500 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PC5 | 422.044 | 5.500 | 0,85 | 0,37 | 0,62 | 0,17 | 3 | 3.500 | 3.500 | 3.500 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PC6 | 22.563 | 1.756 | 0,99 | 0,15 | 0,65 | 0,82 | 0 | 1.756 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| PL1 | 68.612 | 2.407 | 0,98 | 0,21 | 0,00 | 0,75 | 0 | 2.407 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| PL2 | 342.041 | 4.126 | 0,88 | 0,62 | 0,60 | 0,15 | 3 | 4.126 | 4.126 | 2.000 | 2.000 | 1.000 | 1.000 |
| PL3 | 576.020 | 3.926 | 0,79 | 0,75 | 0,71 | 0,78 | 1 | 3.926 | 3.926 | 2.000 | 2.000 | 1.000 | 1.000 |
| PL4 | 721.253 | 4.412 | 0,74 | 1,00 | 0,71 | 0,83 | 5 | 4.412 | 4.412 | 2.000 | 2.000 | 1.000 | 1.000 |
| PL5 | 68.172 | 1.013 | 0,98 | 0,13 | 0,70 | 0,82 | 0 | 1.013 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| PL6 | 95.659 | 5.753 | 0,97 | 0,39 | 0,57 | 0,28 | 0 | 3.500 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| PL7 | 504.761 | 18.532 | 0,82 | 0,76 | 0,77 | 0,75 | 2 | 3.500 | 3.500 | 2.000 | 2.000 | 1.000 | 1.000 |
| PL8 | 56.557 | 25.748 | 0,98 | 0,20 | 0,78 | 0,06 | 0 | 3.500 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| PM1 | 537.879 | 2.499 | 0,81 | 0,13 | 0,00 | 0,90 | 1 | 2.499 | 2.499 | 2.499 | 2.499 | 1.999 | 1.999 |
| PM10 | 300.961 | 3.130 | 0,89 | 0,52 | 0,50 | 0,04 | 2 | 3.130 | 3.130 | 2.000 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PM11 | 311.230 | 2.939 | 0,89 | 0,29 | 0,00 | 0,10 | 1 | 2.939 | 2.939 | 2.939 | 2.939 | 2.351 | 2.351 |
| PM12 | 342.248 | 26.386 | 0,88 | 0,87 | 0,51 | 0,05 | 3 | 3.500 | 3.500 | 2.000 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PM13 | 240.759 | 3.047 | 0,91 | 0,07 | 0,55 | 0,44 | 1 | 3.047 | 3.047 | 3.047 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PM14 | 1.322.204 | 2.064 | 0,53 | 0,44 | 0,00 | 0,62 | 2 | 2.064 | 2.064 | 2.064 | 2.064 | 1.651 | 1.651 |
| PM15 | 134.621 | 1.998 | 0,95 | 0,38 | 0,00 | 0,24 | 0 | 1.998 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| PM16 | 200.301 | 3.465 | 0,93 | 0,21 | 0,00 | 0,52 | 2 | 3.465 | 3.465 | 3.465 | 3.465 | 2.772 | 2.772 |
| PM2 | 1.241.342 | 12.574 | 0,56 | 0,19 | 0,00 | 0,97 | 0 | 3.500 | 3.500 | 3.500 | 3.500 | 3.500 | 3.500 |
| PM3 | 466.268 | 1.775 | 0,83 | 0,06 | 0,00 | 0,93 | 1 | 1.775 | 1.775 | 1.775 | 1.775 | 1.420 | 1.420 |
| PM4 | 220.975 | 4.311 | 0,92 | 0,02 | 0,00 | 0,93 | 1 | 4.311 | 4.311 | 4.311 | 4.311 | 3.449 | 3.449 |
| PM5 | 889.826 | 2.022 | 0,68 | 0,67 | 0,55 | 0,29 | 2 | 2.022 | 2.022 | 2.000 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PM6 | 1.807.336 | 1.969 | 0,35 | 0,53 | 0,00 | 0,65 | 2 | 1.969 | 1.969 | 1.969 | 1.969 | 1.575 | 1.575 |
| PM7 | 406.928 | 3.182 | 0,85 | 0,02 | 0,66 | 0,93 | 1 | 3.182 | 3.182 | 3.182 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PM8 | 73.134 | 1.981 | 0,97 | 0,18 | 0,00 | 0,12 | 0 | 1.981 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| PM9 | 2.798.324 | 4.141 | 0,00 | 0,31 | 0,77 | 0,83 | 2 | 4.141 | 4.141 | 4.141 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PS1 | 46.452 | 1.356 | 0,98 | 0,27 | 0,65 | 0,74 | 0 | 1.356 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| PS2 | 967.389 | 7.000 | 0,65 | 0,48 | 0,66 | 0,19 | 1 | 3.500 | 3.500 | 3.500 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PS3 | 1.161.063 | 2.374 | 0,59 | 0,70 | 0,57 | 0,28 | 2 | 2.374 | 2.374 | 2.000 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PS4 | 682.335 | 2.588 | 0,76 | 0,23 | 0,54 | 0,81 | 2 | 2.588 | 2.588 | 2.588 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PS5 | 790.104 | 4.218 | 0,72 | 0,64 | 0,63 | 0,37 | 2 | 4.218 | 4.218 | 2.000 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |
| PS6 | 141.843 | 54.810 | 0,95 | 0,35 | 0,61 | 0,10 | 0 | 3.500 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| PS7 | 340.287 | 5.294 | 0,88 | 0,60 | 0,84 | 0,27 | 1 | 3.500 | 3.500 | 2.000 | 2.000 | 1.600 | 1.600 |

6.2.6 Critérios para definir a distância mínima entre maciços florestais

O estabelecimento de uma regra específica para determinar a distância mínima entre maciços florestais (aquelas plantações cuja área de efetivo plantio seja maior que 500 ha) reveste-se de importância na prevenção de extensos e contínuos blocos de plantações que diminuem a permeabilidade e porosidade da paisagem, interferindo na mobilidade, e, por conseguinte, no fluxo genético das espécies de áreas abertas.

Para a determinação da distância mínima entre maciços florestais foi adotada uma metodologia baseada no tamanho dos maciços,

6.2.6.1 Cálculo da distância com base no tamanho dos maciços

O ponto de partida para cálculo da distância mínima (DM) admitida corresponde ao raio do círculo de área equivalente ao tamanho máximo admitido para cada UPN, corrigido pelo nível médio de ocupação da silvicultura das propriedades com plantações florestais no Estado, calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$DM = \sqrt{\frac{s \times 10000}{\mu}} \times 0,56$$

Onde:

DM = distância mínima entre maciços em metros

s = tamanho do maciço em hectares (ha)

π = contante PI = 3,141597

O valor de tamanho de maciço utilizado no cálculo é o correspondente à quarta moderação (fragilidade de campos nativos) para todas as UPN, exceto naquelas UPN pequenas (onde se aplicou a segunda moderação), para as quais o cálculo utiliza como tamanho de referência o valor constante na coluna da primeira moderação.

Esta diferença no critério está vinculada à relação espacial entre área/raio, uma vez que tamanhos de maciços muito pequenos, como os estipulados para determinadas UPN, não devem significar distâncias pequenas. Da mesma forma, a

última moderação empregada, que diminui ainda mais o tamanho máximo de maciço não foi considerado no cálculo de distância.

6.2.6.2 Moderação das distâncias em função do grau de antropização

À exemplo do critério utilizado para reduzir o percentual de ocupação nas UPN, foi definido um critério para aumentar as distâncias mínimas entre maciços nas unidades com menor grau de antropização, conforme segue:

- Para índices de antropização até 0,20 (UPN PM10, PM12, PL8, PM11, PS6, PM8, PL2, PC5, DP6, PS2), aumento da distância de referência da ordem de 50%;
- Para índices de antropização entre 0,21 e 0,30 (PM15, PS7, PL6, PS3, PM5) aumento da distância de referência da ordem de 30%;
- Para índices de antropização entre 0,31 e 0,50 (PC4, PS5, PM13, PC1), aumento da distância de referência da ordem de 20%; e
- Para casos em que os índices de antropização sejam maiores que 0,50, não se aplicam esta moderação.

Definiu-se que as distâncias entre maciços servirão de referência, cuja aplicação pode sofrer variações, desde que justificadas com base em características específicas do empreendimento e entorno.

Os resultados da metodologia adotada são apresentados na Tabela 21.

7 RESULTADOS

Neste volume do ZAS são apresentados os resultados referentes ao limite de ocupação, tamanho máximo e distância entre maciços florestais, sendo estes repetidos individualmente em cada UPN no volume 2 do ZAS.

No volume 2, que contém o conjunto completo de condicionantes, são apresentadas as diretrizes gerais e específicas para cada UPN e seu recorte dentro das Bacias Hidrográficas.

Na Tabela 21 são apresentados os resultados finais obtidos com a aplicação da metodologia descrita neste documento. Ressaltando-se os seguintes critérios de aplicação:

- a. O processo de licenciamento deve utilizar o recorte "UPN x BH" como referência geográfica para determinação de limites de ocupação, conforme valores da Tabela 21;
- b. O limite de ocupação é o parâmetro limitador inicial e se aplica conjuntamente com os limites de tamanho de maciço e distância entre os mesmos;
- c. Nas UPN consideradas excludentes pela avaliação da FZB (DP6, PC6, PL6 e PL8), a ocupação com silvicultura será permitida respeitando a restrição de que cada CPF/CNPJ poderá licenciar empreendimentos que não excedam, no cômputo total, o limite do porte mínimo;
- d. Nas frações de UPN x BH DP5-L30, DP5-G80, PL4-G80, PL5-G80, PS4-G80, PL2-L20, PL3-L20, PL2-L40L PL8-L40, PM12-G20, PL3-L10 (onde o plantio existente em 2006 atingia ou ultrapassava 50% da ocupação adicional proposta) a emissão de novas licenças fica limitada a plantios de porte mínimo, respeitando o limite percentual máximo de ocupação para a fração UPN-BH;
- e. Para efeito de aplicação de distâncias entre maciços, considera-se a área total de efetivo plantio existente em imóveis rurais contíguos, mesmo que pertencentes a diferentes empreendedores e com diferentes espécies plantadas. Entretanto, empreendimentos sujeitos a licença única - LU (porte mínimo) não serão consideradas para o cômputo de tamanhos máximos de maciço;

- f. Os maciços estabelecidos podem ser ampliados até o limite de tamanho máximo definido para a fração UPN x Bacia em um ou mais projetos (de um ou mais empreendedores) localizados em propriedades contíguas, respeitando a distância de outros maciços já existentes;
- g. A distância será considerada a partir da borda externa dos efetivos plantios (*buffer*);
- h. Nas demais frações UPN x BH fica definido que da área total disponível para a silvicultura somente 50% poderá ser licenciada para implantação de maciços, os 50% restantes somente poderão ser utilizados por projetos que não configurem maciços (abaixo de 500 ha de efetivo plantio);
- i. No que diz respeito aos parâmetros aqui aprovados, não serão exigidas reversões de áreas já ocupadas com a atividade de silvicultura;
- j. Novos plantios (licenciados a partir da publicação, via Resolução do CONSEMA, destes parâmetros de ocupação relativos a % de ocupação, tamanho de maciços e distâncias entre eles) deverão respeitar distanciamento de plantios já estabelecidos;
- k. O licenciamento de plantios de menor porte entre dois maciços deve permitir o fluxo da fauna e o atendimento a todos os outros objetivos de conservação já indicados no ZAS, por UPN, segundo avaliação do órgão licenciador, tomando como base os conhecimentos científicos;
- l. Não se aplicará regra de distância para UPN onde somente são possíveis plantios de porte mínimo para cada CPF/CNPJ, entretanto, a análise no nível local deve considerar a premissa de não formação de barreiras para a biodiversidade através do agrupamento de múltiplos plantios de porte mínimo;
- m. Quando houver dois maciços de tamanho máximo que estejam dispostos de modo que se formem corredores com a distância mínima estipulada, nesta porção entre os dois maciços somente poderão ser licenciados empreendimentos de porte mínimo ou pequeno, com base na análise das condições locais do empreendimento, a critério do órgão licenciador;
- n. Nos casos em que a distância entre maciços envolver duas ou mais UPNxBH, a distância deve ser observada em cada UPN.

Tabela 21 - Limites de ocupação adicionais, tamanho máximo e distância mínima entre maciços florestais por recorte BH x UPN

| UPN | Bacia Hidrográfica | Sigla | Percentual Máximo para Silvicultura | Área para uso por Silvicultura (ha) | Tamanho Máximo de Maciço (ha) | Distâncias Mínimas (km) |
|-----|-----------------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| DP1 | Baixo Jacui | G070 | 9,6 | 17.158 | 3.500 | 1,9 |
| DP1 | Cai | G030 | 18,2 | 3.958 | 3.500 | 1,9 |
| DP1 | Pardo | G090 | 18,6 | 19.890 | 3.500 | 1,9 |
| DP1 | Taquari-Antas | G040 | 18,4 | 24.183 | 3.500 | 1,9 |
| DP1 | Vacacai-Vacacai Mirim | G060 | 9,6 | 3.409 | 3.500 | 1,9 |
| DP2 | Ibicui | U050 | 10,8 | 43.055 | 2.000 | 1,4 |
| DP2 | Santa Maria | U070 | 10,9 | 90.154 | 2.000 | 1,4 |
| DP2 | Vacacai-Vacacai Mirim | G060 | 9,7 | 15.717 | 2.000 | 1,4 |
| DP3 | Cai | G030 | 18,0 | 3 | 100 | - |
| DP3 | Gravataí | G010 | 4,8 | 2.630 | 100 | - |
| DP3 | Sinos | G020 | 13,2 | 10.749 | 100 | - |
| DP4 | Baixo Jacui | G070 | 10,0 | 5.438 | 1.600 | 1,4 |
| DP4 | Cai | G030 | 18,2 | 13.238 | 1.600 | 1,4 |
| DP4 | Gravataí | G010 | 4,8 | 2.014 | 1.600 | 1,4 |
| DP4 | Lago Guaíba | G080 | 2,4 | 85 | 1.600 | 1,4 |
| DP4 | Sinos | G020 | 13,2 | 9.830 | 1.600 | 1,4 |
| DP4 | Taquari-Antas | G040 | 18,9 | 10.111 | 1.600 | 1,4 |
| DP5 | Baixo Jacui | G070 | 13,3 | 116.178 | 2.000 | 1,4 |
| DP5 | Camaqua | L030 | 85,7 | 1.915 | Porte mínimo | - |
| DP5 | Ibicui | U050 | 11,5 | 674 | 2.000 | 1,4 |
| DP5 | Lago Guaíba | G080 | 4,0 | 1.367 | Porte mínimo | - |
| DP5 | Pardo | G090 | 18,0 | 6.200 | 2.000 | 1,4 |
| DP5 | Santa Maria | U070 | 10,8 | 400 | 2.000 | 1,4 |
| DP5 | Taquari-Antas | G040 | 18,0 | 7.894 | 2.000 | 1,4 |
| DP5 | Vacacai-Vacacai Mirim | G060 | 9,8 | 57.526 | 2.000 | 1,4 |
| DP6 | Ibicui | U050 | 7,6 | 3.504 | Porte mínimo | - |

| UPN | Bacia Hidrográfica | Sigla | Percentual Máximo para Silvicultura | Área para uso por Silvicultura (ha) | Tamanho Máximo de Maciço (ha) | Distâncias Mínimas (km) |
|-----|-------------------------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| DP6 | Santa Maria | U070 | 7,6 | 1.987 | Porte mínimo | - |
| DP7 | Mirim-Sao Goncalo | L040 | 18,0 | 8.068 | 1.600 | 1,4 |
| DP7 | Negro | U080 | 10,8 | 22.148 | 1.600 | 1,4 |
| DP7 | Santa Maria | U070 | 10,8 | 47.197 | 1.600 | 1,4 |
| DP8 | Mirim-Sao Goncalo | L040 | 18,0 | 37.249 | 2.000 | 1,4 |
| DP8 | Negro | U080 | 10,8 | 1.553 | 2.000 | 1,4 |
| PC1 | Butui-Icamaqua | U110 | 6,5 | 41.526 | 2.000 | 1,7 |
| PC1 | Ibicui | U050 | 9,7 | 7.961 | 2.000 | 1,7 |
| PC1 | Ijuí | U090 | 16,2 | 7.177 | 2.000 | 1,7 |
| PC1 | Piratinim | U040 | 16,2 | 37.630 | 2.000 | 1,7 |
| PC1 | Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo | U030 | 16,2 | 476 | 2.000 | 1,7 |
| PC2 | Butui-Icamaqua | U110 | 7,2 | 8.438 | 1.600 | 1,4 |
| PC2 | Ibicui | U050 | 10,8 | 58.140 | 1.600 | 1,4 |
| PC2 | Quarai | U060 | 16,5 | 14.462 | 1.600 | 1,4 |
| PC3 | Butui-Icamaqua | U110 | 7,2 | 835 | 2.000 | 1,4 |
| PC3 | Ibicui | U050 | 10,8 | 59.595 | 2.000 | 1,4 |
| PC4 | Ibicui | U050 | 9,7 | 70.351 | 1.600 | 1,7 |
| PC4 | Quarai | U060 | 14,9 | 86.494 | 1.600 | 1,7 |
| PC4 | Santa Maria | U070 | 9,7 | 23 | 1.600 | 1,7 |
| PC5 | Ibicui | U050 | 7,6 | 29.973 | 1.600 | 2,1 |
| PC5 | Santa Maria | U070 | 10,2 | 2.596 | 1.600 | 2,1 |
| PC6 | Ibicui | U050 | 10,8 | 2.035 | Porte mínimo | - |
| PC6 | Quarai | U060 | 16,5 | 282 | Porte mínimo | - |
| PL1 | Mampituba | L050 | 8,1 | 2.101 | 100 | - |
| PL1 | Tramandai | L010 | 13,2 | 5.633 | 100 | - |
| PL2 | Litoral Medio | L020 | 3,8 | 5.304 | Porte mínimo | - |
| PL2 | Mampituba | L050 | 5,7 | 140 | 1.000 | 2,1 |
| PL2 | Mirim-Sao Goncalo | L040 | 20,1 | 24.081 | Porte mínimo | - |

| UPN | Bacia Hidrográfica | Sigla | Percentual Máximo para Silvicultura | Área para uso por Silvicultura (ha) | Tamanho Máximo de Maciço (ha) | Distâncias Mínimas (km) |
|-----|-------------------------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| PL2 | Tramandai | L010 | 9,2 | 8.285 | 1.000 | 2,1 |
| PL3 | Gravatái | G010 | 4,8 | 2.959 | 1.000 | 1,4 |
| PL3 | Lago Guaiba | G080 | 2,4 | 0 | 1.000 | 1,4 |
| PL3 | Litoral Medio | L020 | 8,6 | 41.041 | Porte mínimo | - |
| PL3 | Tramandai | L010 | 30,6 | 11.607 | Porte mínimo | - |
| PL4 | Baixo Jacuí | G070 | 9,6 | 2.454 | 1.000 | 1,4 |
| PL4 | Cai | G030 | 18,0 | 310 | 1.000 | 1,4 |
| PL4 | Camaqua | L030 | 15,0 | 45.899 | 1.000 | 1,4 |
| PL4 | Gravatái | G010 | 4,8 | 1 | 1.000 | 1,4 |
| PL4 | Lago Guaiba | G080 | 13,9 | 12.503 | Porte mínimo | - |
| PL4 | Mirim-Sao Goncalo | L040 | 18,0 | 57.209 | 1.000 | 1,4 |
| PL4 | Sinos | G020 | 13,2 | 2 | 1.000 | 1,4 |
| PL5 | Camaqua | L030 | 15,0 | 1.144 | 100 | - |
| PL5 | Gravatái | G010 | 4,8 | 1.040 | 100 | - |
| PL5 | Lago Guaiba | G080 | 8,2 | 1.157 | Porte mínimo | - |
| PL5 | Litoral Medio | L020 | 3,5 | 862 | 100 | - |
| PL6 | Mirim-Sao Goncalo | L040 | 14,4 | 13.774 | Porte mínimo | - |
| PL7 | Mirim-Sao Goncalo | L040 | 18,0 | 90.856 | 1.000 | 1,4 |
| PL8 | Mirim-Sao Goncalo | L040 | 22,4 | 12.634 | Porte mínimo | - |
| PM1 | Passo Fundo | U020 | 18,0 | 16.940 | 1.999 | 1,6 |
| PM1 | Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo | U030 | 18,0 | 7.497 | 1.999 | 1,6 |
| PM1 | Varzea | U100 | 18,0 | 72.381 | 1.999 | 1,6 |
| PM2 | Ijuí | U090 | 18,0 | 80.303 | 3.500 | 1,9 |
| PM2 | Piratinim | U040 | 18,0 | 2.369 | 3.500 | 1,9 |
| PM2 | Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo | U030 | 18,0 | 139.556 | 3.500 | 1,9 |
| PM2 | Varzea | U100 | 18,0 | 1.336 | 3.500 | 1,9 |
| PM3 | Apuae-Inhandava | U010 | 18,0 | 66.969 | 1.420 | 1,3 |
| PM3 | Passo Fundo | U020 | 18,0 | 16.959 | 1.420 | 1,3 |

| UPN | Bacia Hidrográfica | Sigla | Percentual Máximo para Silvicultura | Área para uso por Silvicultura (ha) | Tamanho Máximo de Maciço (ha) | Distâncias Mínimas (km) |
|------|-------------------------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| PM4 | Passo Fundo | U020 | 18,0 | 225 | 3.449 | 2,1 |
| PM4 | Varzea | U100 | 18,0 | 39.550 | 3.449 | 2,1 |
| PM5 | Apuae-Inhandava | U010 | 14,4 | 80.102 | 1.600 | 1,8 |
| PM5 | Taquari-Antas | G040 | 14,4 | 48.033 | 1.600 | 1,8 |
| PM6 | Alto Jacui | G050 | 18,0 | 73.604 | 1.575 | 1,4 |
| PM6 | Apuae-Inhandava | U010 | 18,0 | 37.816 | 1.575 | 1,4 |
| PM6 | Cai | G030 | 18,4 | 27.092 | 1.575 | 1,4 |
| PM6 | Pardo | G090 | 18,0 | 9.738 | 1.575 | 1,4 |
| PM6 | Passo Fundo | U020 | 18,0 | 3.810 | 1.575 | 1,4 |
| PM6 | Sinos | G020 | 13,8 | 1.345 | 1.575 | 1,4 |
| PM6 | Taquari-Antas | G040 | 18,0 | 172.846 | 1.575 | 1,4 |
| PM7 | Ijuí | U090 | 18,0 | 25.497 | 1.600 | 1,4 |
| PM7 | Piratinim | U040 | 18,0 | 9.889 | 1.600 | 1,4 |
| PM7 | Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo | U030 | 18,0 | 37.861 | 1.600 | 1,4 |
| PM8 | Apuae-Inhandava | U010 | 12,6 | 9.325 | 100 | - |
| PM9 | Alto Jacui | G050 | 18,1 | 110.556 | 1.600 | 1,4 |
| PM9 | Apuae-Inhandava | U010 | 18,0 | 4.250 | 1.600 | 1,4 |
| PM9 | Baixo Jacui | G070 | 9,6 | 3.378 | 1.600 | 1,4 |
| PM9 | Butuí-Icamaqua | U110 | 7,2 | 2.745 | 1.600 | 1,4 |
| PM9 | Ibicuí | U050 | 10,8 | 55.534 | 1.600 | 1,4 |
| PM9 | Ijuí | U090 | 18,0 | 79.568 | 1.600 | 1,4 |
| PM9 | Passo Fundo | U020 | 18,0 | 49.395 | 1.600 | 1,4 |
| PM9 | Piratinim | U040 | 18,0 | 84.279 | 1.600 | 1,4 |
| PM9 | Taquari-Antas | G040 | 18,0 | 421 | 1.600 | 1,4 |
| PM9 | Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo | U030 | 18,0 | 10.067 | 1.600 | 1,4 |
| PM9 | Vacacai-Vacacai Mirim | G060 | 9,6 | 783 | 1.600 | 1,4 |
| PM9 | Varzea | U100 | 18,0 | 58.128 | 1.600 | 1,4 |
| PM10 | Apuae-Inhandava | U010 | 14,1 | 30.824 | 1.600 | 2,1 |

| UPN | Bacia Hidrográfica | Sigla | Percentual Máximo para Silvicultura | Área para uso por Silvicultura (ha) | Tamanho Máximo de Maciço (ha) | Distâncias Mínimas (km) |
|------|-----------------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| PM10 | Mampituba | L050 | 5,7 | 170 | 1.600 | 2,1 |
| PM10 | Taquari-Antas | G040 | 16,8 | 13.523 | 1.600 | 2,1 |
| PM11 | Mampituba | L050 | 5,7 | 244 | 2.351 | 2,6 |
| PM11 | Taquari-Antas | G040 | 14,9 | 45.661 | 2.351 | 2,6 |
| PM12 | Cai | G030 | 13,9 | 13.941 | 1.600 | 2,1 |
| PM12 | Mampituba | L050 | 5,7 | 210 | 1.600 | 2,1 |
| PM12 | Sinos | G020 | 20,3 | 1.710 | Porte mínimo | - |
| PM12 | Taquari-Antas | G040 | 16,4 | 36.245 | 1.600 | 2,1 |
| PM12 | Tramandai | L010 | 9,2 | 786 | 1.600 | 2,1 |
| PM13 | Alto Jacui | G050 | 16,4 | 20.502 | 1.600 | 1,7 |
| PM13 | Pardo | G090 | 16,2 | 3.678 | 1.600 | 1,7 |
| PM13 | Taquari-Antas | G040 | 16,7 | 15.440 | 1.600 | 1,7 |
| PM14 | Alto Jacui | G050 | 18,0 | 29.321 | 1.651 | 1,4 |
| PM14 | Baixo Jacui | G070 | 9,6 | 15.823 | 1.651 | 1,4 |
| PM14 | Cai | G030 | 18,0 | 26.364 | 1.651 | 1,4 |
| PM14 | Ibicui | U050 | 10,8 | 27.278 | 1.651 | 1,4 |
| PM14 | Pardo | G090 | 18,0 | 26.267 | 1.651 | 1,4 |
| PM14 | Taquari-Antas | G040 | 18,0 | 73.602 | 1.651 | 1,4 |
| PM14 | Vacacai-Vacacai Mirim | G060 | 9,6 | 3.913 | 1.651 | 1,4 |
| PM15 | Mampituba | L050 | 6,5 | 1.885 | 100 | - |
| PM15 | Sinos | G020 | 10,6 | 864 | 100 | - |
| PM15 | Taquari-Antas | G040 | 14,4 | 295 | 100 | - |
| PM15 | Tramandai | L010 | 10,6 | 10.064 | 100 | - |
| PM16 | Cai | G030 | 18,0 | 1.163 | 2.772 | 1,9 |
| PM16 | Gravataí | G010 | 4,8 | 90 | 2.772 | 1,9 |
| PM16 | Litoral Médio | L020 | 3,3 | 148 | 2.772 | 1,9 |
| PM16 | Sinos | G020 | 14,4 | 26.815 | 2.772 | 1,9 |
| PM16 | Tramandaí | L010 | 13,2 | 141 | 2.772 | 1,9 |

| UPN | Bacia Hidrográfica | Sigla | Percentual Máximo para Silvicultura | Área para uso por Silvicultura (ha) | Tamanho Máximo de Maciço (ha) | Distâncias Mínimas (km) |
|-----|-----------------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| PS1 | Gravataí | G010 | 4,8 | 927 | 100 | - |
| PS1 | Lago Guaíba | G080 | 2,4 | 637 | 100 | - |
| PS1 | Litoral Médio | L020 | 3,3 | 22 | 100 | - |
| PS2 | Baixo Jacuí | G070 | 6,7 | 11 | 1.600 | 2,1 |
| PS2 | Camaquã | L030 | 10,5 | 33.268 | 1.600 | 2,1 |
| PS2 | Mirim-São Gonçalo | L040 | 12,8 | 7.533 | 1.600 | 2,1 |
| PS2 | Negro | U080 | 7,6 | 6.212 | 1.600 | 2,1 |
| PS2 | Santa Maria | U070 | 7,6 | 19.302 | 1.600 | 2,1 |
| PS2 | Vacacai-Vacacai Mirim | G060 | 7,2 | 18.336 | 1.600 | 2,1 |
| PS3 | Baixo Jacui | G070 | 10,4 | 40.510 | 1.600 | 1,8 |
| PS3 | Camaquã | L030 | 12,9 | 96.528 | 1.600 | 1,8 |
| PS3 | Lago Guaiba | G080 | 1,9 | 49 | 1.600 | 1,8 |
| PS3 | Vacacai-Vacacai Mirim | G060 | 7,7 | 1.814 | 1.600 | 1,8 |
| PS4 | Baixo Jacui | G070 | 9,6 | 2.031 | 1.600 | 1,4 |
| PS4 | Camaqua | L030 | 15,3 | 73.279 | 1.600 | 1,4 |
| PS4 | Lago Guaiba | G080 | 3,8 | 2.862 | Porte mínimo | - |
| PS4 | Mirim-São Gonçalo | L040 | 18,0 | 19.471 | 1.600 | 1,4 |
| PS5 | Camaqua | L030 | 15,9 | 41.134 | 1.600 | 1,7 |
| PS5 | Mirim-São Gonçalo | L040 | 16,6 | 88.263 | 1.600 | 1,7 |
| PS6 | Camaquã | L030 | 10,5 | 4.217 | 100 | - |
| PS6 | Mirim-São Gonçalo | L040 | 12,6 | 12.811 | 100 | - |
| PS7 | Mirim-São Gonçalo | L040 | 14,5 | 49.351 | 1.600 | 1,8 |

8 Bibliografia

- ALMEIDA, A. C., & SOARES, J. V. (2003). Comparação entre o uso de água em plantações de *Eucalyptus grandis* e floresta ombrófila densa (Mata Atlântica) na costa leste do Brasil. *Revista Árvore*, 27(2), pp. 159-170.
- ALMEIDA, A. C., SOARES, J. V., LANDSBERG, J. J., & REZENDE, G. D. (2007). Growth and water balance of *Eucalyptus grandis* hybrid plantations in Brazil during a rotation for pulp production. *Forest Ecology and Management* (251), pp. 10-21.
- BIOLAW. (2006). *Estudo Técnico Científico - Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre.
- BOSCH, J. M., & HEWLETT, J. D. (1982). A Review of Catchment Experiments to Determine the Effect of Vegetation Changes on Water Yield and Evapotranspiration. *Journal Of Hydrology* (55), pp. 3-23.
- CALDER, I. R. (1999). *The Blue Revolution: Land use and Integrated Water Resources Management* (1st ed.). London, UK: Earthscan Publications.
- CALDER, I. R. (1998). Water use by forests: limits and controls. (H. Publishing, Ed.) *Tree Physiology* (18), pp. 625-631.
- CALDER, I., HOFER, T., VERMONT, S., & WARREN, P. (2007). Towards a new understanding of forests and water. *Unasylva*, 58(229), 3-10.
- CAMARGO, O. A., & SILVA, F. J. (2002). *Atlas Eólico do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria de Energia, Minas e Comunicações.
- CANADELL, J., JACKSON, R. B., EHLERINGER, J. R., MOONEY, H. A., SALA, O. E., & SCHULZE, E. D. (1996). Maximum rooting depth of vegetation types at the global scale. *Oecologia* (108), pp. 583-595.
- CARNUS, J. M., J., P., BROCKERHOFF, E. G., M., A., H., J., A., K., et al. (2003). Planted Forests and Biodiversity. *UNFF Intersessional Experts Meeting on the Role of Planted Forests in Sustainable Forest Management* (pp. 1-23). New Zealand: FAO - Paper 10 - Challenges Session.
- COSTA, M. V., CHAVES, P. S., & OLIVEIRA, F. C. (2005). Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. *Anais da XVIII*

Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação (pp. 1-15). Rio de Janeiro: UERJ.

DINGMAN, S. L. (1994). *Physical Hydrology*. Prentice Hall.

FAO. (2006). *Global Forest Resource Assessment - FRA 2005*. Roma: Food and Agriculture Organization of United Nations.

FARLEY, K. A., JOBBÁGY, E. G., & JACKSON, R. B. (2005). Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. *Global Change Biology* (11), pp. 1565-1576.

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. (2001). *Mapa de classificação dos solos do Estado do Rio Grande do Sul quanto à resistência a impactos ambientais*. FEPAM, Departamento de Qualidade Ambiental. Porto Alegre: FEPAM (n.publicado).

FIERGS et. all. (2009). *Proposta de limites de ocupação das Bacias Hidrográficas pela silvicultura no Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: FIERGS.

FISCHER, A. M., & GOLDNEY, D. C. (1998). Native forest fragments as critical bird habitat in a softwood forest landscape. *Australian Forestry* (61), pp. 287-295.

FONTANA, C. S., BENCKE, G. A., & REIS, R. E. (2003). *Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: EDIPUCRS.

FORMAN, R. T. (1995). *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. (C. U. Press, Ed.) New York, New York: Cambridge.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. (1997). Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção, contendo a lista oficial da fauna ameaçada de extinção de Minas Gerais. *Publicações Avulsas Biodiversitas*, 1.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA - IBGE. (1992). *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL/SEMA/CRH-RS/DRH. (2007). *Relatório Anual sobre a situação dos recursos hídricos no Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre.

HARTLEY, M. J. (2002). Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests. *Forest Ecology and Management*, 155, pp. 81-95.

- HENDGES, E. R. (2007). *Modelos estocásticos da dinâmica da paisagem florestal e simulação de cenários para o Estado do Rio Grande do Sul no período de 1988 a 2020*. Santa Maria: UFSM.
- HORTON, R. E. (1919). Rainfall interception. *Weather Review* (47), pp. 603-623.
- HUNTER, M. L. (1990). *Wildlife, Forests, and Forestry: Principles of Managing Forests for Biological Diversity*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- JACKSON, R. B., JOBBÁGY, G. E., AVISSAR, R., ROY, S. B., BARRET, D. J., COOK, C. W., et al. (2005). Trading Water for Carbon with Biological Carbon Sequestration. *Cience* (310), pp. 1944-1947.
- JOBBÁGY, E. G., VASALLO, M., FARLEY, K. A., PIÑEIRO, G., GARBULSKY, M. F., NOSETTO, M. D., et al. (2006). Forestación em pastizales: hacia una visión integral sus oportunidades u costos ecológicos. *Agrociencia*, X(2), pp. 109-124.
- KEENAN, J. R., PARSONS, M., O'LOUGHLIN, E., GERRAND, A., BEAVIS, S., GUNAWARDANA, D., et al. (2004). *Plantations and Water Use: A Review*. (A. Government, Ed.) Victoria: Forest & Wood Products Research & Development Corporation.
- KIMMINS, J. P. (2000). Residuals in forest ecosystems : sustainability and biodiversity issues. In: *Henry, Harrison, The Forest Alternative, College of Forest Resources, University of Washington* (pp. 29-38). Seattle: Bastian (eds.),.
- LA ROVERE, E. L. (2001). Instrumentos de planejamento e gestão ambiental para a Amazônia, cerrado e pantanal : demandas e propostas : metodologia de avaliação de impacto ambiental. (IBAMA, Ed.) *Série Meio Ambiente em Debate*, 37, 54.
- LANGFORD, K. J., MORAN, R. J., & O'SHAUGHNESSY, P. J. (1980). The North Marrondah Experiment Pre-Treatment Phase Comparison of Catchment Water Balance. *Journal of Hydrology* (46), pp. 123-145.
- LIMA, W. P. (2008). *Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas*. Piracicaba: ESALQ/USP.
- LIMA, W. P. (1993). *Impacto ambiental do Eucalipto* (2nd. ed.). São Paulo: Edusp.
- LIMA, W. P., & ZAKIA, M. J. (2006). *As florestas plantadas e a água*. São Carlos, Brazil: Rima Editora.

METZGER, J. P. (2001). O que é a ecologia de paisagem. *Biota Neotrópica*, 1 (2), pp. 1-9.

MMA/PROBIO/UFRGS. (2007). *Remanescentes de vegetação dos Campos Sulinos (do Pampa)*. Porto Alegre: MMA/PROBIO Disponível em <http://mapas.mma.gov.br/aplic/probio/datadownload.htm?>

MMA/PROBIO/UFRJ/EISB. (2007). *Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica - Relatório Final*. Rio de Janeiro.

MOORE, S. E., & HALLEN, H. L. (1999). Plantation forestry. In: M. J. Hunter (Ed.), *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems* (pp. 400-433). New York: Cambridge University Press.

NORTON, D. A. (1998). Indigenous biodiversity conservation and plantation forestry: options for the future. New Zealand. *Journal of Forestry* (43 (2)), pp. 34-39.

NOSETTO, M. D., JOBBÁGY, E. D., & PARUELO, J. M. (2005). Land-use change and water losses: the case of grassland afforestation across a soil textural gradient in central Argentina. *Global Change Biology* (11), pp. 1101-1117.

O'LOUGHLIN, C. (1995). The sustainability paradox—an examination of the plantation effect—a review of the environmental effects of plantation forestry in New Zealand. *New Zealand Forestry*, 4 (39), 3-12.

O'LOUGHLIN, E., & NAMBIAR, E. K. (2001). *Plantations, Farm Forestry and Water - A Discussion Paper*. Canberra: Rural Industries Research and Development Corporation.

PARKER, G. R., KIMBALL, D. g., & DALZELL, B. (1994). Bird communities breeding in selected spruce and pine plantations in New Brunswick. *Canadian Field Naturalist* (109), pp. 1-9.

PARROTTA, J. A., & TURNBULL, J. W. (1997). Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* (99), pp. 1-290.

RIO GRANDE DO SUL/Secretaria de Planejamento e Gestão. (2007). *Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento e Gestão.

ROBINSON, M. et al. (2003). Studies of the impact of forest on peak flows and baseflows: a European perspective. *Forest Ecology and Management* , 31, pp. 581-602.

ROBINSON, M., CONGNARD-PLANQ, A. L., COSANDEY, C., DAVID, J., DURAND, P., FÜHRER, A. W., et al. (2003). Studies of the impact of forests on peak flows and baseflows: a European perspective. *Forest Ecology and Management* (186), pp. 85-97.

ROLIM, G. S., SENTELHAS, P. C., & BARBIERI, V. (1998). Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* , 6, pp. 133-137.

RS. SAA/EMBRAPA. (1994). *Macrozoneamento agroecológico e econômico do Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: SAA/EMBRAPA-CNPT.

SAMRAJ, J. P., SHARDA, V. N., CHINNAMANI, S., LAKSHMANAN, V., & HALDORAI, B. (1988). Hydrological Behavior of the Nilgiri Sub-Watersheds as Affected by Bluegum Plantations. Part I The Annual Water Balance. *Journal of Hydrology* (103), pp. 335-345.

SCOTT, D. F., & LESCH, W. (1997). Streamflow responses to afforestation with *Eucalyptus grandis* and *Pinus putuZu* and to felling in the Mokobulaan experimental catchments, South Africa. *Journal of Hydrology* (199), pp. 360-377.

SHARDA, V. N., SAMRAJ, P., CHINNAMANI, S., & LAKSHMANAN, V. (1988). Hydrological Behavior of the Nilgiri Sub-Watersheds as Affected by Bluegum Plantations. Part II Monthly Water Balances at Different Rainfall and Runoff Probabilities. *Journal of Hydrology* (103), pp. 347-.

SILVEIRA, L., ALONSO, J., & MARTÍNEZ, L. (2006). Efecto de las plantaciones forestales sobre el recurso agua en el Uruguay. *Agrociencia* , X(2), pp. 75-93.

SPELLERBERG, I. F., & SAWYER, J. W. (1996). Standards for biodiversity: a proposal based on biodiversity standards for forest plantations. *Biodiversity and Conservation* (5), pp. 447-459.

STAINES, B. W. (1993). The conservation and management of mammals in commercial plantations with special reference to the uplands. In: E. (. Harris, *Forestry and Conservation* (pp. 38-51). Royal Forestry Society.

STAPE, J. L., BINKLEY, D., & RYAN, D. (2004). Eucalyptus production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. (Elsevier, Ed.) *Forest Ecology and Management* (193), pp. 17-31.

STAPE, J. L., BINKLEY, D., & RYAN, M. G. (2007). Production and carbon allocation in a clonal Eucalyptus plantation with water and nutrient manipulations. *Forest Ecology and Management* , p. doi:10.1016/j.foreco.2007.09.085.

THORNTHWAITE, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geograph Review* (38), pp. 55-94.

THORNTHWAITE, C. W., & MATHER, J. R. (1955). *The water balance. Publications in Climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology.

VAN LILL, W. S., KRUGER, S. D., & VAN WIK, D. B. (1980). The Effect of Afforestation with Eucalyptus grandis Hill ex-Maiden and Pinus patula Schlecht et Chann on Streamflow from Experimental Catchments at Mokobulaan, Transvaal. *Journal of Hydrology* (48), pp. 107-118.

VANNOTE, R. L. et all. (1980). The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* , 37, 130-137.

WILDY, D., PATE, J., & BARTLE, J. (2003). *Silviculture and water use of short-rotation of mallee eucalypts*. Rural Industries Research and Development Corporation.

ZHANG, L., DAWES, W. R., & WALKER, G. R. (1999). *Predicting of effect of vegetation changes on catchment avarege water balance*. CSIRO Land and Water. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology.

ZHANG, L., DAWES, W. R., & WALKER, G. R. (March de 2001). Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at cathment scale. *Water Resources Research* , 37(3), pp. 701-708.