



**URUGUAI**



# CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**  
**SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS**

**CADERNO DA REGIÃO  
HIDROGRÁFICA DO  
URUGUAI**

**BRASÍLIA – DF**



# **CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO URUGUAI**

**NOVEMBRO | 2006**

Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente  
SGAN 601 – Lote 1 – Edifício Sede da Codevasf – 4º andar  
70830-901 – Brasília-DF  
Telefones (61) 4009-1291/1292 – Fax (61) 4009-1820  
www.mma.gov.br – srh@mma.gov.br  
<http://pnrh.cnrh-srh.gov.br> – pnrh@mma.gov.br

Catálogo na Fonte  
Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

---

C122 Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006.  
128 p. : il. color. ; 27cm

Bibliografia  
ISBN 85-7738-067-X

1. Brasil - Recursos hídricos. 2. Hidrografia. 3. Região Hidrográfica do Uruguai. I. Ministério do Meio Ambiente. II. Secretaria de Recursos Hídricos. III. Título.

---

CDU(2.ed.)556.18

## **República Federativa do Brasil**

**Presidente:** Luiz Inácio Lula da Silva

**Vice-Presidente:** José Alencar Gomes da Silva

## **Ministério do Meio Ambiente**

**Ministra:** Marina Silva

**Secretário-Executivo:** Cláudio Roberto Bertoldo Langone

## **Secretaria de Recursos Hídricos**

**Secretário:** João Bosco Senra

**Chefe de Gabinete:** Moacir Moreira da Assunção

## **Diretoria de Programa de Estruturação**

**Diretor:** Márley Caetano de Mendonça

## **Diretoria de Programa de Implementação**

**Diretor:** Júlio Thadeu Silva Kettelhut

## **Gerência de Apoio à Formulação da Política**

**Gerente:** Luiz Augusto Bronzatto

## **Gerência de Apoio à Estruturação do Sistema**

**Gerente:** Rogério Soares Bigio

## **Gerência de Planejamento e Coordenação**

**Gerente:** Gilberto Duarte Xavier

## **Gerência de Apoio ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos**

**Gerente:** Franklin de Paula Júnior

## **Gerência de Gestão de Projetos de Água**

**Gerente:** Renato Saraiva Ferreira

## **Coordenação Técnica de Combate à Desertificação**

**Coordenador:** José Roberto de Lima

## **Coordenação da Elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos (SRH/MMA)**

### **Diretor de Programa de Estruturação**

Márley Caetano de Mendonça

### **Gerente de Apoio à Formulação da Política**

Luiz Augusto Bronzatto

### **Equipe Técnica**

Adelmo de O.T. Marinho

André do Vale Abreu

André Pol

Adriana Lustosa da Costa

Daniella Azevêdo de A. Costa

Danielle Bastos S. de Alencar Ramos

Flávio Soares do Nascimento

Gustavo Henrique de Araujo Eccard

Gustavo Meyer

Hugo do Vale Christofidis

Jaciara Aparecida Rezende

Marco Alexandre Silva André

Marco José Melo Neves

Percy Baptista Soares Neto

Roberto Moreira Coimbra

Rodrigo Laborne Mattioli

Roseli dos Santos Souza

Simone Vendruscolo

Valdemir de Macedo Vieira

Viviani Pineli Alves

### **Equipe de Apoio**

Lucimar Cantanhede Verano

Marcus Vinícius Teixeira Mendonça

Rosângela de Souza Santos

### **Projetos de Apoio**

Projeto BID/MMA (Coordenador: Rodrigo Speziali de Carvalho)

Projeto TAL AMBIENTAL (Coordenador: Fabrício Barreto)

Projeto BRA/OEA 01/002 (Coordenador: Moacir Moreira da Assunção)

### **Consultor**

Sidnei Gusmão Agra

# Ficha Técnica

## **Projeto Gráfico / Programação Visual**

Projects Brasil Multimídia

## **Capa**

Arte: Projects Brasil Multimídia

Foto: Profill Engenharia e Ambiente Ltda.

(Rio Uruguai – Salto Yucumã, Parque Estadual do Turvo - RS)

## **Revisão**

Projects Brasil Multimídia

## **Edição**

Projects Brasil Multimídia

Myrian Luiz Alves (SRH/MMA)

Priscila Maria Wanderley Pereira (SRH/MMA)

## **Impressão**

Grafimaq

# Prefácio

O Brasil é um país megadiverso e privilegiado em termos de disponibilidade hídrica, abrigando cerca de 12% das reservas mundiais de água doce, sendo que, se considerarmos as águas provenientes de outros países, esse índice se aproxima de 18%. No entanto, apresenta situações contrastantes de abundância e escassez de água, o que exige dos governos, dos usuários e da sociedade civil, cuidados especiais, organização e planejamento na gestão de sua utilização.

Neste sentido, a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH configura importante marco para a consolidação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e, conseqüentemente, para a gestão sustentável de nossas águas. Ademais, seu estabelecimento atende aos compromissos assumidos pelo Brasil na Cúpula Mundial de Joanesburgo (Rio+10), que apontou para a necessidade dos países elaborarem seus planos de gestão integrada de recursos hídricos até 2005.

A construção do PNRH contou com a participação de todos os segmentos envolvidos na utilização de recursos hídricos e teve como pressupostos a busca do fortalecimento da Política Nacional de Recursos Hídricos, a promoção de um amplo processo de envolvimento e participação social, além da elaboração de uma base técnica consistente.

Para subsidiar o processo de elaboração do PNRH, foram desenvolvidos diversos estudos, dentre eles documentos de caracterização denominados Cadernos Regionais para cada uma das 12 Regiões Hidrográficas, definidas pela Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos n.º 32/2003, que configuram a base físico-territorial para elaboração e implementação do Plano.

É importante ressaltar a efetiva colaboração das Comissões Executivas Regionais - CERs, instituídas por meio da Portaria n.º 274/2004, integradas por representantes da União, dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, dos usuários e organizações civis de recursos hídricos.

Neste contexto, a ampla divulgação do CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO URUGUAI visa contribuir para a socialização de informações, bem como para o aperfeiçoamento do PNRH, cujo processo é contínuo, dinâmico e participativo.

**Marina Silva**  
**Ministra do Meio Ambiente**

# Sumário

Apresentação .....	13
1   Plano Nacional de Recursos Hídricos.....	15
2   Concepção Geral.....	17
3   Água: Desafios Regionais .....	19
4   Caracterização e Análise Retrospectiva da Região Hidrográfica.....	21
4.1   Caracterização Geral da Região Hidrográfica .....	21
4.2   Caracterização das Disponibilidades Hídricas.....	34
4.3   Principais Biomas e Ecossistemas da Região Hidrográfica do Uruguai .....	69
4.4   Caracterização do Uso e Ocupação do Solo .....	76
4.5   Evolução Sociocultural .....	80
4.6   Desenvolvimento Econômico Regional e os Usos da Água.....	89
4.7   Histórico dos Conflitos pelo Uso da Água .....	106
4.8   Implementação da Política de Recursos Hídricos e da Política Ambiental.....	108
5   Análise de Conjuntura .....	115
5.1   Principais Problemas de Eventuais Usos Hegemônicos da Água.....	115
5.2   Principais Problemas e Conflitos pelo Uso da Água.....	116
5.3   Vocações Regionais e seus Reflexos sobre os Recursos Hídricos.....	118
6   Espacialização .....	123
7   Conclusões .....	125
Referências .....	127

# Lista de Quadros

Quadro 1 - Divisão Hidrográfica Nacional (Resolução CNRH n.º 32/2003) .....	22
Quadro 2 - Divisão Hidrográfica Nacional (Resolução CNRH n.º 32/2003) .....	23
Quadro 3 - Sub-Divisão Hidrográfica da Região Hidrográfica do Uruguai .....	25
Quadro 4 - População e densidade populacional na Região Hidrográfica do Uruguai.....	31
Quadro 5 - População urbana e rural na Região Hidrográfica do Uruguai.....	32
Quadro 6 - População da Região Hidrográfica do Uruguai segundo o gênero .....	33
Quadro 7 - Maiores populações entre os Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai.....	33
Quadro 8 - Precipitação e Evaporação na Região Hidrográfica do Uruguai .....	36
Quadro 9 - Disponibilidade hídrica da Região Hidrográfica do Uruguai – vazões médias .....	37
Quadro 10 - Disponibilidade hídrica da Região Hidrográfica do Uruguai – vazões mínimas.....	38
Quadro 11 - Relação entre disponibilidade hídrica e população em cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Uruguai.....	41
Quadro 12 - Áreas acumuladas, nacionais e estrangeiras, na Bacia do Uruguai .....	42
Quadro 13 - Vazões médias acumuladas e incrementais, nacionais e estrangeiras, na Bacia do Uruguai .....	43
Quadro 14 - vazões mínimas acumuladas e incrementais, nacionais e estrangeiras, na Bacia do Uruguai.....	43
Quadro 15 - Comparação dos valores obtidos neste estudo com os disponíveis no trabalho da ANA, para fins de análise crítica dos resultados.....	43
Quadro 16 - Padrões de qualidade da resolução Conama n.º 357/2005 para oxigênio dissolvido .....	44
Quadro 17 - Classificação da qualidade das águas por Sub-bacia, segundo oxigênio dissolvido .....	46
Quadro 18 - Padrões de qualidade da Resolução Conama n.º 357/2005 para Demanda Bioquímica de Oxigênio 5 Dias a 20°C – DBO <sub>5,2046</sub> .....	47
Quadro 19 - Classificação da qualidade das águas por Sub-bacia, segundo DBO .....	47
Quadro 20 - Registros de enchentes na Região Hidrográfica do Uruguai.....	50
Quadro 21 - Províncias geomorfológicas – Distribuição Espacial.....	51
Quadro 22 - Unidades geológicas – Estratigrafia e distribuição espacial .....	55
Quadro 23 - Domínios/províncias/sistemas hidrogeológicos – distribuição espacial.....	59
Quadro 24 - Unidades de conservação na Ecorregião do Alto Uruguai.....	70
Quadro 25 - Unidades de conservação na Ecorregião do Baixo Uruguai.....	71
Quadro 26 - Áreas prioritárias na Ecorregião do Baixo Uruguai.....	72
Quadro 27 - Áreas prioritárias na Ecorregião do Alto Uruguai .....	72
Quadro 28 - Principais Ecossistemas Identificados na Bacia do Rio Uruguai .....	74
Quadro 29 - Classe de uso da terra na Região Hidrográfica do Uruguai .....	78
Quadro 30 - População Residente nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai Segundo Faixa Etária e Taxa de Alfabetização.....	81
Quadro 31 - Índice de Desenvolvimento Humano nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Uruguai .....	81
Quadro 32 - Evolução do PIB dos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai (1999-2002).....	82
Quadro 33 - Valor agregado ao PIB por setor nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai (2002) .....	83
Quadro 34 - Infra-estrutura de saúde nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai .....	83
Quadro 35 - Infra-estrutura de educação nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai .....	84

# Lista de Quadros

Quadro 36 - Alunos matriculados nos estabelecimentos de ensino nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai .....	85
Quadro 37 - Infra-estrutura de abastecimento dos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai .....	86
Quadro 38 - Infra-estrutura de saneamento nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai .....	86
Quadro 39 - Principais culturas agrícolas nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai .....	87
Quadro 40 - Produção pecuária nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai .....	88
Quadro 41 - Caracterização física e socioeconômica em regiões homogêneas .....	90
Quadro 42 - População total e por situação de domicílio na Bacia do Rio Uruguai .....	91
Quadro 43 - Taxas de crescimento da população, por período, na Bacia do Rio Uruguai .....	91
Quadro 44 - População total e proporção da população brasileira por situação de domicílio .....	92
Quadro 45 - Taxas de crescimento da população brasileira por períodos .....	92
Quadro 46 - População total por Sub-bacia e por situação de domicílio - Bacia do Rio Uruguai .....	93
Quadro 47 - Distribuição da população total e situação de domicílio, por Sub-bacia, na Bacia do Rio Uruguai em 2000 .....	94
Quadro 48 - Taxas de crescimento da população dos agrupamentos de Bacias .....	94
Quadro 49 - Demandas para abastecimento humano por Sub-bacia da Região Hidrográfica do Uruguai .....	95
Quadro 50 - Matéria orgânica (DBO) potencial e remanescente por bacia integrante da Região Hidrográfica do Uruguai, com suas respectivas remoções .....	96
Quadro 51 - Área plantada e produção dos principais produtos da lavoura na Bacia do Rio Uruguai - 1996 .....	96
Quadro 52 - Exemplo de variação de demanda ao longo do cultivo de uma espécie de ciclo de 95 dias iniciada na segunda quinzena de outubro e finalizada aos vinte dias de janeiro .....	97
Quadro 53 - Consumo de água para irrigação por Bacia da Região Hidrográfica do Uruguai .....	98
Quadro 54 - Demandas para dessedentação animal estimadas por BEDAs segundo a população do censo IBGE (2000), por Sub-bacia da Região Hidrográfica do Uruguai .....	99
Quadro 55 - Cargas específicas potenciais de origem difusa .....	100
Quadro 56 - Demandas industriais nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Uruguai .....	101
Quadro 57 - Balanço hídrico na Região Hidrográfica do Uruguai .....	105
Quadro 58 - Comparação entre as demandas e a Vazão Média na Região Hidrográfica do Uruguai .....	106
Quadro 59 - Comparação entre a sub-divisão da DHN do PNRH e as divisões dos Sistemas Estaduais de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina .....	110
Quadro 60 - Quadro síntese da análise institucional do Sistema de Recursos Hídricos nos estados da Região Hidrográfica do Uruguai .....	113

# Lista de Figuras

Figura 1 - Região Hidrográfica do Uruguai – localização e caracterização geral.....	24
Figura 2 - Região Hidrográfica do Uruguai – Sub-bacias e hidrografia principal.....	26
Figura 3 - Relevo da Região Hidrográfica do Uruguai.....	27
Figura 4 - Distribuição espacial da precipitação da Região Hidrográfica do Uruguai – Isoietas .....	34
Figura 5 - Vazão específica média na Região Hidrográfica do Uruguai.....	37
Figura 6 - Distribuição espacial da Vazão Específica Média (a) e da Vazão Média (b) na Região Hidrográfica do Uruguai.....	39
Figura 7 - Distribuição espacial da Vazão Específica com 95% de Permanência (a) e da Vazão com 95% de Permanência (b) na Região Hidrográfica do Uruguai – Disponibilidade Hídrica.....	40
Figura 8 - Histograma da classificação das amostras de oxigênio dissolvido .....	45
Figura 9 - Histograma da classificação das estações com base no oxigênio dissolvido.....	45
Figura 10 - Qualidade da água na Região Hidrográfica do Uruguai .....	48
Figura 11 - Geomorfologia da Região Hidrográfica do Uruguai.....	52
Figura 12 - Geologia da Região Hidrográfica do Uruguai .....	54
Figura 13 - Potencial aquífero dos domínios hidrogeológicos da Região Hidrográfica do Uruguai .....	60
Figura 14 - Áreas vulneráveis e áreas de recarga dos aquíferos da Região Hidrográfica do Uruguai .....	68
Figura 15 - Situação ambiental da Região Hidrográfica do Uruguai .....	75
Figura 16 - Uso do solo e cobertura vegetal na Região Hidrográfica do Uruguai.....	79
Figura 17 - Inventário do potencial hidrelétrico da Bacia do Rio Uruguai .....	103
Figura 18 - Diagrama unifilar do sistema elétrico na Bacia do Rio Uruguai.....	103
Figura 19 - Balanço hídrico na Região Hidrográfica do Uruguai .....	107
Figura 20 - Divisão de Santa Catarina em regiões e Bacias Hidrográficas .....	109
Figura 21 - Divisão do Rio Grande do Sul em regiões e Bacias Hidrográficas .....	110
Figura 22 - Aspectos institucionais na Região Hidrográfica do Uruguai.....	114
Figura 23 - Conflitos de uso da água na Região Hidrográfica do Uruguai.....	117
Figura 24 - Vocações regionais da Região Hidrográfica do Uruguai.....	120
Figura 25 - Condicionantes para o aproveitamento dos recursos hídricos .....	122
Figura 26 - Figura-Síntese da Análise Integrada da Região Hidrográfica do Uruguai.....	123

# Lista de Siglas

<b>ANA</b> – Agência Nacional de Águas	<b>OEA</b> – Organização dos Estados Americanos
<b>Aneel</b> – Agência Nacional de Energia Elétrica	<b>OEMA</b> – Órgãos Estaduais de Meio Ambiente
<b>APA</b> – Área de Proteção Ambiental	<b>PERH</b> – Política Estadual de Recursos Hídricos
<b>BH</b> – Bacia Hidrográfica	<b>PIB</b> – Produto Interno Bruto
<b>CBH</b> – Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica	<b>PNMA</b> – Programa Nacional do Meio Ambiente
<b>CBHSM</b> – Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria	<b>PNRH</b> – Plano Nacional de Recursos Hídricos
<b>CER</b> – Comissão Executiva Regional	<b>Q<sub>7,10</sub></b> – Vazão mínima com duração de 7 dias e recorrência de 10 anos
<b>CNBB</b> – Conferência Nacional dos Bispos do Brasil	<b>Q95</b> – Vazão mínima com 95% de permanência
<b>CNRH</b> – Conselho Nacional de Recursos Hídricos	<b>Qlp</b> – Vazão média de longo período
<b>Conama</b> – Conselho Nacional do Meio Ambiente	<b>Rebio</b> – Reserva Biológica
<b>CPRM</b> – Companhia Brasileira de Pesquisa e Recursos Minerais	<b>RPPN</b> – Reserva Particular de Proteção do Ambiente Natural
<b>CRH</b> – Conselho de Recursos Hídricos – RS	<b>RS</b> – Rio Grande do Sul
<b>CT-PNRH</b> – Câmara Técnica do PNRH no CNRH	<b>SAG</b> – Sistema Aquífero Guarani
<b>DAEE</b> – Departamento de Águas e Energia Elétrica – SP	<b>SC</b> – Santa Catarina
<b>DBO</b> – Demanda Bioquímica de Oxigênio	<b>SDM</b> – Secretaria de Desenvolvimento Metropolitano e Meio Ambiente de Santa Catarina
<b>DBR</b> – Documento Base de Referência do PNRH	<b>SDS</b> – Secretaria de Desenvolvimento Sustentável – SC
<b>DHN</b> – Divisão Hidrográfica Nacional	<b>Sema</b> – Secretaria Estadual do Meio Ambiente – RS
<b>DRH</b> – Departamento de Recursos Hídricos – RS	<b>SERH</b> – Sistema Estadual de Recursos Hídricos
<b>DRHI</b> – Diretoria de Recursos Hídricos – SC	<b>SEUC</b> – Sistema Estadual de Unidades de Conservação
<b>EPE</b> – Empresa de Pesquisas Energéticas do Ministério de Minas e Energia	<b>Siagas</b> – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas da CPRM
<b>Fatma</b> – Fundação de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina	<b>SINGREH</b> – Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
<b>FEE</b> – Fundação de Economia e Estatística – RS	<b>Sisnama</b> – Sistema Nacional de Meio Ambiente
<b>Fepam</b> – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Luis Henrique Roessler – RS	<b>SNUC</b> – Sistema Nacional de Unidades de Conservação
<b>FGV</b> – Fundação Getúlio Vargas	<b>SRH/MMA</b> – Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente
<b>FNMA</b> – Fundo Nacional do Meio Ambiente	<b>STD</b> – Sólidos Totais Dissolvidos
<b>GTCE</b> – Grupo Técnico de Coordenação e Execução do PNRH	<b>TDR</b> – Termos de Referência
<b>IBGE</b> – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	<b>UC</b> – Unidade de Conservação
<b>IDH</b> – Índice de Desenvolvimento Humano	<b>UFRGS</b> – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
<b>IPH</b> – Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS	<b>UFSM</b> – Universidade Federal de Santa Maria
<b>MAB</b> – Movimento dos Atingidos por Barragens	<b>UHE</b> – Usina Hidroelétrica
<b>MAPA</b> – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	<b>VA</b> – Valor Agregado ao PIB
<b>MME</b> – Ministério de Minas e Energia	
<b>MST</b> – Movimento dos Sem Terra	
<b>OD</b> – Oxigênio Dissolvido	

# Apresentação

*Este documento tem por base os estudos regionais desenvolvidos para subsidiar a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH.*

*Os Cadernos das Regiões Hidrográficas são estudos voltados para o estabelecimento de um Diagnóstico Básico e de uma Visão Regional dos Recursos Hídricos de cada uma das 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras, destacando-se seu forte caráter estratégico.*

*Dentro dos trabalhos do PNRH, cada Caderno de Região Hidrográfica apresenta estudos retrospectivos, avaliação de conjuntura, e uma proposição de diretrizes e prioridades regionais. Para consubstanciar estes produtos, os documentos trazem uma análise de aspectos pertinentes à inserção macrorregional da região estudada, em vista das possíveis articulações com regiões vizinhas.*

*Este documento concretiza o Estudo da Região Hidrográfica do Uruguai, no âmbito do Plano Nacional de Recursos Hídricos.*

*O Estudo foi compilado a partir da elaboração do Caderno da Região Hidrográfica. Os Cadernos das Regiões Hidrográficas são estudos voltados para o estabelecimento de um Diagnóstico Básico e de uma Visão Regional dos Recursos Hídricos nas 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras. Destaca-se que estes documentos possuem um forte caráter estratégico, uma vez que o Estudo da Região Hidrográfica do Uruguai inclui estudos retrospectivos, avaliação de conjuntura, assim como a proposição de diretrizes e prioridades regionais.*

*O objetivo geral deste trabalho foi o desenvolvimento de estudos regionais (estudo retrospectivo e avaliação de conjuntura), para a Região Hidrográfica do Uruguai, como subsídio às etapas de cenarização e de planejamento regional do PNRH, e como base de informação para a participação qualificada no Seminário Regional e no Seminário Nacional de Consolidação de Diretrizes, Metas e Programas.*

*Seguindo estas definições e objetivos, este Estudo Regional subsidiou:*

- A consolidação dos relatórios:
  - Panorama e Estado dos Recursos Hídricos do Brasil;*
  - Águas para o Futuro: Cenários para 2020;*
  - Diretrizes;*
  - Programas Nacionais e Metas.**
- A participação qualificada no Seminário Regional e no Seminário Nacional de Consolidação de Diretrizes, Metas e Programas;*
- O desenvolvimento futuro de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e de Planos Estaduais de Recursos Hídricos.*

*O Caderno está dividido em sete capítulos. Após uma introdução, o primeiro capítulo aborda a construção do PNRH, a seguir é contextualizada a concepção geral do Caderno da Região Hidrográfica, destacando o processo de construção do mesmo. O terceiro capítulo apresenta uma abordagem dos recursos hídricos como desafio ao desenvolvimento regional, de forma a contextualizar o leitor quanto as principais limitações de utilização da água na Região Hidrográfica.*

*O quarto capítulo consiste no mais longo do documento. Aborda questões relativas ao conhecimento dos recursos hídricos regionais, superficiais e subterrâneos, sob a ótica da quantidade e da qualidade; ao conhecimento dos ecossistemas regionais e mecanismos de sustentabilidade; ao conhecimento dos aspectos sociais, econômicos e culturais; e, ao conhecimento do quadro legal e institucional ligado à gestão dos recursos hídricos. Assim, é estabelecido um panorama da Região Hidrográfica com ênfase nos aspectos relacionados à gestão de recursos hídricos.*

*O quinto capítulo, considerado pela Comissão Executiva da Região Hidrográfica do Uruguai como sendo o principal, propõe-se a apresentar uma análise de conjuntura da Região*

*Hidrográfica, abordando três questões: os principais problemas de eventuais usos hegemônicos da água; os principais problemas e conflitos pelo uso da água; e as vocações regionais e seus reflexos sobre os recursos hídricos.*

*Após a espacialização das correlações possíveis e a explicitação dos conflitos, expostas no capítulo seis, o sétimo e último capítulo traz as conclusões do Estudo. Por fim, apresentam-se as referências utilizadas.*

*Diante do exposto, fica à disposição da comunidade que se relaciona com recursos hídricos uma sistematização da informação disponível sobre a Bacia do Rio Uruguai em território brasileiro, que se configura na Região Hidrográfica do Uruguai para fins do Plano Nacional de Recursos Hídricos, conforme a Resolução CNRH n.º 32/2003.*

*Conforme as diretrizes para a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2000), “mais importante do que se contar imediatamente com todas as informações necessárias ao PNRH, com o nível de precisão desejável, é programar a sua elaboração de forma a obter aperfeiçoamentos progressivos, indicando-se sempre a necessidade de obtenção de melhores dados”. Nesse contexto, os Cadernos Regionais apresentam informações mais detalhadas do que aquelas constantes da primeira versão do PNRH (2006), que servirão de subsídio às revisões periódicas do Plano, previstas na Resolução CNRH n.º 58/2006. Também a integração de bancos de dados das diversas instituições geradoras de informações, conforme suas respectivas competências, conduzirá a um progressivo refinamento e harmonização dessas informações, a serem incorporados nas sucessivas reedições do PNRH.*

# 1 | Plano Nacional

A Lei n.º 9.433/1997, que institui a determinação constitucional, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – Singreh que estabelece os instrumentos da Política, entre os quais se destacam os Planos de Recursos Hídricos, definidos como planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o Gerenciamento dos recursos hídricos (art. 6º), devendo ser elaborados por bacia hidrográfica (Plano de Bacia), por Estado (Planos Estaduais) e para o País (Plano Nacional), conforme o art. 8º da referida lei.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, constitui-se em um planejamento estratégico para o período de 2005-2020, que estabelecerá diretrizes, metas e programas, pactuados socialmente por meio de um amplo processo de discussão, que visam assegurar às atuais e futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, com base no manejo integrado dos recursos hídricos.

O PNRH deverá orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como o Gerenciamento dos Recursos Hídricos no País, apontando os caminhos para o uso da água no Brasil. Dada à natureza do PNRH, coube à SRH, como órgão coordenador e formulador da Política Nacional de Recursos Hídricos, a coordenação para a sua elaboração (Decreto n.º 4.755 de 20 de junho de 2003).

O Plano se encontra inserido no PPA 2004-2007 e configura-se como uma das prioridades do Ministério do Meio Ambiente e do Governo Federal. Cabe ressaltar o caráter continuado que deve ser conferido a esse Plano Nacional de Recursos Hídricos, incorporando o progresso ocorrido e as novas perspectivas e decisões que se apresentarem.

Com a atribuição de acompanhar, analisar e emitir parecer sobre o Plano Nacional de Recursos Hídricos foi criada, no âmbito do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a Câmara Técnica do PNRH – CT-PNRH/CNRH, por meio da Resolução CNRH n.º 4, de 10 de junho de 1999. Para prover a necessária função executiva de elaboração do PNRH, a CT-PNRH/ CNRH criou o Grupo Técnico de Coordenação e Elaboração do Plano – GTCE/PNRH, composto pela Secretaria de Recursos Hídricos – SRH/MMA e pela Agência Nacional de Águas – ANA. O GTCE/PNRH configura-se, portanto, como o Núcleo Executor do PNRH, assumindo a função de suporte à sua execução técnica.

A base físico-territorial utilizada pelo PNRH segue as diretrizes estabelecidas pela Resolução CNRH n.º 30, de 11 de dezembro de 2002, adota como recorte geográfico para seu nível 1 a Divisão Hidrográfica Nacional, estabelecida pela Resolução CNRH n.º 32, de 15 de outubro de 2003, que define 12 regiões hidrográficas para o País.

No âmbito das 12 Regiões Hidrográficas Nacionais foi estabelecido um processo de discussão regional do PNRH. Essa etapa é fundamentalmente baseada na estruturação de 12 Comissões Executivas Regionais – CERs, na realização de 12 Seminários Regionais de Prospectiva e de 27 Encontros Públicos Estaduais. As CERs, instituídas através da Portaria Ministerial no 274, de 4 de novembro de 2004, têm a função de auxiliar regionalmente na elaboração do PNRH, bem como participar em suas diversas etapas.

Sua composição obedece a um equilíbrio entre representantes dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos, dos segmentos usuários da água, das organizações da sociedade civil e da União.

O processo de elaboração do PNRH baseia-se num conjunto de discussões, informações técnicas que amparam o processo de articulação política, proporcionando a conso-

lidação e a difusão do conhecimento existente nas diversas organizações que atuam no Sistema Nacional e nos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

## 2 | Conceção Geral

A elaboração do Estudo Regional da Região Hidrográfica do Uruguai constituiu-se num processo de construção a partir das informações disponíveis que tiveram as seguintes fontes principais:

- Base físico-territorial do PNRH – conjunto de informações georeferenciadas, que se constitui no Sistema de Informações do PNRH. É composta de informações relativas a DHN, aos Municípios brasileiros, às disponibilidades e demandas hídricas, qualidade da água, fatores ambientais, entre outros temas relevantes. Também integram esta base, informações disponibilizadas pelo IBGE e pela ANA.
- Documento da Fundação Getúlio Vargas (1998) intitulado “Plano Nacional de Recursos Hídricos” – extenso e completo diagnóstico da situação das Bacias Hidrográficas brasileiras. Também o integram informações relativas a prognósticos e programas a serem implementados.
- Documento Base de Referência do PNRH – Documento elaborado pela ANA, em 2003, e aprovado pela CT-PNRH do CNRH.

Documentos sínteses elaborados pelos dois Estados da Federação envolvidos foram também importante fonte de informação:

- Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: Diagnóstico Geral – SDM, 1997.
- Relatório Anual da Situação dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (SEMA, 2002).

Além destes, diversos diagnósticos e programas elaborados para as Bacias Hidrográficas que compõem a Região Hidrográfica também foram consultados e utilizados na elaboração do Estudo Regional.

Fator importante neste trabalho foi a constante consulta aos órgãos gestores de recursos hídricos dos dois Estados:

Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (Rio Grande do Sul) e Diretoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável (Santa Catarina). Os órgãos ambientais também foram importantes fontes de consulta como Fepam-RS e Fatma-SC.

As consultas e os contatos com membros da Comissão Executiva Regional da Região Hidrográfica do Uruguai - CERU foram fundamentais para nortear as expectativas quanto ao Estudo Regional. Esta interação já vinha ocorrendo anteriormente ao início efetivo dos trabalhos quando da participação do consultor, em maio de 2005, do Encontro Livre da CERU, realizado em São Miguel das Missões (RS).

Após, durante a elaboração do Plano de Trabalho, a CERU foi mais uma vez consultada e houve retorno, com valiosas contribuições, por parte de alguns de seus membros: Fepam-RS, Eletrobrás e Uniplac.

Depois de iniciado o processo de elaboração do Caderno Regional, houve mais uma oportunidade de encontrar com a CERU, em sua primeira reunião, realizada ao final de junho/2005 em Florianópolis. Nesta oportunidade foi apresentado o Plano de Trabalho e recebidas mais contribuições dos membros e demais presentes. A oportunidade foi aproveitada para a realização de visitas a Fatma-SC e a DRHI/SDS-SC, que renderam grandes contribuições ao trabalho.

Após a elaboração do texto do Caderno Regional, houve mais uma oportunidade de contato e troca de informações com a CERU, foi em Itá-SC, durante a 2ª reunião da Comissão, realizada nos dias 11 e 12 de agosto de 2005. Várias contribuições foram recebidas, e na medida do possível, foram incorporadas a esta versão do trabalho.

Em seguida à reunião, as contribuições continuaram chegando e foram sendo incorporadas, destacam-se importantes contribuições do Comitê Apuaê-Inhandava (RS), da Eletrobrás, do Comitê do Rio do Peixe (SC) e do Defap-Sema (RS).

Durante a realização do Seminário Regional, em Chapecó (SC), dia 16 de setembro, mais uma vez ocorreu o contato entre o consultor e os membros da CER, e que se repetiu na ocasião do Seminário Estadual do Rio Grande do Sul.

Considerando a proximidade física, as consultas ao DRH-Sema (RS) e a Fepam (RS) foram constantes e também muito contribuíram para a concretização do trabalho aqui apresentado.

Finalmente, o acompanhamento técnico realizado pela SRH/MMA também se constituiu numa importante ferramenta em busca do alcance dos objetivos propostos no Plano de Trabalho.

Assim, chegou-se a este Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai. Trata-se de um documento que precisa ser absorvido pelos responsáveis pela definição dos caminhos futuros da Bacia do Uruguai, de forma que estes possam contribuir, ainda mais, para o desenvolvimento e uma efetiva gestão de recursos hídricos na Bacia.

### 3 | Água: Desafios Regionais

Esse item, de caráter introdutório, tem o objetivo de contextualizar o leitor quanto aos desafios da disponibilização de água, no âmbito regional, em condições adequadas para a população, animais e usos diversos.

Seguindo este objetivo, a seguir será apresentada uma visão geral da problemática da Região Hidrográfica do Uruguai, de modo a caracterizar uma visão regional da Bacia, sob a ótica da utilização dos recursos hídricos e os conflitos decorrentes destes usos. Seis questões referentes à caracterização e a utilização dos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Uruguai foram escolhidas para constarem desta apresentação inicial.

A primeira das questões a serem abordadas refere-se a uma característica hidrológica da Bacia: possuir uma baixa capacidade de armazenamento. Esta característica lhe é atribuída devido à geomorfologia predominante: relevo acidentado no trecho alto da Bacia, seguido de um trecho mais plano na região da Campanha Gaúcha, com solo pouco profundo, o que faz com que o rio Uruguai escoe em leito rochoso. Esta característica implica em um regime de vazões que acompanha o regime de chuvas: quando da ocorrência de períodos de precipitações intensas, estas geram inundações nas áreas ribeirinhas; e da mesma forma, quando ocorrem períodos de estiagens, as vazões são bruscamente reduzidas, até mesmo comprometendo a garantia de atendimento das demandas. Como o regime de chuvas na Bacia é bastante variado, as vazões seguem este regime, o que dificulta o planejamento da utilização da água na Bacia.

Outra grande questão, diz respeito à utilização da água, no trecho alto da Bacia para geração de energia hidroelétrica. Mais uma vez, são as características topográficas do rio Uruguai e principais afluentes que garantem esta vocação. O

potencial hidráulico da Bacia é alto e os empreendimentos ali instalados têm bom desempenho, devido a possibilidade de aproveitar os vales encaixados dos cursos de água. Este uso tem gerado algum conflito, principalmente na ocasião da implantação de novos aproveitamentos.

Ainda no que se refere à utilização dos recursos hídricos, há mais uma área de concentração e uso hegemônico. Trata-se da região mais baixa do trecho médio do rio Uruguai, que possui vocação para a cultura do arroz irrigado. Em Sub-bacias como a do rio Ibicuí este uso é responsável pela expressiva maioria da demanda por água. Alguns conflitos de uso da água registrados na Bacia ocorrem em decorrência deste uso, que conflita com o abastecimento público nos períodos de verão, principalmente em anos de estiagens prolongadas.

Quando aos usos da água, resta a caracterização de um trecho intermediário, de transição entre os dois anteriores, onde ocorre o plantio de soja (em rotação com o milho, trigo e culturas conexas) e criação de suínos. Os conflitos de uso, neste caso, dizem respeito a qualidade da água nos pontos de captação, que é comprometida pelo lançamento de efluentes da suinocultura.

Outra questão relevante, que se configura num dos maiores desafios para a gestão de recursos hídricos na Bacia, é a ocorrência de problemas de abastecimento em Municípios do trecho alto da Bacia, principalmente do lado dos afluentes da margem direita (RS). Cidades como as da região de Erechim (RS) têm passado por sérios problemas de abastecimento de suas populações, principalmente no caso de eventos extremos de estiagem (como os últimos verões).

Finalmente, a questão da qualidade das águas na Bacia. De maneira geral, não se verifica a ocorrência de problemas relacionados à qualidade das águas, exceto em alguns casos

isolados: pequenos arroios próximos aos centros urbanos, por receberem esgotos domésticos não tratados; as áreas de intensa concentração suinícola, já comentadas, nas quais há lançamento de dejetos nos cursos de água ou aplicação exagerada em áreas de lavoura; e em áreas de atividade industrial intensa, nas quais também ocorre o lançamento de efluentes não tratados, como na região de Lages e Chapecó. Há ainda que se considerar o potencial poluidor associado à utilização de agrotóxicos nas regiões de agricultura mais intensa.

## 4 | Caracterização e Análise Retrospectiva da Região Hidrográfica

A caracterização da Região Hidrográfica do Uruguai estabelecerá um panorama da região, com foco na questão dos recursos hídricos, o caráter retrospectivo será dado pela interrelação deste panorama com o processo evolutivo de ocupação da região. Ao longo do capítulo são identificadas as potencialidades e os conseqüentes comprometimentos e restrições de uso dos recursos ambientais, com ênfase nos recursos hídricos.

A seguir, será identificado um conjunto de temas, que guardam estreita interdependência, e que vão se revelando ao longo o texto que apresenta a Região Hidrográfica do Uruguai. Maior ênfase será dada ao conhecimento dos recursos hídricos regionais, tanto superficiais como subterrâneos, considerando aspectos relacionados com a quantidade e a qualidade das águas. Outro tema relevante diz respeito ao conhecimento dos biomas e ecossistemas regionais, propondo-se mecanismos de sustentabilidade, conforme previsto nas ações dos entes do Sistema Nacional (e Estaduais) de Unidades de Conservação.

O conhecimento dos aspectos sociais, econômicos e culturais, possibilita a compreensão das relações do homem com a água, inclusive no que se refere as formas de utilização dos recursos hídricos para as diversas finalidades, que também serão caracterizadas a seguir.

Finalmente, o conhecimento do quadro legal e institucional ligado à gestão ambiental, e especialmente dos recursos hídricos, ajuda na proposição de ações futuras para o fortalecimento do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, bem como dos sistemas estaduais das duas unidades da federação envolvidas. Este diagnóstico também possibilitará compreender as fragilidades percebidas em certas áreas da Bacia, uma vez que o modelo de gerenciamento previsto na legislação ainda não se encontra totalmente implementado.

### 4.1 | Caracterização Geral da Região Hidrográfica

O rio Uruguai é formado da confluência do rio Pelotas com o rio Canoas, a partir daí percorre um percurso de 2.200km de extensão, até a sua foz no estuário do rio da Prata. No início deste longo caminho, o rio Uruguai divide os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, em seu trecho nacional. Após, em seu trecho compartilhado, o rio Uruguai materializa a fronteira entre o Brasil e a Argentina, a seguir, deixa de banhar o território brasileiro, servindo de fronteira para o Uruguai e a Argentina.

A área total drenada pelo rio, que se configura na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai (conforme Resolução CNRH n.º 30/2003), é de cerca de 385.000km<sup>2</sup>, destes, 45% (ou seja, 174.412km<sup>2</sup>) estão situados em território nacional, o que corresponde a Região Hidrográfica do Uruguai para fins do PNRH (conforme Resolução CNRH n.º 32/2003).

A citada resolução divide o país em 12 Regiões Hidrográficas (conforme pode ser observado no Quadro 1 e na Figura 1), a menor delas é a Região Hidrográfica Uruguai, que corresponde a apenas 2% do território do país. Apesar de sua pequena expressão territorial, as atividades agroindustriais e o potencial hidrelétrico colocam a Região Hidrográfica do Uruguai em lugar de destaque no cenário nacional.

Quadro 1 - Divisão Hidrográfica Nacional (Resolução CNRH n.º 32/2003)

Região Hidrográfica	Área* (km <sup>2</sup> )	% Território Brasileiro
Amazônica	3.843.402,0	45,1%
Tocantins-Araguaia	967.059,0	11,3%
Atlântico Nordeste Ocidental	254.100,0	3,0%
Parnaíba	334.113,0	3,9%
Atlântico Nordeste Oriental	287.348,0	3,4%
São Francisco	636.920,0	7,5%
Atlântico Leste	374.677,0	4,4%
Paraguai	363.447,0	4,3%
Paraná	879.860,0	10,3%
Atlântico Sudeste	229.972,0	2,7%
Atlântico Sul	185.856,0	2,2%
Uruguai	174.412,0	2,0%
<b>Brasil (Total)</b>	<b>8.531.166,0</b>	<b>-</b>

Fonte: DBR-PNRH (2003)

\* Área em território brasileiro

A população total da Bacia era, em 2000, de 3.834.652 habitantes, o que corresponde a 2,3% da população brasileira, conforme o Quadro 2. Assim, a Bacia configura-se como a terceira de menor população da DHN. Comparando o percentual da 2,0% do território nacional e 2,3% da população. A Região Hidrográfica vizinha, Atlântico Sudeste, é a de maior discrepância entre estes percentuais, uma vez que reúne 15,1% da população em apenas 2,2% do território nacional.

### Região Hidrográfica do Uruguai: a Bacia e suas Sub-bacias

Após a confluência de seus formadores, o rio Uruguai escoia na direção leste-oeste como divisa entre Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Recebe importantes contribuições dos rios do Peixe, Irani, Chapecó e Antas (margem direita ou Catarinense) e ainda dos rios Apuaê (ou Ligeiro), Inhandava (ou Forquilha), Passo Fundo, da Várzea e Guarita (afuentes da margem esquerda ou gaúcha). Ao receber as águas do rio Peperi-Guaçu, toma a direção sudoeste, passando a seu trecho fronteiro, onde recebe as seguintes afluições, todas pela margem esquerda (em território nacional): Turvo,

Santa Rosa, Santo Cristo, Ijuí, Icamaguã. Piratini, Butuí e Ibucuí. Após a afluição do rio Quaraí, deixa de banhar o território brasileiro, dirigindo-se para o sul, passando a dividir a Argentina e o Uruguai, até sua foz.

Quadro 2 - Divisão Hidrográfica Nacional (Resolução CNRH n.º 32/2003)

Região Hidrográfica	População*	% População Brasileira
Amazônica	7.609.424	4,5%
Tocantins-Araguaia	7.890.714	4,7%
Atlântico Nordeste Ocidental	4.742.431	2,8%
Parnaíba	3.630.431	2,1%
Atlântico Nordeste Oriental	21.606.881	12,7%
São Francisco	13.297.955	7,8%
Atlântico Leste	13.641.045	8,0%
Paraguai	1.887.401	1,1%
Paraná	54.639.523	32,1%
Atlântico Sudeste	25.644.396	15,1%
Atlântico Sul	11.592.481	6,8%
Uruguai	3.834.652	2,3%
<b>Brasil (Total)</b>	<b>170.017.334</b>	<b>-</b>

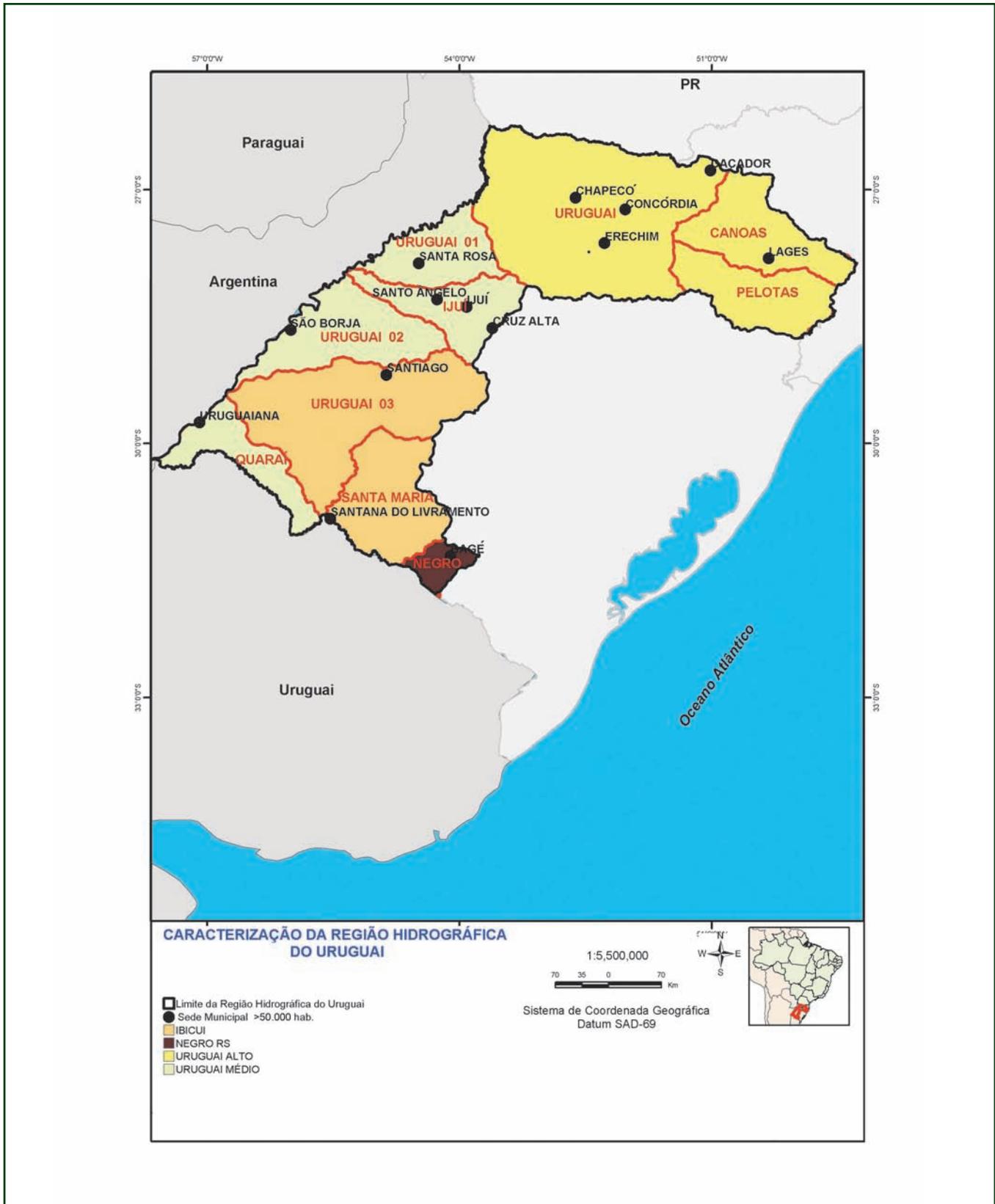
Fonte: DBR-PNRH (2003)

\* Dados do Censo 2000

A Região Hidrográfica, que corresponde à projeção da área de Bacia em território nacional, possui 73% de sua área no Rio Grande do Sul e 27% em Santa Catarina. Seguindo os critérios da metodologia de Otto Pfafstetter, conforme preconiza a Resolução CNRH n.º 30/2003, para a preparação da Base Física Territorial para o PNRH, a Região Hidrográfica foi dividida em quatro (4) Sub-bacias de nível 1. Estas quatro Sub-bacias foram sub-divididas em 10 unidades, aqui chamadas de Sub-bacias de nível 2 (Figura 1):

- Sub-bacia do Rio Uruguai – Trecho Alto
  - Sub-bacia do Rio Pelotas
  - Sub-bacia do Rio Canoas
  - Sub-bacia Uruguai (trecho) Nacional
- Sub-bacia do Rio Uruguai – Trecho Médio
  - Sub-bacia do Uruguai 1 (Turvo e outros)
  - Sub-bacia do Rio Ijuí
  - Sub-bacia Uruguai 2 (Butuí, Piratinim e outros)
  - Sub-bacia do Rio Quaraí (e outros)
- Sub-bacia do Rio Ibicuí
  - Sub-bacia do Rio Santa Maria
  - Sub-bacia Uruguai 3 (Ibicuí)
- Sub-bacia do Rio Negro

O Quadro 3 apresenta as áreas de cada uma das Sub-bacias listadas anteriormente, conforme dados da Base Físico-Territorial fornecida pela Secretária de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente. São apresentados ainda os nomes propostos para as Sub-bacias, de modo a possibilitar uma melhor identificação por parte do leitor. Ressalta-se que ao longo do documento é utilizado o nome que consta da base de dados do PNRH, mas sempre que possível, são mencionados os rios principais de cada unidade. A Figura 2 apresenta a hidrografia da Região Hidrográfica do Uruguai enquanto que a Figura 3 indica a variação do relevo da Bacia. Percebe-se que no trecho alto ocorrem rios de corredeiras, curtos, com baixo tempo de concentração, e a medida que o rio Uruguai se dirige para seu trecho médio (Campanha Gaúcha), os rios tornam-se mais extensos e menos declivosos.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 1 - Região Hidrográfica do Uruguai – localização e caracterização geral

Quadro 3 - Sub-Divisão Hidrográfica da Região Hidrográfica do Uruguai

Região Hidrográfica	Área (km <sup>2</sup> )	Sub-bacias Nível 1		Sub-bacias Nível 2	
		Nome	Área (km <sup>2</sup> )	Nome	Área (km <sup>2</sup> )
U R U G U A I	174.118,0	Uruguai Alto	76.209,0	Pelotas	13.227,0
				Canoas	14.898,0
				Uruguai (trecho) Nacional	48.084,0
		Uruguai Médio	47.581,0	Uruguai 1 (Turvo e outros)	10.810,0
				Ijuí	10.849,0
				Uruguai 2 (Butuí, Pirtinim e outros)	16.465,0
				Quaraí (e outros)	9.457,0
		Ibicuí	47.320,0	Santa Maria	15.784,0
				Uruguai 3 (Ibicuí)	31.536,0
		Negro	3.008,0	Negro	3.008,0

Fonte: Base Físico-Territorial – PNRH

### Sub-bacia do Rio Uruguai – Trecho Alto

Esta Sub-bacia compreende os dois formadores do rio Uruguai e seu trecho inteiramente em território brasileiro. Compreende uma área de 76.209km<sup>2</sup>, de relevo com grande declividade, com cotas variando de cerca de 1.600m a 160m, segundo a ANEEL (2000).

Neste trecho o rio Uruguai tem alto potencial hidrelétrico, o que é garantido por este intenso gradiente de relevo. Os mais populosos Municípios da Região Hidrográfica estão nesta Sub-bacia, são eles: Lages e Chapecó.

Esta Bacia foi sub-dividida em três: uma para cada formador dos rios Uruguai, Pelotas e Canoas, e mais uma para o trecho em território nacional, Uruguai Nacional, descritas a seguir.

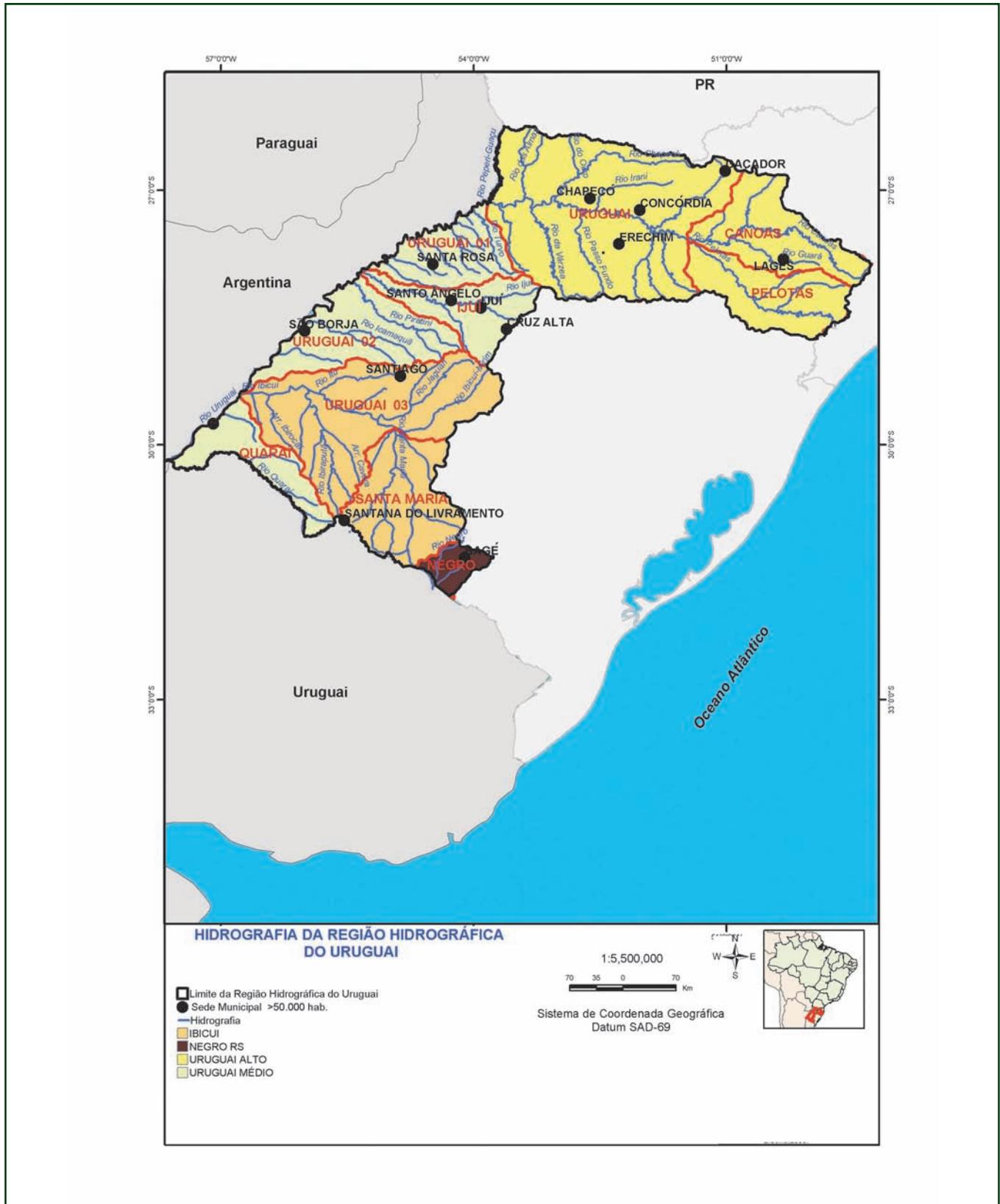
#### – Sub-bacia do Rio Pelotas

A Sub-bacia do Rio Pelotas tem área de drenagem de 13.227km<sup>2</sup>. Trata-se de um rio de domínio da União, uma vez que o rio Pelotas faz a divisa entre os Estados

do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Os principais afluentes pelo lado catarinense (margem direita) são os rios Lava-Tudo, Pelotinhas, Vacas Gordas e Lajeado dos Portões. Já no lado gaúcho, destacam-se os rios Santana e Bernardo José.

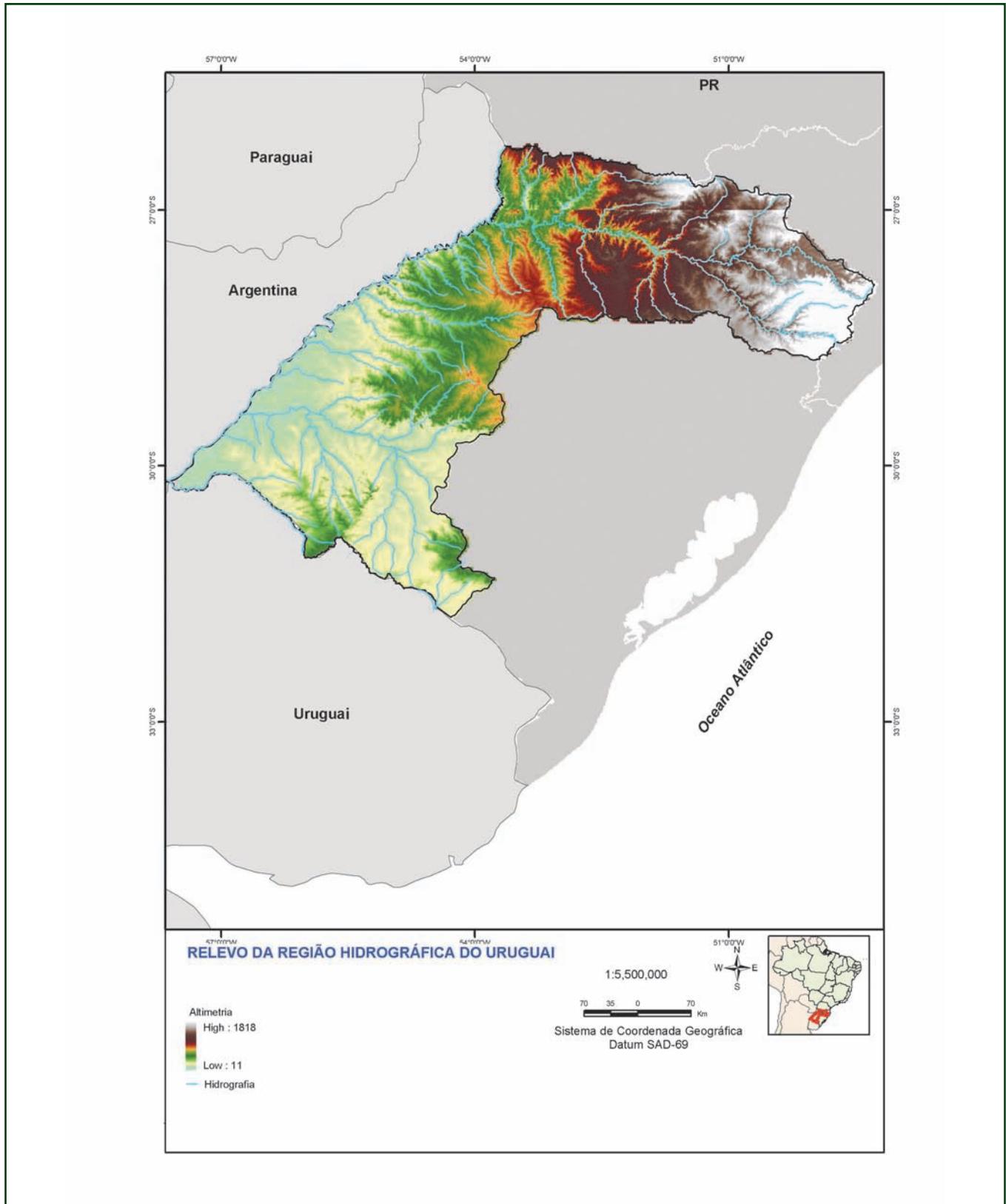
Trata-se de uma Bacia com baixa ocupação antrópica. Os maiores Municípios São Vacaria (RS), parcialmente inserido na Bacia, e São Joaquim (SC). Destacam-se a pecuária e o cultivo de maçã na região.

No lado do Rio Grande do Sul, a Sub-bacia ocupa uma parte da unidade U010 (Apuaê – Inhandava) do SERH-RS. Em Santa Catarina, a Sub-bacia insere-se na RH4, Sub-bacia do Rio Pelotas. Destaca-se a existência da UHE Machadino e da UHE Barra Grande e a possibilidade futura de instalação da UHE Pai Querê, todas no próprio rio Pelotas.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 2 - Região Hidrográfica do Uruguai – Sub-bacias e hidrografia principal



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 3 - Relevo da Região Hidrográfica do Uruguai

**Sub-bacia do Rio Canoas**

Totalmente inserido no Estado de Santa Catarina, o rio Canoas possui uma Bacia de 14.989km<sup>2</sup>, constituindo-se na maior Bacia do Estado.

A cidade de Lages, maior população da Região Hidrográfica, insere-se nesta Sub-bacia, que tem população superior a 410.000 habitantes. Na Bacia está em implantação a UHE de Campos Novos, no rio Canoas.

**Sub-bacia Uruguai Nacional**

Com área de 48.984km<sup>2</sup>, esta Sub-bacia compreende a porção do rio Uruguai em território brasileiro. Trata-se da maior das 10 Sub-bacias em estudo na Região Hidrográfica, e também a de maior população, superior a 1.700.000 habitantes.

Trata-se da Sub-bacia de maior concentração industrial, inclusive apresentando comprometimento da qualidade dos recursos hídricos, a partir das fontes poluidoras de origem industrial. Destaca-se também a intensa atividade suinícola. Na Bacia destacam-se a UHE Passo Fundo, no rio de mesmo nome, e a UHE de Itá, no rio Uruguai. Há ainda a possibilidade da implantação da UHE Foz do Chapecó, no rio Uruguai, e da UHE Monjolinho, no rio Erechim (RS).

No lado catarinense, encontram-se as Bacias dos rios do Peixe e Jacutinga (Região Hidrográfica 3); Irani e Chapecó (Região Hidrográfica 2); e das Antas e Peperi-Guaçu (Região Hidrográfica 1). No lado gaúcho localizam-se as Bacias dos rios: Aupaê e Inandava (U010), Passo Fundo (U020), Várzea e Guarita (U100). O rio Chapecó é o maior da Bacia. O rio Peperi-Guaçu é um rio de domínio da União por servir de fronteira entre o Brasil e a Argentina.

**Sub-bacia do Rio Uruguai – Trecho Médio**

A partir desta Sub-bacia o rio Uruguai passa a condição de fronteiro. Assim, as Bacias que a integram referem-se as áreas em território brasileiro, mais especificamente do Rio Grande do Sul. São 47.581km<sup>2</sup>, que a qualificam como uma região de grande diversidade de usos, pois a Bacia se estende por um longo trecho do Estado.

Assim, nesta Sub-bacia, podem ser encontrados rios com

grande potencial hidrelétrico, como o Ijuí, e também áreas com vocação para irrigação de arroz, como a Sub-bacia do Rio Quaraí. São quatro as sub-divisões desta Sub-bacia, três delas delimitam Bacias contíguas: Uruguai 1, Uruguai 2 e Quaraí, e uma Bacia Hidrográfica: Ijuí.

**Sub-bacia do Uruguai 1 (Turvo e outros)**

A Sub-bacia Uruguai 1 corresponde a unidade U030 da divisão do Rio Grande do Sul em Bacias Hidrográficas, conhecida como a Bacia dos rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo. Em verdade, trata-se de um conjunto de Bacias contíguas de sete afluentes do rio Uruguai: Turvo, Lajeado Grande, Buricá, Santa Rosa, Santo Cristo, Amandaú e Comandai.

A Bacia ocupa uma área de 10.810km<sup>2</sup>, com uso do solo destinado a cultura da soja, em rotação com milho e outras culturas relacionadas a esta: feijão, trigo, aveia etc. Por se tratarem de pequenos cursos de água, com no máximo, 2.500km<sup>2</sup> de área de drenagem, o potencial hidrelétrico da Sub-bacia é baixo, apesar de existirem algumas pequenas centrais de geração de energia. Outro uso da água que se reveste de importância é a suinocultura, com forte potencial de poluição de mananciais, inclusive os utilizados para abastecimento público.

Na Bacia destaca-se o Parque Estadual do Turvo, no extremo norte da mesma, onde se encontram as cataratas do Yucumã que marcam a divisa entre o trecho alto e médio do rio Uruguai.

**Sub-bacia do Rio Ijuí**

A Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí possui área de 10.849km<sup>2</sup>. Seu rio principal, de mesmo nome, caracteriza-se por um extremo potencial hidrelétrico, ainda pouco explorado, mas com grande possibilidade de vir a ser em curto prazo. O uso do solo também é marcado pela cultura de soja, de forma análoga a Bacia anterior, porém com maior utilização de irrigação por pivô central.

Esta Sub-bacia coincide com a unidade U090 do SERH-RS, e foi palco de um estudo pioneiro, realizado pela Fepam, em busca de diretrizes para o licenciamento ambiental de atividades do setor de geração de energia hidroelétrica na Bacia.

### ***Sub-bacia Uruguai 2 (Butuí, Piratinim e outros)***

Esta Sub-bacia representa mais um conjunto de Bacias contíguas de afluentes do rio Uruguai, que ocupam uma área de 16.465km<sup>2</sup>, configurando a maior unidade da Sub-bacia Uruguai Médio. São três os rios principais: Piratini, Icamaquã e Butuí. A unidade U040 da divisão do Rio Grande do Sul (Butuí – Piratinim – Icamaquã) está totalmente inserida nesta unidade, que abrange ainda um trecho da U050.

Caracteriza-se como uma região de transição entre o planalto e a Campanha. Assim é possível encontrar um rio com potencial de geração de energia, como o Icamaquã, como também uma área com vocação para o plantio de arroz, como a Bacia do Butuí. Esta transição no potencial é uso do solo e da água vai acompanhando a mudança no relevo da Bacia. Merece destaque a região do Banhado São Donato, na porção sudoeste da Bacia. Há ainda que se considerar a possibilidade da implantação de uma UHE no rio Uruguai que alteraria as condições locais, a usina de Garabi.

### ***Sub-bacia do Rio Quaraí***

A Sub-bacia do Rio Quaraí ocupa uma área de 9.457km<sup>2</sup>, caracterizando-se como a menor desta unidade. Encontra-se fisicamente separada das outras três Sub-bacias pela Bacia do Rio Ibicuí.

O rio Quaraí é um curso de água de domínio da União, pois materializa parte da fronteira entre o Brasil e o Uruguai. Na região destaca-se a utilização dos recursos hídricos para irrigação de arroz e também há registros de conflitos relacionados com o aporte de esgotos não tratados nos cursos de água da Bacia. Nesta unidade encontra-se ainda o rio Touro Passo, afluente do rio Uruguai, onde também se destaca a irrigação de arroz. Comparando-se com a divisão do Rio Grande do Sul em Bacias Hidrográficas, encontra-se aqui a unidade U060 (Quaraí) e parte da U050 (Ibicuí).

### ***Sub-bacia do Rio Ibicuí***

Esta unidade corresponde à Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí, incluindo seu afluente principal o rio Santa Maria. A área de drenagem é de 47.320km<sup>2</sup>, nos quais se destaca a irrigação de arroz em rotação com a pecuária bovina.

Trata-se de uma Bacia bem característica do médio Uruguai, com rios de Campanha, que foi sub-dividida em duas, de acordo com os dois grades rios da Bacia: Sub-bacia do Rio Santa Maria e Sub-bacia Uruguai 3, que corresponde aos demais afluentes do rio Ibicuí, além dele mesmo.

### ***Sub-bacia do Rio Santa Maria***

Trata-se da unidade U070 do SERH-RS, ocupando uma área de 15.784km<sup>2</sup>. Na Bacia destaca-se a utilização amplamente majoritária dos recursos hídricos para irrigação de arroz, o que tem gerado conflitos com o abastecimento público, principalmente em ocasiões de estiagens extremas.

Destaca-se a existência de um plano de desenvolvimento para a Bacia, baseado na construção de operação de um conjunto de barramentos para regularização de vazões para irrigação. A Bacia possui o Comitê de Gerenciamento mais antigo da Região Hidrográfica, sendo o terceiro mais antigo do país.

### ***Sub-bacia Uruguai 3 (Ibicuí)***

Ocupando uma área de 31.536km<sup>2</sup>, esta unidade abrange um conjunto de contribuintes do rio Ibicuí, além do próprio. Todos tem utilização predominante para a irrigação de arroz. São rios como: Ibicuí-Mirim, Toropi, Jaguarí, Miracatu e Itu (pela margem direita); e Ibiratpuitã, Inhanduí e Ibirocaí (pela margem esquerda).

A Bacia não apresenta conflitos tão graves quanto no caso anterior, Santa Maria, uma vez que ocorre uma menor concentração de uso e uma maior disponibilidade hídrica, como poderá ser visto nos capítulos seguintes.

### ***Sub-bacia do Rio Negro***

Finalmente, a Bacia do Rio Negro, que não sofre sub-divisões, abrange as nascentes deste importante curso de água que atravessa a República do Uruguai, desaguando no rio Uruguai já próximo à sua foz. Assim, o rio Negro configura-se como um curso de água de domínio da União, uma vez que atravessa a fronteira do Brasil com o Uruguai. A Bacia possui uma pequena área, para os padrões desta Região Hidrográfica, de 3.008,0km<sup>2</sup>, onde ocorre utilização da água para irrigação de arroz. A Sub-bacia coincide com a unidade U080 do SERH-RS.

## Clima Regional

O clima da Região Hidrográfica Uruguai é temperado, apresentando uma regular distribuição intra-anual de chuvas, porém com alguma elevação no período de maio a setembro, coincidindo com o inverno. Segundo o DBR-PNRH, a precipitação média anual é de 1.784mm, com temperatura média anual variando entre 16 e 20°C, e evapotranspiração média anual de 1.041mm.

A disponibilidade hídrica natural da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai é muito influenciada por importantes variações espaciais e temporais de alguns dos parâmetros climáticos, como o regime pluviométrico, o que se reflete nas atividades desenvolvidas, principalmente na agricultura.

Este item apresenta uma compilação da descrição das variáveis climáticas de maior significância para a elaboração do balanço hídrico. Ressalta-se que no capítulo referente à disponibilidade hídrica maior destaque será dado à precipitação e à evaporação.

### *Classificação Climática*

Para toda a Região Sul, a circulação atmosférica refere-se aos sistemas de massas de ar tropicais e polares, que é regulada pelo choque das mesmas (frente polar). As principais massas de ar que atuam nesta região são Tropical Atlântica (Ta), Polar Atlântica (Pa), Tropical Continental (Tc) e Equatorial Continental (Ec), sendo que as duas primeiras predominam alternadamente em todas as estações (FGV, 1998).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da Bacia é classificado como Cfa e Cfb. Em ambos os casos comporta-se como uma região de Clima Temperado, onde a temperatura do mês mais frio oscila entre -3° e 18°C, apresentando chuvas em todas as estações. Nas áreas nas quais a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C, áreas de relevo mais baixo, próximas ao rio Uruguai, o clima é classificado como sendo subtropical (Cfa), em contraponto nas áreas de temperatura do mês mais quente inferior a esta, ou seja, nas partes mais altas da Bacia, o clima é temperado – Cfb (FGV, 1998).

### *Caracterização de Temperaturas*

Durante a maior parte do ano, há a influência da Massa Tropical Atlântica sobre as temperaturas. No inverno,

entretanto, a Massa Polar Atlântica assume importância na definição do clima, sendo sua intensidade e inter-relação com a Massa Tropical variáveis a cada ano, gerando ora invernos com temperaturas baixas durante grande parte da estação, ora grandes variações climáticas, com contrastes térmicos. No verão, pode haver a influência da Massa Equatorial Continental, principalmente nas áreas mais ao norte da Bacia (FGV, 1998).

A elevação do relevo leva ao abaixamento das temperaturas e à formação de centros de mínimas, como nas cabeceiras dos rios Pelotas e Canoas. Os Municípios catarinenses de São Joaquim, Água Doce, Caçador, Lebon Régis, Santa Cecília, Curitiba, Lages e Urubici têm a temperatura média anual inferior a 15°C (EMPASC, 1978 apud FGV, 1998).

O vale do Uruguai, devido ao efeito de continentalidade, apresenta temperaturas mais elevadas comparativamente com o restante dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O gradiente de variação das temperaturas varia conforme o relevo: há uma variação mais brusca nas regiões de cabeceiras, onde o relevo é mais movimentado, e uma maior uniformidade na temperatura quando o relevo suaviza. As temperaturas mais baixas ocorrem no período de junho a agosto e as mais elevadas de dezembro a fevereiro.

### *Insolação*

A insolação é afetada pela nebulosidade, que, na região, diminui em cerca de 40 a 50% o total das horas de insolação ao ano. Assim, as áreas em torno de Santa Maria e Vacaria (RS) são as que apresentam menor insolação anual, enquanto que, na planície do rio Uruguai, a insolação atinge seu valor máximo, com mais de 2.500 horas anuais (FGV, 1998).

### *Umidade Relativa*

Em geral, as diferenças entre os valores mensais extremos de umidade relativa não são expressivas, apresentando-se com valores mais baixos no verão (entre 50 e 60%) e mais elevados no inverno (acima de 75%). Na planície do rio Uruguai, em virtude da menor altitude e da maior continentalidade, a umidade relativa costuma ser mais baixa (mínimas de 50% em Uruguaiana) do que a correspondente às áreas das nascentes, próximas ao planalto – mínimas de 65% em Erechim (FGV, 1998).

### Ventos

Os ventos predominantes na Bacia são de leste ou de nordeste (aliseos). Isso se deve a existência de um centro de alta pressão sobre o Atlântico Sul, entre os paralelos 20° e 40°, e de uma zona de baixa pressão sobre o continente, determinando a formação de correntes de ar nestes sentidos.

No verão, predominam os ventos do leste, com mais constância e regularidade. No outono, há equilíbrio entre os valores de pressão do continente e do oceano, quase não ocorrendo ventos. No inverno, apesar do deslocamento da zona de altas pressões para o norte, predominam os ventos do leste, embora apresentem menor intensidade que aqueles provenientes do oeste. O miniano, vento de sudoeste, apresenta pequena duração e aparições periódicas, mesmo na região da Campanha, onde é mais observado. Finalmente, na primavera permanece o regime misto de ventos leste/oeste, com predomínio dos primeiros. É a estação com maior incidência de ventos, principalmente nos meses de setembro e outubro (FGV, 1998).

### A População da Região Hidrográfica do Uruguai, sua Divisão Política e Municípios Polarizadores

Segundo o Censo de 2000 do IBGE, a população da Região Hidrográfica do Uruguai, em 2000, era de 3.834.654 habitantes. O Quadro 4 apresenta a população total em cada uma das sub-divisões, bem como a densidade populacional em todas elas. A maior densidade é verificada na unidade rio Negro, seguida da Uruguai Nacional, Uruguai 1 e Ijuí. A densidade populacional da Região Hidrográfica é de 22,4 hab/km<sup>2</sup>. A maior população encontra-se na Sub-bacia Uruguai Nacional, onde reside uma população superior a 1.740.000 habitantes. A menor população é encontrada na Sub-bacia do Rio Pelotas, com menos de 90.000 habitantes. Esta Sub-bacia e a Uruguai 3, são as de menor densidade populacional.

Quadro 4 - População e densidade populacional na Região Hidrográfica do Uruguai

	Sub-bacias Nível 1			Sub-bacias Nível 2		
	Nome	População (hab)	Densidade Populacional (hab/km <sup>2</sup> )	Nome	População (hab)	Densidade Populacional (hab/km <sup>2</sup> )
U R U G U A I	Uruguai Alto	2.243.474	29,44	Pelotas	89.141	6,74
				Canoas	412.653	27,70
				Uruguai Nacional	1.741.680	36,22
	Uruguai Médio	1.099.849	23,12	Uruguai 1	388.076	35,90
				Ijuí	363.800	33,53
				Uruguai 02	194.093	11,79
				Quaraí	153.880	16,27
	Ibicuí	444.470	9,39	Santa Maria	186.374	11,81
				Uruguai 03	258.096	8,18
	Negro	110.598	36,77	Negro	110.598	36,77

Fonte: Base Físico-Territorial – PNRH

Quando separada em urbana e rural a população da Região Hidrográfica do Uruguai tem distribuição apresentada no Quadro 5. Observa-se um índice de população urbana de 68%, sendo a Sub-bacia do Rio Quaraí a que apresenta o maior valor, superior a 90%. Este patamar também é superado nas Sub-bacias dos rios Santa Maria e Negro. A Sub-bacia do Rio Pelotas é a de maior índice de população rural, de quase 75%. Estes indicadores de população urbana e rural serão importantes na explicação dos problemas ambientais que a serem discutidos no capítulo referente ao diagnóstico das demandas de uso da água.

A população pode ainda ser classificada segundo o gênero, como pode ser observado no Quadro 6. Atualmente tem ganhado força e relevância o estudo das questões de gênero e sua relação com a gestão de recursos hídricos, principalmente em trabalhos de mobilização da sociedade para o uso racional e conservação da água. O que se percebe e que há

certo equilíbrio de gênero na população da Região Hidrográfica bem como em todas as Sub-bacias.

Quanto à divisão política, segundo o DBR-PNRH são 388 os Municípios inseridos na Região Hidrográfica do Uruguai, sendo que 355 com sua sede dentro da Região Hidrográfica. Destes, merecem destaque Lages e Chapecó (SC) e Uruguiana, Bagé, Erechim, Santana do Livramento, Alegrete e Ijuí (RS). O Quadro 7 apresenta os 20 maiores Municípios (em termos populacionais) da Região Hidrográfica, todos eles com a sede na Bacia, indicando a Sub-bacia na qual se insere e seu percentual de inserção na Bacia. Estes Municípios constituem os pólos de desenvolvimento da Região Hidrográfica, que possui a particularidade de não incluir nenhuma Capital de Unidade da Federação. Na Figura 1 foram apresentadas as sedes municipais dos Municípios com mais de 50.000 habitantes.

Quadro 5 - População urbana e rural na Região Hidrográfica do Uruguai

Região Hidrográfica	Sub-bacias Nível 1	Sub-bacias Nível 2						
		Nome	População Total (hab)	% Pop. Região Hidrográfica	Pop. Urbana (hab)	% Pop. Urbana	Pop. Rural (hab)	% Pop. Rural
URUGUAI	Uruguai Alto	Pelotas	89.141	2,3%	22.546	25,3%	66.595	74,7%
		Canoas	412.653	10,6%	341.435	82,7%	71.218	17,3%
		Uruguai Nacional	1.741.680	44,7%	1.052.229	60,4%	689.451	39,6%
	Uruguai Médio	Uruguai 1	388.076	10,0%	221.356	57,0%	166.720	43,0%
		Ijuí	363.800	9,3%	272.429	74,9%	91.371	25,1%
		Uruguai 02	194.093	5,0%	147.383	75,9%	46.710	24,1%
		Quaraí	153.880	3,9%	143.463	93,2%	10.417	6,8%
	Ibicuí	Santa Maria	186.374	4,8%	169.515	91,0%	16.859	9,0%
		Uruguai 03	258.096	6,6%	188.038	72,9%	70.058	27,1%
	Negro	Negro	110.598	2,8%	99.706	90,2%	10.892	9,8%
	<b>Total – Região Hidrográfica Uruguai</b>			<b>3.898.391</b>	<b>-</b>	<b>2.658.100</b>	<b>68,2%</b>	<b>1.240.291</b>

Fonte: Base Físico-Territorial – PNRH

Quadro 6 - População da Região Hidrográfica do Uruguai segundo o gênero

Região Hidrográfica	Sub-bacias Nível 1	Sub-bacias Nível 2					
		Nome	População Total (hab)	Pop. Masculina (hab)	% Pop. Masculina	Pop. Feminina (hab)	% Pop. Feminina
URUGUAI	Uruguai Alto	Pelotas	89.141	44.951	50,4%	44.190	49,6%
		Canoas	412.653	205.575	49,8%	207.078	50,2%
		Uruguai Nacional	1.741.680	871.951	50,1%	869.729	49,9%
	Uruguai Médio	Uruguai 1	388.076	192.542	49,6%	195.534	50,4%
		Ijuí	363.800	178.056	48,9%	185.743	51,1%
		Uruguai 02	194.093	97.208	50,1%	96.884	49,9%
		Quaraí	153.880	76.194	49,5%	77.685	50,5%
	Ibicuí	Santa Maria	186.374	90.897	48,8%	95.477	51,2%
		Uruguai 03	258.096	128.328	49,7%	129.768	50,3%
	Negro	Negro	110.598	53265	48,2%	57.332	51,8%
	<b>Total – Região Hidrográfica</b>			<b>3.898.391</b>	<b>1.938.967</b>	<b>49,7%</b>	<b>1.959.420</b>

Fonte: Base Físico-Territorial – PNRH

Quadro 7 - Maiores populações entre os Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai

Município	UF	Sub-bacia Nível 2	Área Total Município (km <sup>2</sup> )	Área na Bacia (km <sup>2</sup> )	% na Bacia	População (hab)
Lages	SC	Canoas	2648,61	1277,24	48%	155.559
Chapecó	SC	Uruguai Nacional	624,80	624,80	100%	146.967
Uruguaiana	RS	Quaraí	5706,80	4196,68	74%	124.714
Bagé	RS	Negro	5669,06	2649,39	47%	107.327
Erechim	RS	Uruguai Nacional	760,24	760,24	100%	90.347
Santana do Livramento	RS	Santa Maria	6958,64	3062,18	44%	87.269
Alegrete	RS	Uruguai 3	7798,84	7798,84	100%	84.338
Ijuí	RS	Ijuí	904,45	902,38	100%	78.436
Santo Ângelo	RS	Ijuí	673,91	640,64	95%	76.160
Cruz Alta	RS	Ijuí	2428,53	1135,68	47%	68.120
Santa Rosa	RS	Uruguai 1	488,74	488,74	100%	65.016
São Borja	RS	Uruguai 2	3607,64	3518,59	98%	64.682
Concórdia	SC	Uruguai Nacional	807,75	807,75	100%	63.058
Caçador	SC	Uruguai Nacional	995,40	829,63	83%	62.026
Santiago	RS	Uruguai 3	3257,22	1858,03	57%	49.108
Videira	SC	Uruguai Nacional	378,63	378,63	100%	41.589
Dom Pedrito	RS	Santa Maria	5191,87	4869,07	94%	40.123
Rosário do Sul	RS	Santa Maria	4348,11	3044,89	70%	39.617
Xanxerê	SC	Uruguai Nacional	380,52	380,52	100%	37.429
São Luiz Gonzaga	RS	Uruguai 2	1592,93	1034,88	65%	37.170

Fonte: Base Físico-Territorial – PNRH

#### 4.2 | Caracterização das Disponibilidades Hídricas

Este item referente às disponibilidades hídricas pretende apresentar os potenciais e as limitações da oferta hídrica da Bacia Hidrográfica, tanto para as águas superficiais quanto subterrâneas, considerando aspectos quantitativos e qualitativos. Com base nas informações existentes, foram identificados: o regime e o potencial hídrico superficial, de forma a permitir o balanço entre as disponibilidades e as demandas de água, no item 4.6 do trabalho.

A quantificação da disponibilidade hídrica superficial se deu através de caracterização de vazões médias e mínimas (com permanência de 95%). A caracterização da qualidade da água utilizou informações referentes à concentração de oxigênio dissolvido na água e DBO de origem doméstica gerada e remanescente nas Sub-bacias. Em ambos os casos, compararam-se os valores obtidos aos padrões da Resolução Conama n.º 357/2005.

As características da Bacia Hidrográfica do Uruguai que se referem às susceptibilidade a enchentes e estiagens foram descritas, a partir dos relatos históricos e das propriedades físicas da Bacia.

Quanto às águas subterrâneas, a partir da caracterização geológica, foram caracterizados os aquíferos, e posterior-

mente, suas potencialidades e limitações, para também possibilitar o comparativo com as demandas.

Assim, são descritas as propriedades geomorfológicas e geológicas da Bacia, seguida da caracterização específica de cada um dos sistemas aquíferos ocorrentes, com ênfase ao Serra Geral (fraturado) e ao Guarani (sedimentar).

#### Precipitação e Evapotranspiração

##### Precipitação

A Região Hidrográfica do Uruguai apresenta um regime de precipitações marcado por uma regular distribuição de chuvas ao longo do ano, com totais mensais superiores a 60mm, sem ocorrência de grandes extremos: máximos ou mínimos.

A região ao norte é a mais chuvosa, sendo que Santo Augusto, Ijuí, Erechim e São Borja, no Rio Grande do Sul, e Herval do Oeste, São Miguel do Oeste e Xanxerê, em Santa Catarina, são as estações que apresentam os maiores totais anuais (FGV, 1998). A Figura 4 mostra a distribuição espacial da precipitação pluviométrica na região.

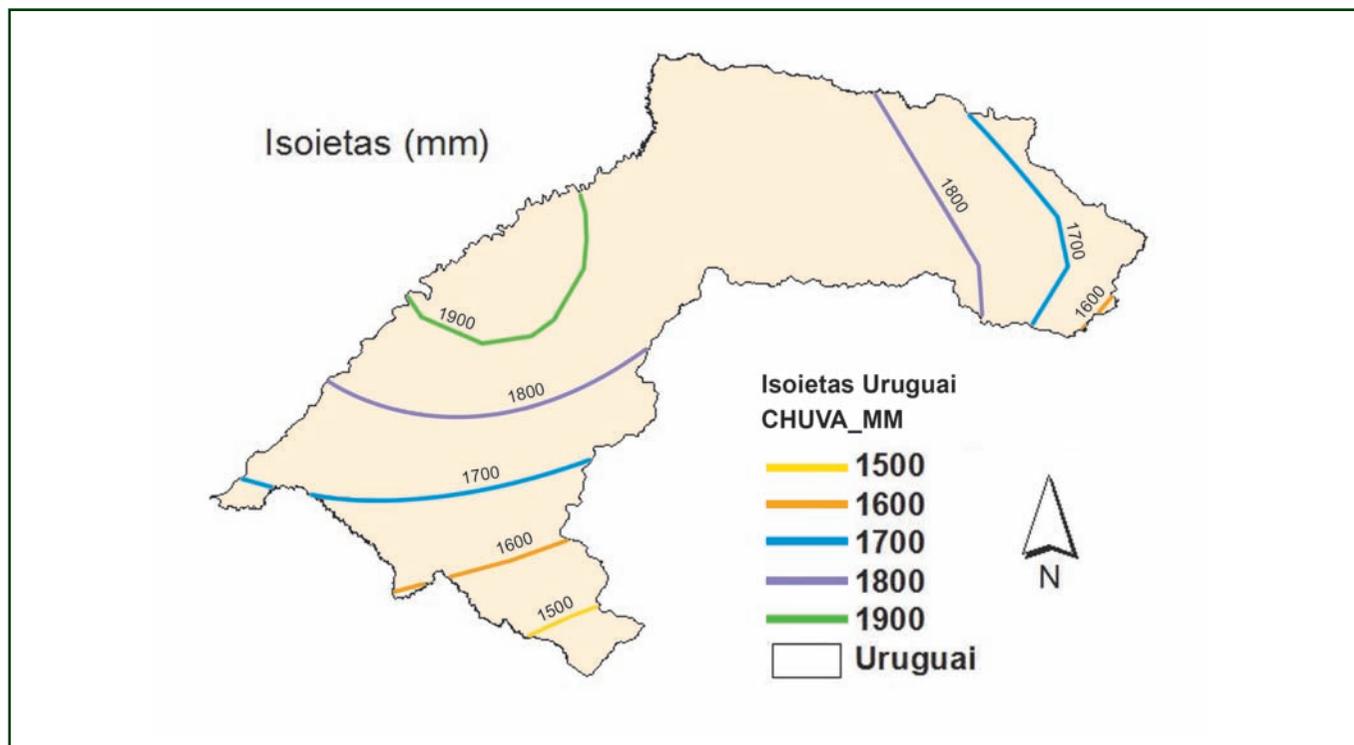


Figura 4 - Distribuição espacial da precipitação da Região Hidrográfica do Uruguai - Isoietas

O regime de chuvas de uma região é muito influenciado pelos deslocamentos das massas de ar e pelo relevo regional. Assim, a formação de chuvas na Região Hidrográfica do Uruguai apresenta comportamentos característicos para os períodos de inverno e verão, bem como para as regiões de relevo mais elevado e acidentado ou mais plano e baixo.

Quanto às estações do ano, o documento da FGV (1998) indica que a gênese das chuvas de inverno é diferente das que ocorrem no verão:

- As chuvas de inverno são decorrentes da aproximação de um anticiclone (zona de alta pressão), que desloca as áreas de depressão, estas originando chuvas. Durante o inverno, devido à intensificação de circulação secundária do ar, as penetrações das massas de alta pressão são mais violentas, freqüentes e duradouras, gerando chuvas mais prolongadas e com maior ocorrência. Os anticiclones mais freqüentes, que correspondem a tempo mais seco e que sucedem às chuvas, na região, são as Massas Polar Atlântica e Pacífica.
- Durante o verão, os anticiclones decrescem em valor e freqüência, passando a atuar, então, novos fatores na formação das chuvas, dentre os quais se destacam os ventos alíseos, que soprando do Atlântico, transportam ar úmido que vai formar as chuvas de verão, com trovoadas, grande intensidade e baixa duração.

Quanto à influência do relevo, o diagnóstico apresenta que a orografia é um fator importante na formação de chuvas:

- Cidades como Iraí, Soledade, Campos Novos, Xanxerê e Chapecó, essencialmente, em razão do efeito orográfico, apresentam precipitações mais elevadas do que outras localidades próximas.
- Nas áreas mais planas as chuvas são menores, tendo-se registros de estiagens periódicas na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Estas estiagens são devidas à baixa umidade dos ventos que sopram nesta área.

Apesar destas variações no comportamento temporal e regional da precipitação, a análise do regime de chuvas não permite caracterizar um período de estiagem característico, já que os valores médios mensais de precipitação são muito próximos entre si. O que pode ser constatado é um acentuado *déficit* de umidade nos meses de verão, já que os

valores de evaporação superam os de precipitação. O Quadro 8 apresenta valores médios de precipitação anual para as Sub-bacias (nível 2) da Região Hidrográfica.

#### **Evapotranspiração**

A evapotranspiração é fortemente influenciada pela temperatura média mensal, havendo uma correlação clara entre os valores apresentados por essas duas variáveis climáticas. A relação entre os valores médios de precipitação e os de evapotranspiração, serve para caracterizar a deficiência de umidade que ocorre na Campanha Gaúcha, que apresenta, para os meses de dezembro e janeiro, diferenças superiores a 50mm/mês, sendo janeiro o mês mais crítico. Alguns postos catarinenses também apresentam evaporação superior à precipitação (Fraiburgo, Lages, Urubici e Videira), sendo o mês de dezembro pouco chuvoso, observando-se em janeiro *superávit* de umidade (FGV, 1998).

Os meses de inverno apresentam diferenças significativas de precipitação em relação à baixa evapotranspiração, sendo naturalmente o período de excesso hídrico. O Quadro 8 também apresenta valores de evaporação média anual nas Bacias onde a informação estava disponível.

#### **Balanco Plúvio-Fluviométrico e Balanco Hídrico dos Solos**

Segundo a FGV (1998), o “*Levantamento e Avaliação de Recursos Naturais, Socioeconômicos e Institucionais do Rio Grande do Sul*” (INCRA, 1973), apresentam a relação entre a precipitação, a evapotranspiração, o deflúvio e a retirada ou a adição de água no lençol freático. Esta relação, mostra para toda a Bacia, que, nos meses de outubro a março, a precipitação média é insuficiente para compensar a evapotranspiração potencial e o escoamento dos cursos de água, sendo necessária a retirada de água do lençol; de abril a setembro, ocorre a adição de água ao lençol freático.

O mesmo estudo apresenta um balanço hídrico para os solos da região, e indica que, para os solos rasos, predominantes na Campanha Gaúcha, a deficiência de umidade já ocorre, em geral, no mês de outubro, prosseguindo até o mês de março. Para os solos profundos esta deficiência é mais evidente de janeiro a março, indicando a necessidade de irrigação para todas as culturas de verão (FGV, 1998).

Quadro 8 - Precipitação e Evaporação na Região Hidrográfica do Uruguai

Região	Sub-bacias Nível 1	Precipitação Média Anual	Evaporação Média Anual	Sub-bacias Nível 2	Precipitação Média Anual	Evaporação Média Anual
		(mm)	(mm)		(mm)	(mm)
U R U G U A I	Uruguai Alto	1.752,8	1.017,3	Pelotas	1.524,6	1.117,0
				Canoas	1.669,9	912,0
				Uruguai Nac.	1.841,2	1.022,5
	Uruguai Médio	1.618,6	1.088,5	Uruguai 1	1.892,0	1095,0
				Ijuí	1.783,3	1.062,0
				Uruguai 02	1.503,7	1.129,0
				Quaraí	1.317,1	1.041,0
	Ibicuí	1.540,0	1.545,0	Santa Maria	1.444,0	1.481,0
				Uruguai 03	1.588,0	1.577,0
	Negro	1.367,4	1.501,5	Negro	1.367,4	1.501,5

Fonte: Relatório Anual dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (DRH/SEMA, 2002); Diagnóstico Geral das Bacias Hidrográficas de Santa Catarina (GERH/SDM, 1997); Documento Base de Referência do PNRH (2003)

### Disponibilidade Hídrica Quantitativa Superficial

A informação sobre a disponibilidade hídrica superficial foi disponibilizada por meio do documento Disponibilidade de Demandas de Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2005), que consta do conjunto de Cadernos de Recursos Hídricos elaborados pela Agência Nacional de Água, e que integra a Base de Dados do PNRH.

Para caracterizar a disponibilidade hídrica superficial serão utilizados valores característicos de vazões. Para isso algumas definições são importantes:

- Vazão média de longo período: corresponde ao valor médio de vazões que ocorreram na Bacia ao longo da série histórica.
- Vazão mínima: corresponde a um baixo valor característico da vazão que tenta representar as estiagens que ocorrem ao longo do tempo. Neste caso trabalhou-se com a  $Q_{95}$ , que corresponde a uma vazão com 95% de permanência no rio, ou seja, uma vazão que é igualada ou superada em 95% do tempo. Ou ainda,

a vazão  $Q_{95}$  é uma vazão mínima que só é verificada em 5% do tempo.

- Vazão específica: trata-se de um indicador de disponibilidade hídrica que é obtido pela divisão da vazão pela área de drenagem.

A vazão média anual da região é de 4.117 m<sup>3</sup>/s, que corresponde a 2,6% da disponibilidade hídrica do País. Esta informação já aponta um relativo conforto quanto ao balanço hídrico, pois a Região Hidrográfica ocupa 2% do território nacional, possui 2,3% de sua população e ainda tem 2,6% da disponibilidade hídrica.

### Caracterização das Disponibilidades Hídricas por Sub-bacia

A vazão específica média de longo período da Região Hidrográfica é de 23,67 L/s/km<sup>2</sup>, com variação nas Sub-bacias de 19,55 L/s/km<sup>2</sup>, na Bacia do Santa Maria e 27,64 L/s/km<sup>2</sup>. Estes valores podem ser observados e melhor comparados no gráfico da Figura 5 e no Quadro 9.

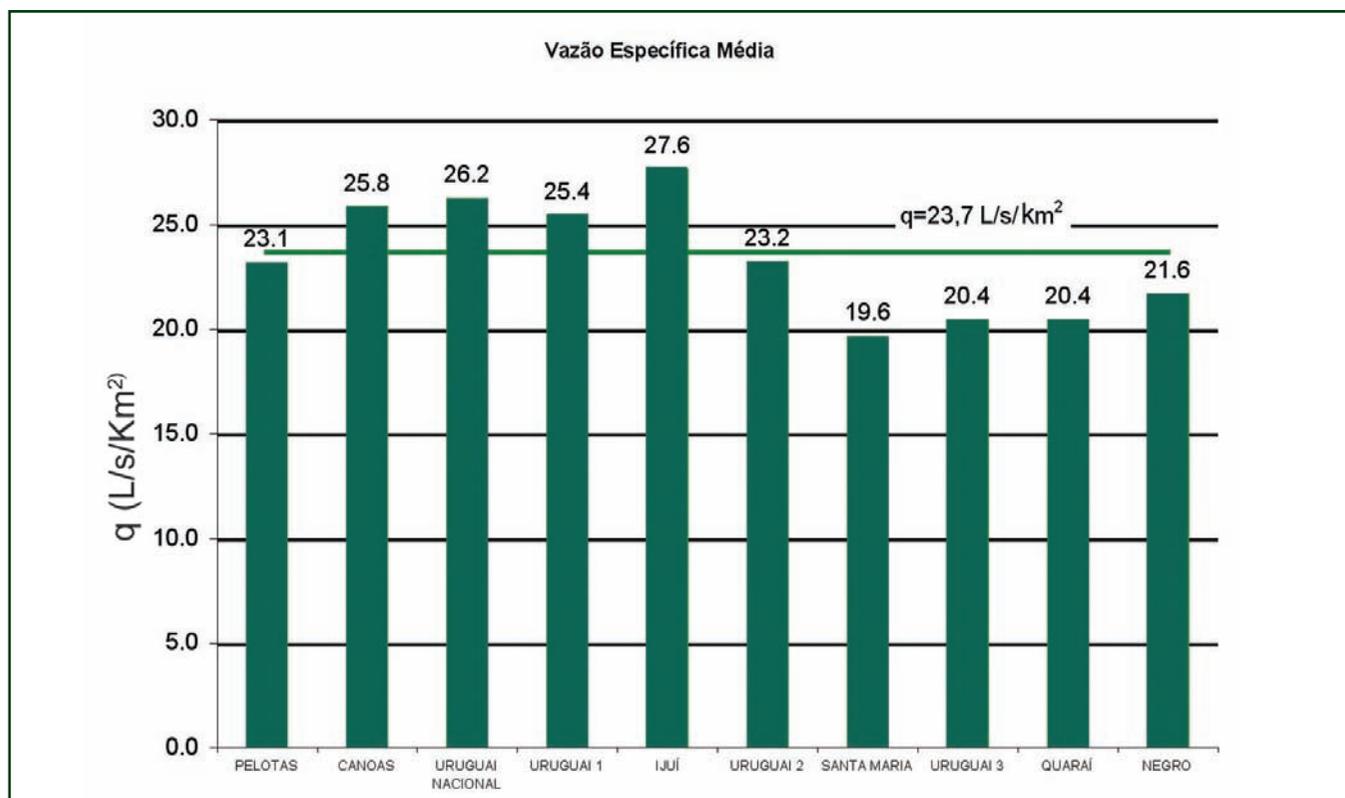


Figura 5 - Vazão específica média na Região Hidrográfica do Uruguai

Quadro 9 - Disponibilidade hídrica da Região Hidrográfica do Uruguai – vazões médias

	Sub-bacias Nível 1	q (L/s/km²)	Sub-bacias Nível 2			
			Nome	Área (km²)	Q (m³/s)	q (L/s/km²)
URUGUAI	Uruguai Alto	25,611	Pelotas	13.227,0	306,10	23,141
			Canoas	14.898,0	384,73	25,823
			Uruguai Nacional	48.084,0	1.260,94	26,224
	Uruguai Médio	24,164	Uruguai 1	10.810,0	274,94	25,433
			Ijuí	10.849,0	299,82	27,635
			Uruguai 2	16.465,0	381,85	23,191
			Quaraí	9.457,0	193,20	20,428
	Ibicui	20,168	Santa Maria	15.784,0	310,13	19,648
			Uruguai 3	31.536,0	644,23	20,428
	Negro	21,639	Negro	3.008,0	65,10	21,639

Fonte: Base Físico-Territorial – PNRH

A Figura 6 indica a variação espacial da vazão específica média, entre as Sub-bacias (nível 2) da Região Hidrográfica e apresenta a mesma distribuição para o caso da vazão média.

Quanto às vazões mínimas, Quadro 10 e Figura 7, apresenta a distribuição dos valores de  $Q_{95}$  para as Sub-bacias da Região Hidrográfica. O valor desta vazão para a Bacia do Uruguai é de  $390\text{m}^3/\text{s}$ , que em termos específicos significa  $2,24\text{ L/s/km}^2$ . Pode-se afirmar então que a  $Q_{95}$  equivale a 9,5% da  $Q_{1p}$ . Para as Sub-bacias este

valor é bastante variado, partindo de 5,3% no Negro até 12,3% no Canoas. Já a comparação dos valores de vazões específicas entre as Bacias, indica um comportamento similar ao observado para as vazões médias.

Seguindo a metodologia da ANA (2005), definiu-se como disponibilidade hídrica, para fins de balanço hídrico a  $Q_{95}$  de cada uma das Sub-bacias. Este balanço será apresentado no item 4.6 adiante, após a apresentação das demandas por recursos hídricos na Região Hidrográfica.

Quadro 10 - Disponibilidade hídrica da Região Hidrográfica do Uruguai – vazões mínimas

	Sub-bacias Nível 1	$q_{95}$ (L/s/ $\text{km}^2$ )	Sub-bacias Nível 2			
			Nome	Área ( $\text{km}^2$ )	$Q_{95}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$q_{95}$ (L/s/ $\text{km}^2$ )
U R U G U A I	Uruguai Alto	2,878	Pelotas	13.227,0	37,30	2,820
			Canoas	14.898,0	47,38	3,180
			Uruguai Nacional	48.084,0	134,64	2,800
	Uruguai Médio	2,306	Uruguai 1	10.810,0	27,24	2,520
			Ijuí	10.849,0	34,83	3,210
			Uruguai 2	16.465,0	34,91	2,120
			Quaraí	9.457,0	12,77	1,350
	Ibicui	1,230	Santa Maria	15.784,0	15,63	0,990
			Uruguai 3	31.536,0	42,57	1,350
	Negro	1,150	Negro	3.008,0	3,46	1,150

Uma última análise relativa à disponibilidade hídrica é o cotejo entre as vazões médias e a população da Bacia, indicador este também utilizado no trabalho guia para este Estudo Regional, o trabalho da ANA (2005). Os resultados são apresentados no Quadro 11.

A razão entre a vazão média e a população tem sido utilizada para expressar a disponibilidade de recursos hídricos em grandes áreas. A vazão média por habitante é expressa pelo quociente entre a vazão média e a população ( $\text{m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ ). Este indicador não reflete a real disponibilidade hídrica, ou seja, a efetiva quantidade de água disponível para uso, uma vez que a vazão média não está disponível em todas as circunstâncias.

Neste trabalho, os valores obtidos foram comparados com a classificação adotada pela ANA (2005) que é adaptada de publicações das Nações Unidas (Unesco) que objetivam traçar o quadro mundial de disponibilidades hídricas por habitante:

- Menos de  $500\text{m}^3/\text{hab}/\text{ano}$  – situação de escassez;
- Entre  $500$  e  $1.700\text{m}^3/\text{hab}/\text{ano}$  – situação de estresse;
- Mais de  $1.700\text{m}^3/\text{hab}/\text{ano}$  – situação confortável.

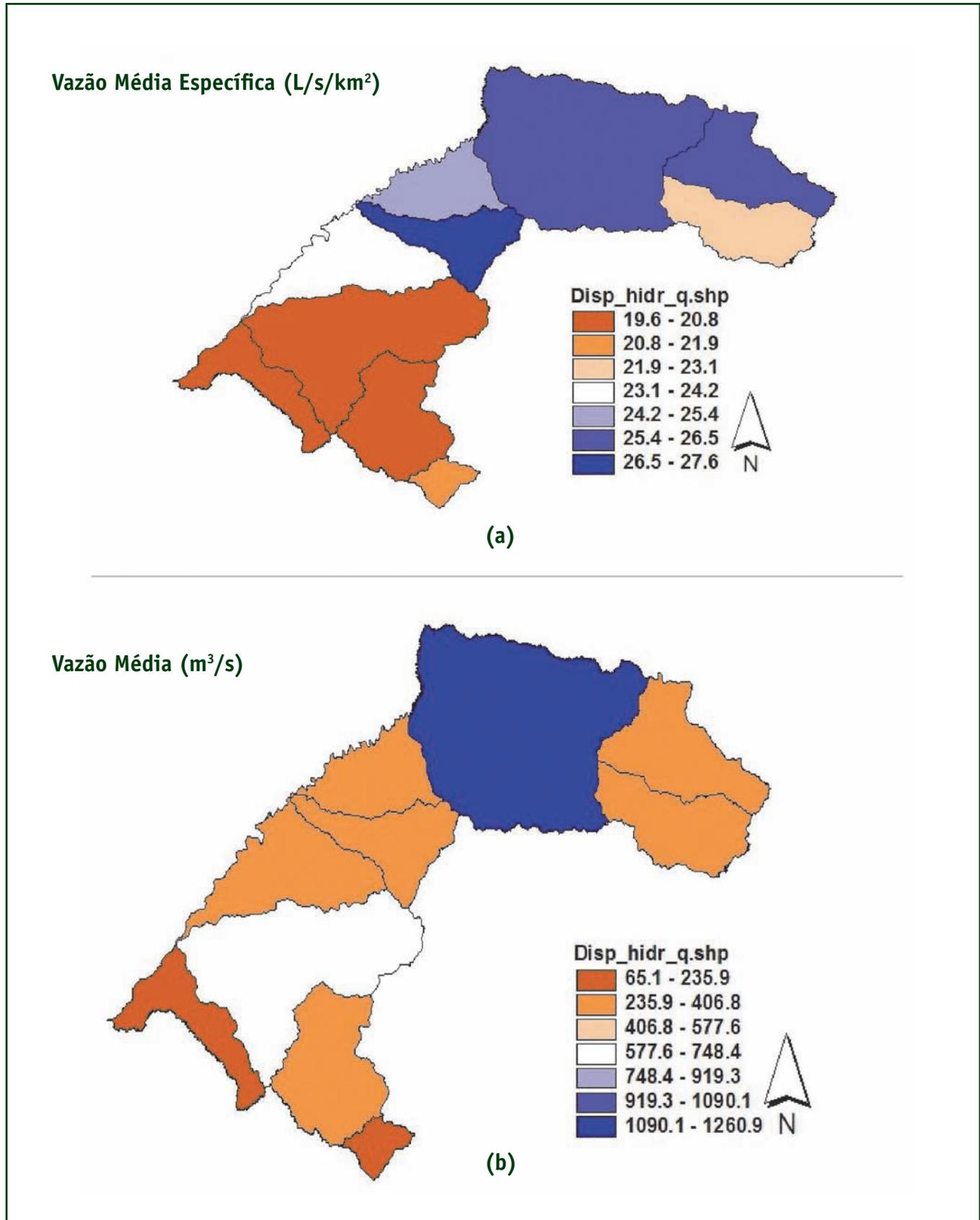
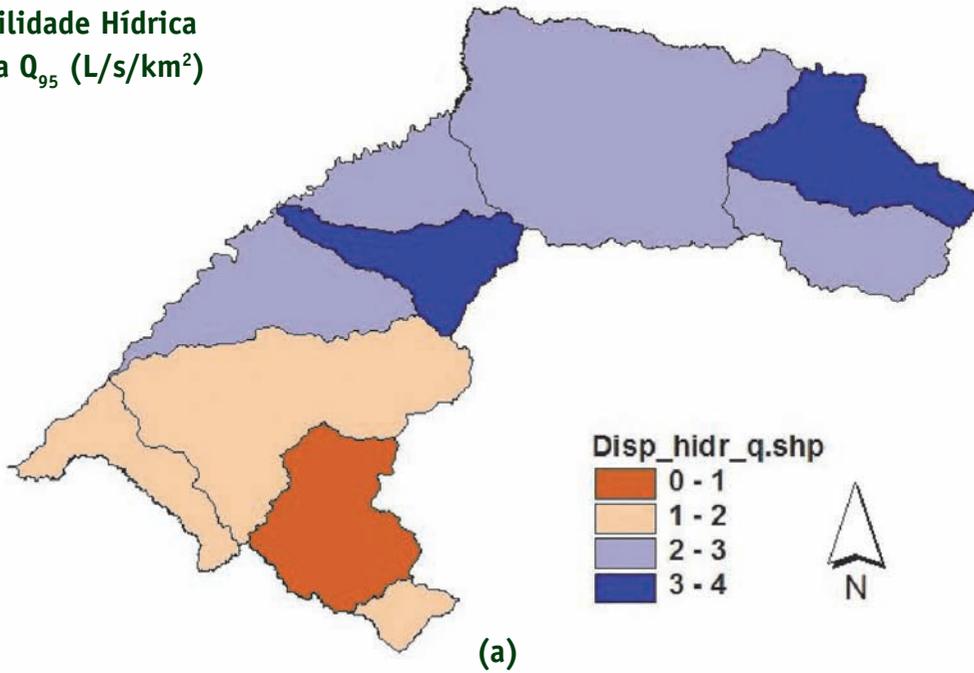


Figura 6 - Distribuição espacial da Vazão Específica Média (a) e da Vazão Média (b) na Região Hidrográfica do Uruguai

**Disponibilidade Hídrica  
Específica  $Q_{95}$  (L/s/km<sup>2</sup>)**



**Disponibilidade Hídrica  
 $Q_{95}$  (m<sup>3</sup>/s)**

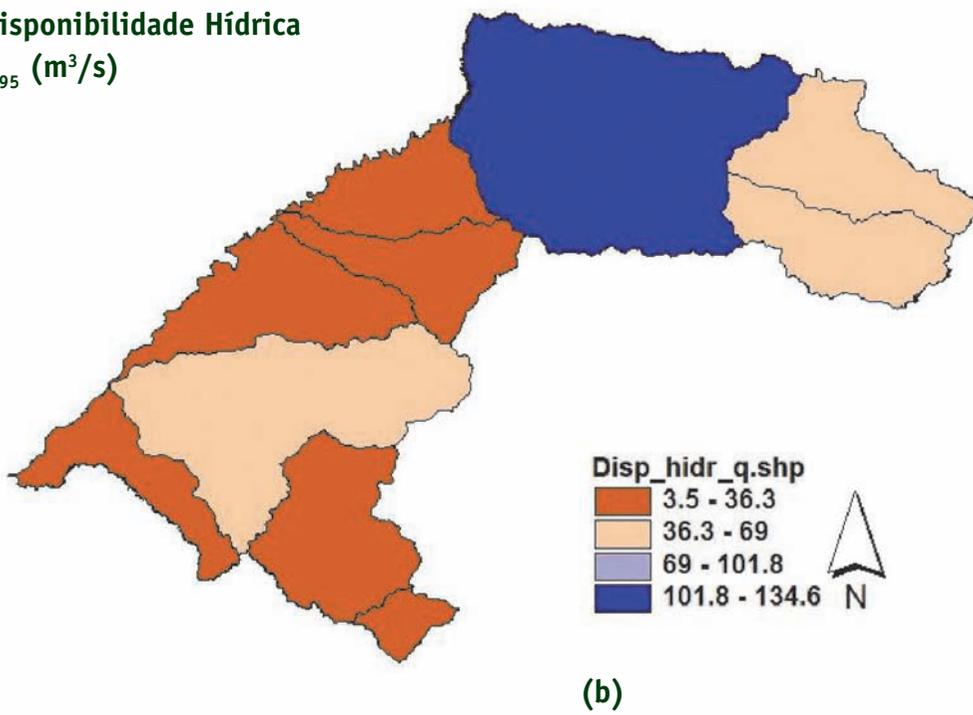


Figura 7 - Distribuição espacial da Vazão Específica com 95% de Permanência (a) e da Vazão com 95% de Permanência (b) na Região Hidrográfica do Uruguai – Disponibilidade Hídrica

Quadro 11 - Relação entre disponibilidade hídrica e população em cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Uruguai

	Sub-bacias Nível 1	Disponibilidade (m <sup>3</sup> /hab/ano)	Sub-bacias Nível 2			
			Nome	População (hab)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /s)	Disponibilidade (m <sup>3</sup> /hab/ano)
U R U G U A I	Uruguai Alto	27.435,58	Pelotas	89.141	306,10	108.291,02
			Canoas	412.653	384,73	29.402,05
			Uruguai Nacional	1.741.680	1.260,94	22.831,41
	Uruguai Médio	32.968,53	Uruguai 1	388.076	274,94	22.342,29
			Ijuí	363.800	299,82	25.989,89
			Uruguai 2	194.093	381,85	62.042,53
			Quaraí	153.880	193,20	39.594,20
	Ibicuí	67.713,67	Santa Maria	186.374	310,13	52.476,52
			Uruguai 3	258.096	644,23	78.716,59
	Negro	18.562,66	Negro	110.598	65,10	18.562,66

### Caracterização das Vazões Médias e Mínimas no Rio Uruguai

O objetivo deste item é apresentar os resultados do estudo de vazões no rio Uruguai, considerando, inclusive, as contribuições provenientes de território estrangeiro. A estimativa destas vazões visa atender a demanda da SRH/MMA no processo de conclusão dos estudos regionais para a Bacia em tela, como subsídio ao PNRH.

A seguir serão relatados os procedimentos metodológicos adotados no trabalho de estimativa das vazões contribuintes ao rio Uruguai. Foram utilizadas as seguintes fontes de dados: Base Físico-Territorial do PNRH, Caderno de Disponibilidade e Demanda (ANA), Relatório Anual dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (DRH – SEMA – RS, 2002) e a Rede Fluviométrica da ANA (HIDROWEB).

A proposta inicial era de utilizar as séries hidrológicas disponíveis para o rio Uruguai e para os afluentes em território brasileiro, porém, uma vez que as séries disponíveis têm períodos heterogêneos de dados, e não está disponível um modelo chuva-vazão, para a extensão e homogeneização dos períodos de dados, essa abordagem foi descartada, já vez que geraria uma inconsistência metodológica grave.

Assim, optou-se por trabalhar com as áreas e vazões disponíveis na Base Físico-Territorial do PNRH e no Caderno da ANA. Para cada unidade (Sub-bacia da divisão Sub 2) foi adotada uma área incremental, uma vazão média e uma vazão mínima ( $Q_{95}$ ). Esses valores podem ser observados no Quadro 9 e no Quadro 10.

Estas vazões precisavam ser acumuladas ao longo do rio Uruguai. Para isso, foram definidos 13 pontos de Controle, para os quais foram estimadas as áreas de drenagem total, nacional e estrangeira. Abaixo, os PCs são apresentados em ordem, de montante para jusante. Alguns destes pontos de Controle configuram-se como divisores das unidades Sub 2 da DHN e outros são pontos auxiliares onde há estações fluviométricas.

- PC 1 – Confluência: Pelotas e Canoas
- PC 2m – Fim Trecho Nacional
- PC 2j – Foz Peperi-Guaçu
- PC 3 – Posto Fluviométrico. Roncador
- PC 4 – Posto Fluviométrico. Porto Lucena
- PC 5 – Final Contribuição Uruguai 1
- PC 6 – Foz Ijuí
- PC 7 – Posto Fluviométrico. Garruchos
- PC 8 – Posto Fluviométrico. Itaqui
- PC 9 – Final contribuição Uruguai 2

- PC 10 – Foz Ibicuí
- PC 11 – Posto Fluviométrico. Uruguiana
- PC 12 – Posto Fluviométrico. São Pedro
- PC 13 – Foz Quaraí

Para cada PC de postos fluviométricos está disponível a área total de drenagem (nacional + estrangeira) e para cada PC da divisão Sub 2 está disponível a área em território nacional. Ainda nos pontos de postos fluviométricos foi possível estimar as áreas drenadas em território nacional com ajuda do Relatório Anual dos Recursos Hídricos do

Rio Grande do Sul.

A partir dos dados disponíveis, as lacunas foram sendo preenchidas por relação entre as áreas, e analisando a hidrografia proveniente do território estrangeiro. Os resultados obtidos são mostrados no Quadro 12. Fica evidente que a Sub-bacia do Rio Negro não participou desta análise, uma vez que não contribui, diretamente, para o rio Uruguai em território brasileiro.

Quadro 12 - Áreas acumuladas, nacionais e estrangeiras, na Bacia do Uruguai

PC	Área Total Acumulada km <sup>2</sup>	Área Nacional Incremental km <sup>2</sup>	Área Nacional Acumulada km <sup>2</sup>	Área Internacional Incremental km <sup>2</sup>	Área Internacional Acumulada km <sup>2</sup>
1 – Confluência: Pelotas + Canoas	-	-	-	-	-
2m – Fim Trecho Nacional	28.125,0	28.125,0	28.125,0	0,00	0,00
2j – Foz Peperi-Guaçu	76.209,0	48.084,0	76.209,0	0,00	0,00
3 – Posto Fluv. Roncador	77.359,0	0,00	76.209,0	1.150,0	1.150,0
4 – Posto Fluv. Porto Lucena	94.011,0	nd	84.719,0	nd	9.292,0
5 – Final contribuição Uruguai 1	95.200,0	nd	85.319,0	nd	9.881,0
6 – Foz Ijuí	97.868,0	10.810,0	87.019,0	10.849,0	10.849,00
7 – Posto Fluv. Garruchos	109.017,0	10.849,0	97.868,0	300,0	11.149,00
8 – Posto Fluv. Itaquí	115.718,0	nd	103.668,0	nd	12.050,0
9 – Final contribuição Uruguai 2	130.103,0	nd	113.933,0	nd	16.170,0
10 – Foz Ibicuí	135.653,0	16.465,0	114.333,0	10.171,0	21.320,0
11 – Posto Fluv. Uruguiana	161.653,0	47.320,0	161.653,0	0,00	0,00
12 – Posto Fluv. São Pedro	189.300,0	nd	163.103,0	nd	26.197,0
13 – Foz Quaraí	192.000,0	nd	164.553,0	nd	27.447,0
TOTAL	206.571,0	9.457,0	171.110,0	14.141,0	35.461,0

\*nd: não disponível - a área acumulada foi estimada

Chegou-se a uma área total para a Bacia de 206.571,0km<sup>2</sup>, sendo 171.110,0km<sup>2</sup> em território brasileiro e 35.461,0km<sup>2</sup> em territórios estrangeiros (argentinos e uruguaios). A contribuição do território argentino aflui diretamente ao rio Uruguai, enquanto a contribuição uruguia chega ao rio Quaraí.

A partir das áreas apresentadas acima, foram estimadas as vazões médias e mínimas, nacionais e estrangeiras. A esti-

mativa de vazões se deu por relações entre áreas, supondo-se que as vazões específicas (apresentadas anteriormente) são homogêneas em cada unidade (sub2).

Os resultados são apresentados sob a forma de vazões acumuladas no rio Uruguai, e também como vazões incrementais, nacionais e estrangeiras, nas Sub-bacias.

Quadro 13 - Vazões médias acumuladas e incrementais, nacionais e estrangeiras, na Bacia do Uruguai

PC	Q – Média Uruguai acumulada m <sup>3</sup> /s	Q – Média Estrangeira incremental m <sup>3</sup> /s	Q – Média Nacional incremental m <sup>3</sup> /s
1 – Confluência: Pelotas + Canoas	690,83	0,00	690,8
2m – Fim Trecho Nacional	1.951,77	0,00	1.260,9
5 – Final contribuição Uruguai 1	2.502,64	275,93	274,9
6 – Foz Ijuí	2.810,75	8,29	299,8
9 – Final contribuição Uruguai 2	3.428,48	235,88	381,9
10 – Foz Ibicuí	4.382,84	0,00	954,4
13 – Foz Quaraí	4.864,94	288,89	193,2

Quadro 14 - vazões mínimas acumuladas e incrementais, nacionais e estrangeiras, na Bacia do Uruguai

PC	Q <sub>95</sub> Uruguai Acumulada m <sup>3</sup> /s	Q <sub>95</sub> Estrangeira Incremental m <sup>3</sup> /s	Q <sub>95</sub> Nacional Incremental m <sup>3</sup> /s
1 – Confluência: Pelotas + Canoas	84,68	0	84,7
2m – Fim Trecho Nacional	219,32	0	134,6
5 – Final contribuição Uruguai 1	273,90	27,34	27,2
6 – Foz Ijuí	309,69	0,96	34,8
9 – Final contribuição Uruguai 2	366,17	21,57	34,9
10 – Foz Ibicuí	424,37	0	58,2
13 – Foz Quaraí	456,23	19,09	12,8

Chegou-se a uma vazão média no rio Uruguai, de 4.864,94 m<sup>3</sup>/s, sendo 4.055,9 m<sup>3</sup>/s provenientes do território nacional e 809 m<sup>3</sup>/s provenientes de território estrangeiro. Para as vazões mínimas, Q<sub>95</sub>, os valores obtidos foram de 456,23 m<sup>3</sup>/s no rio

Uruguai, sendo 387,3 m<sup>3</sup> do território brasileiro e 69,0 m<sup>3</sup> do território internacional. Finalmente, como forma de analisar criticamente estes resultados, comparou-se os valores disponíveis no caderno da ANA com os dados obtidos (Quadro 15).

Quadro 15 - Comparação dos valores obtidos neste estudo com os disponíveis no trabalho da ANA, para fins de análise crítica dos resultados

Variável	Valor ANA	Valor no Estudo	Diferença (%)
Área total (km <sup>2</sup> )	-	206.571,00	-
Área Nacional (km <sup>2</sup> )	174.533,00	174.118,0	-0,2%
Área Internacional (km <sup>2</sup> )	37.000,00	35.461,0	-4,2%
Q média (m <sup>3</sup> /s)	4.999,00	4.846,94	-3,0%
Q média – nacional (m <sup>3</sup> /s)	4.121,00	4.055,90	-1,6%
Q média – internacional (m <sup>3</sup> /s)	878,00	809,00	-7,9%
Q95 (m <sup>3</sup> /s)	-	456,23	-
Q95 – nacional (m <sup>3</sup> /s)	391,00	387,3	-0,9%
Q95 – internacional (m <sup>3</sup> /s)	-	69,0	-

Os resultados desta análise crítica indica que os valores obtidos são consistentes, porém recomenda-se um estudo mais aprofundado das vazões no rio Uruguai, de modo a se obter uma caracterização mais precisa do regime fluviométrico do rio.

### Qualidade das Águas Superficiais

A qualidade da água na Região Hidrográfica do Uruguai pode ser considerada boa, principalmente quando comparada à realidade de outras regiões hidrográficas do país.

As principais fontes de poluição na Bacia são de quatro naturezas, segundo o documento Panorama Nacional da Qualidade da Água no Brasil (ANA, 2005):

- Esgotos domésticos provenientes dos centros urbanos que não dispõem de sistemas adequados de esgotamento sanitário, que se distribuem em toda a Bacia;
- Efluentes industriais provenientes da região de mais elevada concentração industrial da Região Hidrográfica, onde se destaca a indústria de papel e celulose e a agroindústria de abate de suínos e aves, ambas concentradas na Sub-bacia Uruguai Nacional;
- Efluentes da criação de suínos, com ocorrência restrita às áreas de criação, principalmente nas Bacias Uruguai Nacional e Uruguai I;
- Efluentes agrícolas, provenientes das lavouras irrigadas ou não, principalmente nas áreas de cultivo do arroz, na Sub-bacia do Rio Ibicuí;

Este panorama corresponde às descrições que podem ser encontradas no documento da FGV (1998), no Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (SEMA, 2002), no Diagnóstico Geral das Bacias Hidrográficas de Santa Catarina (SDM, 1997) e no DBR-PNRH (2003). Apesar dos problemas apontados acima não possuem a abrangência espacial de toda a Região Hidro-

gráfica, isto não ameniza a sua gravidade, conforme afirma o DBR-PNRH. São graves os problemas de qualidade da água que precisam ser equacionados para possibilitar uma adequada utilização dos recursos hídricos regionais.

Ressalta-se ainda que o grande potencial poluidor associado à utilização de agrotóxicos nas áreas de lavoura, principalmente de arroz, ainda não é conhecido o suficiente, devido às limitações tecnológicas do monitoramento destes componentes nos cursos de água.

Neste trabalho, a caracterização da qualidade das águas foi realizada a partir da análise de duas variáveis: a concentração de oxigênio dissolvido e a demanda bioquímica de oxigênio remanescente dos aglomerados populacionais.

As informações sobre o oxigênio dissolvido (OD) foram disponibilizadas pela Agência Nacional das Águas e integram a Base Físico-Territorial do PNRH. Na Bacia do Rio Uruguai, são 93 estações e mais de 1800 amostras de concentração da variável, com dados históricos de junho de 1978 a novembro de 2003.

Para a caracterização foram utilizados os padrões de qualidade da água determinados pela Resolução Conama n.º 357/2005, apresentados no Quadro 16. Cada uma das estações foi classificada conforme a classe do percentil 80 da série histórica disponível.

Quadro 16 - Padrões de qualidade da resolução Conama n.º 357/2005 para oxigênio dissolvido

Classe	Padrão
1	OD > 5 mg/L
2	4 mg/L < OD < 5 mg/L
3	3 mg/L < OD < 4 mg/L
4	2 mg/L < OD < 3 mg/L
Fora de Classe	OD < 2 mg/L

O número de amostras por estação é variável, porém muitas delas apresentam um único dado. Ainda assim, toda a informação foi considerada de modo a não diminuir a quantidade de dados disponíveis. As estações foram separadas por Sub-bacia, e mais uma vez aplicou-se o percentil 80 para identificar a classificação de cada unidade.

Finalmente a Bacia do Uruguai também foi classificada, pelo mesmo critério.

Quando todas as amostras são analisadas conjuntamente, mais de 80% encontra-se em Classe 1 (Figura 8). Onze amostras ficaram “fora de classe”, ou seja, apresentaram concentração de OD inferior a 2 mg/L.

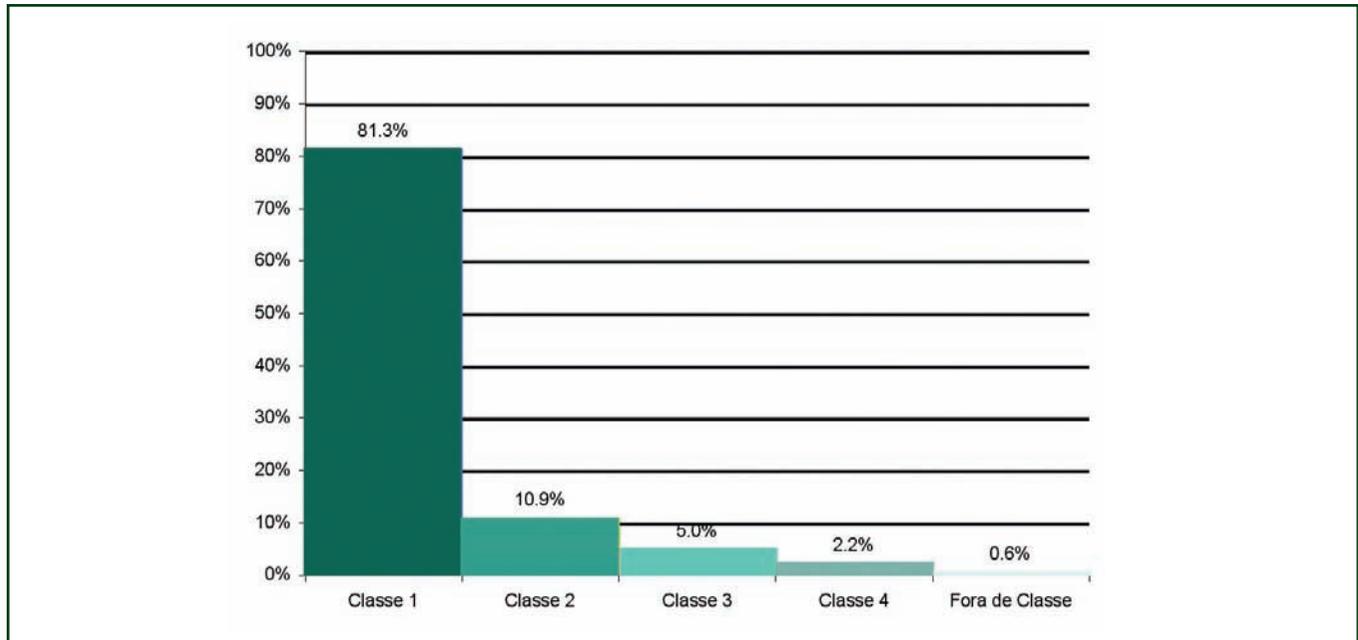


Figura 8 - Histograma da classificação das amostras de oxigênio dissolvido

As estações com a pior classificação são localizadas nos Municípios de Otacílio Costa, Ponte Alta, rio das Antas, Palmitinho e Horizontina, classificadas em Classe 3 da resolução. A Figura 9 apresenta o histograma de classificação das estações existentes. Observa-se que o percentil 80 encontra-se na Classe 2. Quando se descartam as estações com apenas

uma campanha, o universo é reduzido para 79, com 47 em Classe 1, e com percentil 80 permanecendo na Classe 2. As Sub-bacias melhores classificadas foram Pelotas, Ijuí e Negro, todas em Classe 1. As demais receberam a Classe 2. O Quadro 17 apresenta os resultados por Sub-bacia, indicando o número e estações e amostras em cada uma delas.

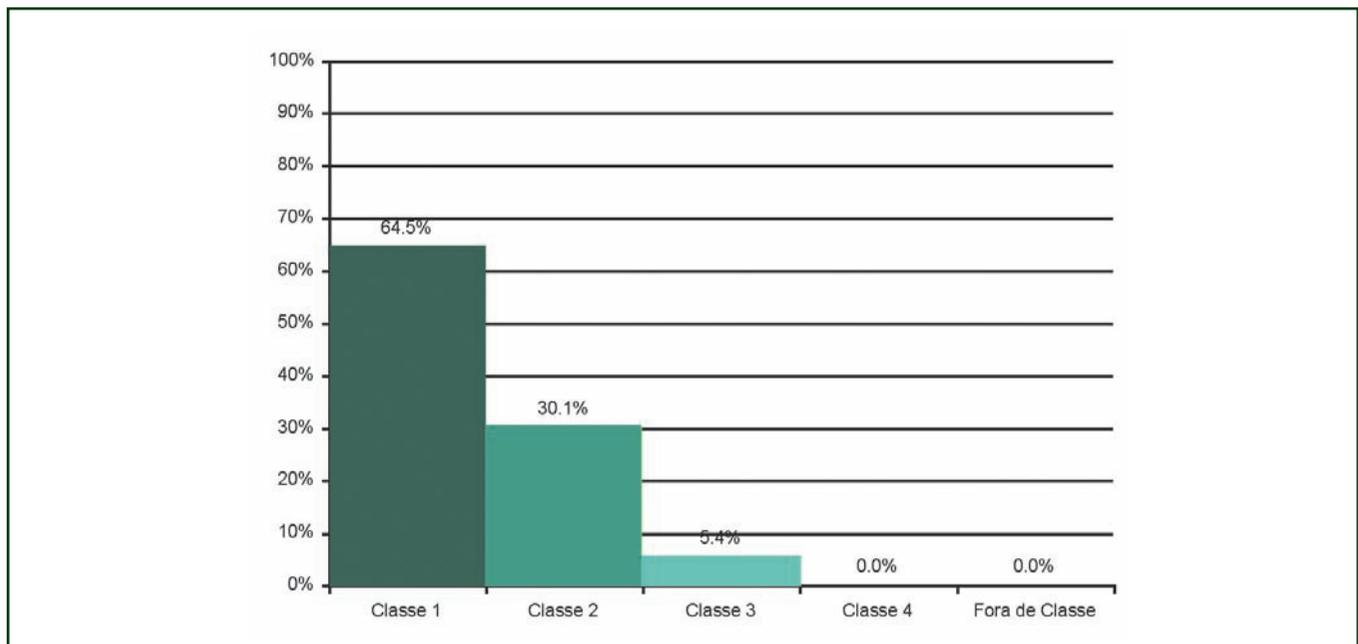


Figura 9 - Histograma da classificação das estações com base no oxigênio dissolvido

Quadro 17 - Classificação da qualidade das águas por Sub-bacia, segundo oxigênio dissolvido

Sub-bacia		Estações	Amostras	Classe
Uruguai Alto	Pelotas	5	81	1
	Canoas	11	141	2
Classe 2	Uruguai Nacional	32	699	2
Uruguai Médio	Uruguai 1	16	288	2
	Ijuí	8	135	1
	Uruguai 2	7	132	2
Classe 2	Quaraí	3	76	2
Ibicuí	Santa Maria	4	60	2
Classe 2	Uruguai 3	6	192	2
Negro		1	18	1
<b>Uruguai</b>		<b>93</b>	<b>1822</b>	<b>2</b>

Assim, segundo os dados disponíveis para oxigênio dissolvido, pode-se classificar as águas da Região Hidrográfica Uruguai como de Classe 2, o que é totalmente compatível com os principais usos realizados.

Quando à Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, não estavam disponíveis dados de monitoramento, porém a Base Físico-Territorial do PNRH apresenta um dado referente a carga remanescente de DBO gerada pela população, por Sub-bacia. Para possibilitar a análise comparativa com a resolução Conama, foi considerada a vazão mínima de dis-

ponibilidade hídrica ( $Q_{95}$ ) como vazão de diluição da carga, e assim estimou-se a concentração de  $DBO_{5,20}$  nas Bacias e pode-se comparar com os valores padrões.

O Quadro 18 apresenta os padrões de qualidade da água para a variável  $DBO_{5,20}$  segundo a resolução do Conama. A carga total gerada e remanescente na Bacia é de 143,5 toneladas de DBO de origem na população por dia. Uma análise mais complexa desta variável para a Bacia deveria utilizar as informações referentes a outras fontes de poluição orgânica como a agroindústria e a suinocultura.

Quadro 18 - Padrões de qualidade da Resolução Conama n.º 357/2005 para Demanda Bioquímica de Oxigênio 5 Dias a 20°C –  $DBO_{5,20}$ 

Classe	Padrão
1	$DBO_{5,20} < 3 \text{ mg/L}$
2	$3 \text{ mg/L} < DBO_{5,20} < 5 \text{ mg/L}$
3	$5 \text{ mg/L} < DBO_{5,20} < 10 \text{ mg/L}$
4	$DBO_{5,20} > 10 \text{ mg/L}$

O Quadro 19 apresenta as cargas remanescentes, as concentrações estimadas e a classificação em cada uma das Sub-bacias. Destaca-se o alto índice de carga da Bacia Uruguai Nacional, que apresenta a maior população. Bacias como

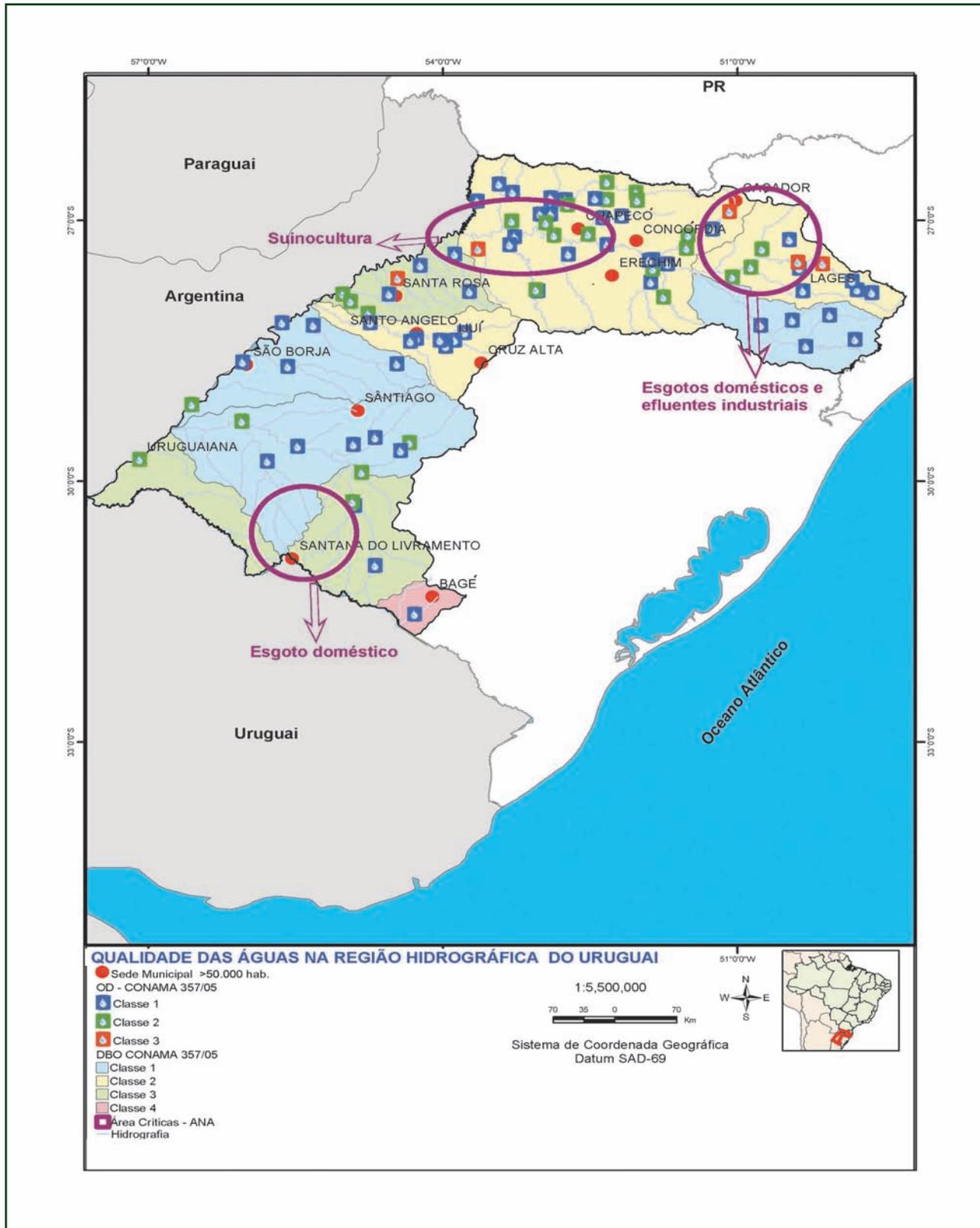
a do rio Pelotas e Uruguai 2, classificaram-se em Classe 1, devido a pequena concentração populacional. Já o Quaraí e o Negro foram classificadas como 3 e 4, devido a grande população associada a pequena disponibilidade hídrica.

Quadro 19 - Classificação da qualidade das águas por Sub-bacia, segundo DBO

Sub-bacia		DBO <sub>5,20</sub> ton/dia	%	Q <sub>95</sub> m <sup>3</sup> /s	DBO <sub>5,20</sub> mg/L	Classe
Uruguai Alto	Pelotas	1,227	0,8%	37,30	0,38	1
	Canoas	18,437	12,8%	47,377	4,50	2
Classe 2	Uruguai Nacional	56,820	39,6%	134,64	4,88	2
Uruguai Médio	Uruguai 1	11,953	8,3%	27,24	5,08	3
	Ijuí	14,711	10,2%	34,83	4,89	2
	Uruguai 2	7,959	5,5%	34,91	2,64	1
Classe 3	Quaraí	7,747	5,4%	12,77	7,02	3
Ibicuí	Santa Maria	9,154	6,4%	15,63	6,78	3
Classe 3	Uruguai 3	10,154	7,1%	42,57	2,76	1
Negro		5,384	3,8%	3,46	18,01	4

Finalmente, a análise da qualidade da água na Bacia considerou as áreas críticas propostas pela ANA (2005) decorrentes das fontes de poluição na Bacia: a região de concentração suinícola nas Bacias Uruguai Nacional e Uruguai 1; as áreas de concentração urbana e industrial, nas Bacias Uruguai Nacional e Canoas; e a área em torno de Santana do Livramento (RS), nas nascentes das Bacias do Quaraí, Santa Maria e Uruguai 3.

A Figura 10 apresenta uma síntese da análise aqui realizada, apresentando a classificação quanto ao oxigênio dissolvido, quanto à demanda bioquímica de oxigênio e as áreas críticas.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 10 - Qualidade da água na Região Hidrográfica do Uruguai

## Eventos Críticos

### *Secas e Estiagens*

Os períodos de maiores secas na Bacia do Uruguai estão associados aos períodos de pouca ocorrência de precipitações de forma muito instantânea. Isso quer dizer que, devido à baixa capacidade de armazenamento da Bacia e a grande profundidade dos mananciais subterrâneos mais volumosos, o regime de vazões é muito dependente do regime de chuvas.

Os eventos de estiagens registrados nos verões de 2003/2004 e 2004/2005 apontam que os usos da água na Bacia operam com elevado índice de risco. Segundo a Defesa Civil do Rio Grande do Sul, no verão de 2004/2005 praticamente a totalidade dos Municípios da Bacia decretaram em situação de emergência devido à estiagem.

Os casos mais graves foram registrados no baixo trecho médio, onde ocorre a irrigação de arroz, que apresentou grandes perdas na safra; nas áreas de plantio de soja não irrigada, onde a perda foi ainda maior; e, o mais, grave, os problemas de abastecimento na região norte da Bacia, onde houve sério e intenso racionamento.

Além disso, são freqüentes os relatos que elevada exploração dos cursos de água da Bacia, principalmente na área de concentração rizícola, de modo a rebaixar os níveis dos rios a cotas inferiores às que podem ser registradas nas estações fluviométricas.

Assim, percebe-se que os eventos de extremas estiagens, quando ocorrem, têm tido seu efeito potencializado pela elevada utilização dos recursos hídricos na Região Hidrográfica, porém estas informações ainda não vêm sendo sistematizadas, de modo a se obter um histórico desses eventos, a não ser pelos registros de situação de emergência da Defesa Civil, já mencionados. Assim, não se pode afirmar com certeza qual a causa destes eventos, mas percebe-se que são eventos pontuais, que vêm assumindo a tendência de se tornarem cíclicos.

### *Enchentes*

As enchentes na Bacia do Rio Uruguai atingem, principalmente, às populações ribeirinhas ao longo do curso principal e também de alguns outros contribuintes, como o rio Ibirapuitã. As cidades mais atingidas são Marcelino Ramos,

Iraí, Porto Lucena, Porto Xavier, Alegrete, São Borja, Itaqui e Uruguiana, no Rio Grande do Sul, e Chapecó, Xanxerê, Joaçaba, Lages, Campos Novos, em Santa Catarina.

Como normalmente ocorre, as áreas sujeitas às enchentes estão ocupadas pela população urbana de baixa renda, agravando os problemas sociais já existentes. Em 1998, a FGV, alertava que “*não há um sistema preventivo que possa minimizar o impacto destas cheias*”. Ainda hoje não há qualquer sistema, seja de prevenção ou previsão que ajude a gerenciar a questão das cheias e minimizar as importantes perdas, principalmente da agricultura, e também não há ações, programas e estudos atualizados que apontem alternativas de solução, seja de forma preventiva ou corretiva.

Apesar de haver alguma concentração do período mais chuvoso entre os meses de maio e setembro, as enchentes na região ocorrem em qualquer mês do ano. A ocorrência das enchentes é condicionada por dois fatores: intensidade da chuva e topografia. A combinação destes fatores determinará a formação das ondas de cheias de forma diferenciada em cada um dos trechos principais da Bacia:

- Na parte superior da Bacia, onde a declividade é alta e os tempos de deslocamento das enchentes são pequenos, estas podem decorrer de precipitações intensas e mais localizadas (FGV, 1998).
- No trecho médio e inferior do rio Uruguai, já as enchentes são devidas a precipitações de longa duração e grande abrangência espacial, como as de 1972, 1983 e 1997, provavelmente associados a fenômenos meteorológicos de maior amplitude, como por exemplo, os provocados pelo *El Niño* (FGV, 1998).

Segundo a FGV (1998), as maiores cheias registradas na Bacia do Rio Uruguai são a de 1965, no trecho alto, que atingiu as localidades de Itá e Marcelino Ramos, e a cheia de 1983 que atingiu, no baixo trecho médio, as cidades de São Borja, Itaqui e Uruguiana. As cinco cidades têm sido as mais atingidas pelas enchentes do rio Uruguai. Além destas, a cidade de Alegrete sofre com as cheias do Ibirapuitã.

No trabalho de 1998, a FGV, apresentou dados, fornecidos pela Defesa Civil do Rio Grande do Sul, segundo os quais, no período de 1983 a 1990, houve registro de cheias em todos os anos, sendo a 1983 a mais expressiva, atingin-

do 73 cidades e matando duas pessoas. As cheias de 1984 e 1999 atingiram 38 cidades em ambos os casos, cada uma causando uma morte.

Mais recentemente, entre 2003 e 2005, segundo a mesma Defesa Civil, foram cinco os eventos de cheia, conforme o

Quadro 20 abaixo. Percebe-se a frequência de ocorrência dos eventos em cidades como São Borja, Itaqui e Uruguaiana. Também se observa que no trecho alto não tem se verificado eventos de cheias, o que pode ser atribuído a implantação de UHE's como Itá e Machadinho.

Quadro 20 - Registros de enchentes na Região Hidrográfica do Uruguai

Evento				
2003			2005	
Abril	Outubro	Dezembro	Maio	Junho
Municípios atingidos (Situação de Emergência-SE)				
Alegrete (SE)	Alegrete (SE)	Itaqui (SE)	Irai	Caiçara
Dom Pedrito (SE)		Uruguaiana (SE)	Barra do Guarita (SE)	Porto Mauá
Quaraí (SE)		Cerro Largo	São Borja	Porto Xavier
		Roque Gonzales	Itaqui	São Borja (SE)
		Santa Rosa		Itaqui (SE)
		Sem. Salgado Filho		Uruguaiana (SE)

Fonte: Defesa Civil – RS

Apesar de já existirem estudos de zoneamento de passagem de cheias para a Bacia, nenhum deles foi implementado e a população mais carente, juntamente com áreas agrícolas, continuam sofrendo com eventos de cheias. Nas áreas rurais o impacto maior ocorre no trecho inferior da Bacia, onde a topografia é mais suave e a planície de inundação é mais extensa, principalmente na fronteira oeste gaúcha.

### Geomorfologia, Geologia e Disponibilidade Hídrica Subterrânea

No prosseguimento, são abordados os aspectos geomorfológicos, geológicos e hidrogeológicos da Região Hidrográfica do Uruguai, com base em Northfleet *et al* (1969), Schneider *et al.* (1974), ELETROSUL (1979), Fúlfaro *et al.* (1980), IBGE (1986), CPRM (1986), Zalán *et al.* (1986), Zalán *et al.* (1990),

Hausman (1995), FGV (1998), Campos (2000), Holtz *et al.* (2000), MAPA (2002), DRH/Sema (2002), Freitas (2003), Machado e Faccini (2004), Freitas *et al.* (2004). Foram consultadas, ainda, as informações de poços constantes no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) da CPRM ([www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)).

### Geomorfologia

Na Quadro 21 e na Figura 11 é apresentada a compartimentação geomorfológica da Região Hidrográfica do Uruguai, onde são observadas cinco províncias geomorfológicas principais.

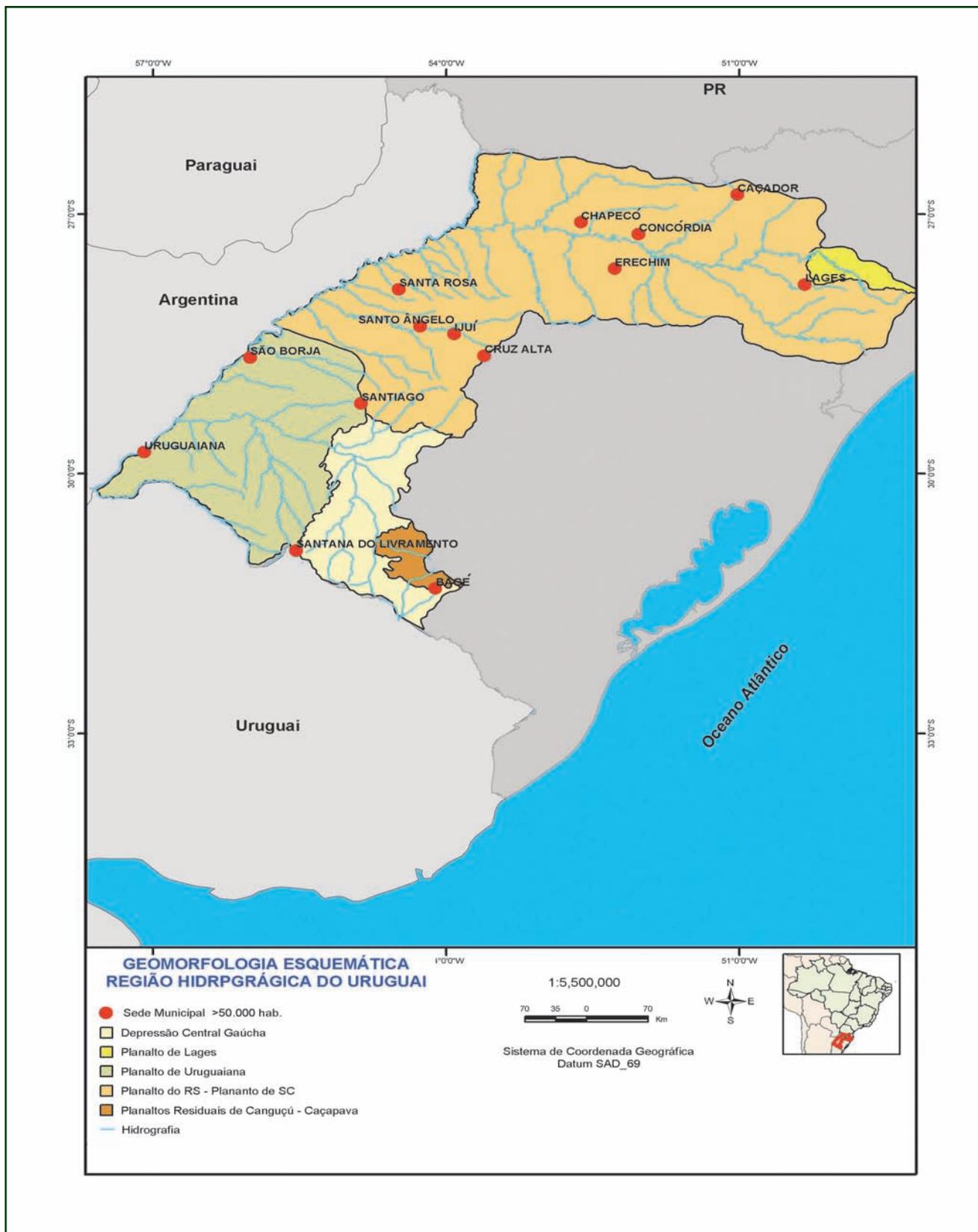
Quadro 21 - Províncias geomorfológicas – Distribuição Espacial

Província Geomorfológica	Área	
	(1000 ha)	(%)
Planalto do RS – Planalto de SC	10.974,2	63%
Planalto de Lages	337,9	2%
Planalto de Uruguaiana	3.964,4	23%
Depressão Central Gaúcha	1.921,2	11%
Planaltos Residuais de Canguçu-Caçapava	339,2	2%

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH

Segundo FGV (1998), a compartimentação geomorfológica da Região Hidrográfica do Uruguai está diretamente relacionada à distribuição das unidades litoestratigráficas e à evolução geotectônica que condicionam a distribuição da drenagem superficial.

Em termos de distribuição espacial na Região Hidrográfica, o planalto do Rio Grande do Sul e o planalto Catarinense constituem as províncias geomorfológicas mais expressivas, condicionados pela presença de rochas vulcânicas basálticas e ácidas, cuja energia de relevo é moderada e tabuliforme. Nas regiões de rochas vulcânicas ácidas, o relevo tabuliforme cede lugar a formas mais arredondadas. Aos patamares se associam as maiores espessuras de solo argiloso e, às escarpas, os solos rasos e afloramentos rochosos. Os padrões de drenagem superficial exibem formas retangulares angulosas devido ao controle estrutural exercido pelas lineações tectônicas. A densidade de drenagem é relativamente elevada, ocorrendo freqüentemente afloramentos de água subterrânea.



Fonte: Bases do PNRH (2005); FGV (1998)

Figura 11 - Geomorfologia da Região Hidrográfica do Uruguai

As Escarpas da Serra evidenciam uma seqüência de faixas de patamares e escarpas, refletindo os sucessivos derrames de lava vulcânica e caracterizando relevos entre 300 e 700 metros. A drenagem superficial é marcadamente controlada por fraturamentos de origem tectônica e o fluxo de base é alimentado por significativa contribuição de surgências de água subterrânea. Outra área de escarpas está localizada na parte sul da Região Hidrográfica, separando o planalto de Uruguiana e a Depressão Central Gaúcha.

No sudoeste do Rio Grande do Sul ocorre um relevo aplainado associado a restos de derrames basálticos. Esta superfície mostra uma anomalia de escarpa no denominado Domo Estrutural do Jarau, que evidencia um padrão de drenagem radial centrípeto, aflorando arenitos da Formação Botucatu intensamente silicificados.

O denominado Domo de Lajes constitui, também, uma anomalia geomorfológica no contexto de planalto Catarinense, exibindo padrão de drenagem radial centrífugo, decorrente das intrusões de rochas alcalinas.

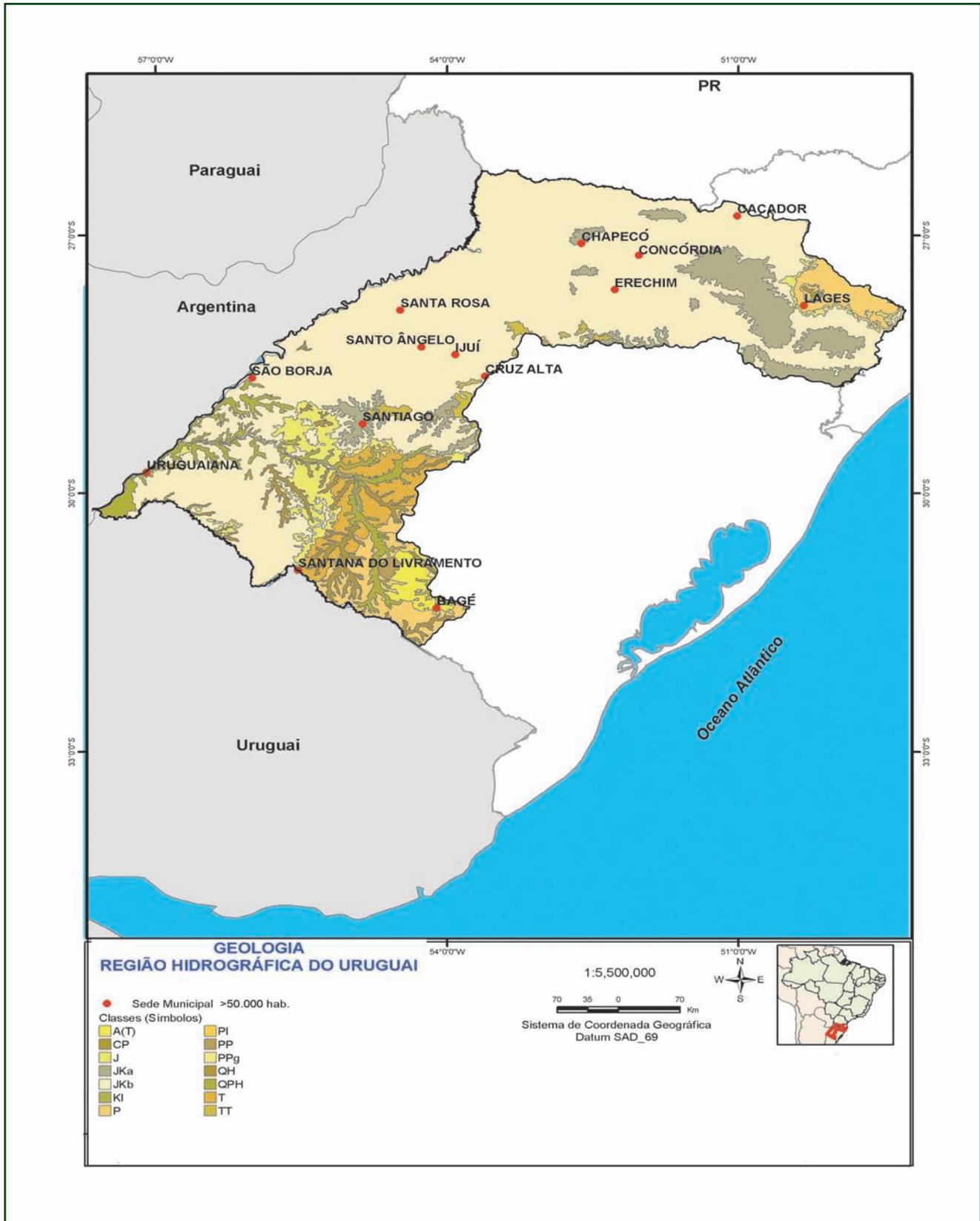
O conjunto de rochas sedimentares gonduânicas caracteriza uma província geomorfológica denominada Depressão Periférica, no Rio Grande do Sul, correspondendo ao terço superior e médio da Sub-bacia do Rio Ibicuí, onde também ocorrem as planícies de deposição aluvionares mais extensas. O relevo predominante é suave ondulado (coxilhas), podendo caracterizar a presença de morros testemunhos de arenitos da Formação Botucatu. A densidade de drenagem é maior onde predominam folhelhos, argilitos e siltitos, o que caracteriza um maior escoamento superficial e menor taxa de infiltração. Nas zonas onde predominam os arenitos, a densidade de drenagem é baixa, ocorrendo elevada taxa de infiltração e pequeno escoamento superficial. São freqüentes os trechos de drenagem controlados por fraturas de origem tectônica, assim como a incidência de olhos d'água e banhados.”

Os Planaltos Residuais de Canguçu-Caçapava, distribuídos nas Sub-bacias dos rios Ibicuí e Negro, estão inseridos na denominada Região Geomorfológica planalto Sul-Rio-Grandense (IBGE, 1986) que corresponde à área de ocorrência do Escudo Sul-Rio-Grandense, onde a complexidade da estrutura geológica se revela na paisagem através de um

relevo intensamente dissecado em formas de topo convexo e vales profundos, que apresentam uma certa orientação SE-NW e SW-NE.

### **Geologia**

A Região Hidrográfica do Uruguai está praticamente toda inserida na Bacia do Paraná, uma vasta região sedimentar da América do Sul, ocorrendo, ainda, na sua porção sul/sudeste, rochas mais antigas pertencentes ao denominado Escudo Sul-Rio-Grandense. Conforme FGV (1998), o Escudo constitui o arcabouço representado pelas litologias mais antigas justapostas tectonicamente às rochas sedimentares e vulcânicas que integram a Bacia do Paraná, sobre as quais se desenvolveram, também, os eventos geológicos de idade mais recente (sedimentos cenozóicos). Neste contexto, apresenta-se, na Figura 12, a geologia da Região Hidrográfica do Uruguai, onde são observadas as unidades estratigráficas discriminadas no Quadro 22.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 12 - Geologia da Região Hidrográfica do Uruguai

Quadro 22 - Unidades geológicas – Estratigrafia e distribuição espacial

Eon	Era	Período	Unidade Geológica		Descrição Sucinta	Área	
			Sigla	Nome		(1000 ha)	(%)
F a n e r o z ó i c o	Cenozóico	Quaternário	QPH/QH	Aluviões	aluviões fluviais	1.249,8	7,20%
		Terciário	TTst	Fm. Santa Tecla	arenitos, conglomerados	25,2	0,15%
			TTt	Fm. Tupanciretã	arenitos, conglomerados	200,6	1,16%
	Mesozóico	Cretáceo	Kll	Alcalinas Lajes	rochas alcalinas	5,1	0,03%
		Cretáceo/ Jurássico	JKβsg	Fm. Serra Geral	basaltos toleíticos com intercalações de arenitos	11.535,7	66,45%
			JKβ		diques de diabásio		
			JKα		vulcânicas ácidas (riolitos, riodacitos, etc.)	1.530,1	8,81%
		Jurássico	Jb	Fm. Botucatu	arenitos (eólicos)	811,8	4,68%
		Triássico	Trs	Fm. Rosário do Sul	arenitos (fluviais), siltitos, folhelhos	702,7	4,05%
	Paleozóico	Permiano	Ppd	Grupo Passa Dois (Fms. Irati, Estrada Nova, Rio do Rasto)	folhelho, arenito, siltito, lamito, folhelho pirobetuminoso, calcário, chert	852,6	4,91%
			Pg	Grupo Guatá (Fms. Rio Bonito e Palermo)	siltito, folhelho, arenito, carvão	129,3	0,74%
		Permiano / Carbonífero	CPi	Grupo Itararé (Fm. Rio do Sul)	arenito, siltito, arcóseo, conglomerado, ritmito, diamictito, folhelho, varvito	21,4	0,12%
		Cambriano	Ppm	Grupo Maricá / Grupo Bom Jardim	conglomerado, arenito, siltito, argilito, ritmito; vulcânicas ácidas, intermediárias e básicas	48,2	0,28%
			PPY	Jaguari, Pedras Grandes, etc.	granitóides sin a pós- tectônicos	10,7	0,06%
Arqueano			A (T)sm	Complexo Granulítico Santa Maria Chico (Grupo Cambaí pro parte)	gnaisse, migmatito, granulito, anfibolito, granitóide; silimanita- gnaisse, metabasito, rocha ultramáfica	236,3	1,36%

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH

De acordo com FGV (1998), o Escudo está representado, na região, pelo domínio das rochas granitóides e metavulcânicas (granitóides, Complexo Granulítico Santa Maria Chico, Grupo Maricá / Grupo Bom Jardim) que são as rochas mais antigas e que estão localizadas no extremo sul da Região Hidrográfica, mais precisamente na margem direita das cabeceiras do rio Santa Maria, no Estado do Rio Grande do Sul. Tais litologias foram afetadas por diversos eventos tectônicos, evidenciando falhamentos geológicos com intensa cataclase e preenchimento de fraturas por minerais silicosos, assim como falhamentos e fraturas posteriores, abertas, com porosidade e permeabilidade que podem ser significativas.

A associação de litologias metavulcânicas e metassedimentares evidencia variabilidade marcante na permeabilidade e porosidade, face às diferenciações litológicas. Entretanto, são evidenciados falhamentos e fraturamentos, alguns preenchidos por mineralizações e outros mais recentes que estabelecem zonas de permeabilidade e porosidade polarizadas.

A Bacia do Paraná engloba as litologias resultantes de processos sedimentares e vulcânicos que se desenvolveram sobre o Escudo, as quais foram englobadas em grupos e formações.

O Grupo Itararé, na região, é constituído pela Formação Rio do Sul (folhelhos, argilitos e arenitos finos). Ocorre de modo restrito nos afluentes da margem direita da Sub-bacia Rio dos Índios, a nordeste da cidade de Lajes (SC). Os fácies (folhelhos e argilitos) apresentam uma baixa permeabilidade intergranular e de fraturamento.

O Grupo Guatá, na região, é representado pelas formações Rio Bonito e Palermo que constituem unidades litoestratigráficas diferenciadas. A Formação Rio Bonito, representada por uma seqüência de arenitos, folhelhos, siltitos, leitos de carvão e eventuais níveis conglomeráticos, é formada por depósitos sedimentares fluvio-deltáicos. Ocorre de modo descontínuo ao longo da margem direita do rio Santa Maria, no extremo sul da região, e a nordeste de Lajes (SC) junto às cabeceiras da Sub-bacia do Rio dos Índios. A variabilidade litológica se reflete na variação espacial da porosidade e permeabilidade. A

Formação Palermo, estratigraficamente sobreposta à Formação Rio Bonito, ocorre também de modo descontínuo no mesmo contexto de posicionamento geográfico dessa última unidade litoestratigráfica, sendo representada por seqüências de folhelhos silticos micáceos com intercalações de arenitos lenticulares finos, o que caracteriza essa unidade como de limitada permeabilidade.

O Grupo Passa Dois, na região, corresponde a eventos geológicos do intervalo cronoestratigráfico desde o permiano médio ao superior, representado por litologias essencialmente de origem marinha, configuradas cronologicamente pelas formações Irati, Estrada Nova, Serra Alta, Terezina e rio do Rasto. Face às características litológicas, a permeabilidade intergranular é muito baixa e os efeitos da tectônica são evidenciados por deformações plásticas, minimizando a polarização da permeabilidade. É mais expressiva ao longo do rio Santa Maria, ao sul da Bacia, e próximo ao rio dos Índios, a norte e nordeste de Lajes (SC), onde surgem os efeitos tectônicos do Domo de Lajes.

A Formação Rosário do Sul, constituída por arenitos vermelhos de granulação média a muito fina, ocorre de modo bastante expressivo nas Sub-bacias do Rio Santa Maria, do Rio Ibicuí da Armada, do Rio Ibicuí Mirim, do Rio Jaguarí e do Rio Ibicuí, no Estado do Rio Grande do Sul. O predomínio de fácies areníticas evidencia elevada permeabilidade intergranular, associada àquela decorrente de fraturamento.

A Formação Botucatu ocorre de modo expressivo e contínuo nos afluentes do curso médio do rio Ibicuí, e na forma de corpos isolados, como o domo estrutural do Cerro do Jarau, em Quaraí (RS). Em Santa Catarina, a Formação Botucatu se distribui de forma irregular, em faixas estreitas, ao sul, oeste e norte de Lajes, nas cabeceiras dos rios dos Cachorros e Canoas. Essa unidade é constituída por arenitos finos a médios, podendo localmente evidenciar arenitos argilosos mal selecionados, os quais geraram zonas de permeabilidade de fissuramento. Ocorrem derrames de lava basáltica sobrepostos a litologias da Formação Botucatu. Registram-se silicificações que contribuem para reduzir a permeabilidade dos arenitos.

A Formação Serra Geral representa episódios vulcânicos que cobrem a maior parcela da área da Região Hidrográfica, evidenciando sucessivos derrames de caráter basáltico. Estão inseridos nesta Formação derrames de andesito, dacito, riocacito e riolitos, de um modo geral estratigraficamente sobrepostos aos eventos basálticos. Os derrames vulcânicos a norte, nordeste e noroeste do Rio Grande do Sul, assim como na metade oeste de Santa Catarina, a partir de Lajes, evidenciam maiores espessuras. Tais variabilidades influenciam na permeabilidade associada às fendas de esfriamento horizontais e verticais, que implicam na incidência de zonas de elevada permeabilidade polarizada. Aos produtos de alteração hidrotermal se associam freqüentemente a presença de arenitos intertrâpicos, constituindo horizontes de permeabilidade intergranular. Os efeitos tectônicos mais expressivos são representados por grandes falhamentos, configurando zonas de maior intensidade de porosidade e permeabilidade polarizada, principalmente no terço superior da Bacia.

Na região do Domo de Lajes ocorrem intrusões de rochas alcalinas de pequena distribuição localizada, cuja permeabilidade é fruto da incidência de fraturamentos, mesmo assim muito limitada.

Na porção central da ocorrência de rochas vulcânicas do Rio Grande do Sul, nas cabeceiras dos rios Icamauã, Ijuzinho e Ijuí, ocorrem arenitos e conglomerados, com intercalações de argila e seixos de basalto, que receberam a denominação de Formação Tupanciretã. Existem indícios de que tais rochas sejam arenitos intertrâpicos, que ocorrem de modo extensivo em função da erosão de derrames sobrepostos, constituindo litologias de elevada permeabilidade intergranular.

A Formação Santa Tecla trata-se de uma unidade litoestratigráfica representada por arenitos e conglomerados silicificados e arenitos ferruginosos, sobreposta ao Grupo Cambaí, ocorrendo em área restrita no extremo sudeste da região. Alguns autores consideram que se trata, simplesmente, de uma unidade edafoestratigráfica desenvolvida sobre arenitos da Formação Rio Bonito.

No Quaternário estão incluídos os depósitos aluvionares que se mostram com envergadura mais expressiva no

Rio Grande do Sul, especialmente ao longo dos rios Ibicuí e Santa Maria, onde aparecem diversos terraços essencialmente arenosos com intercalações de cascalho, silte e argila, definindo extensas planícies de inundação. As incidências arenosas e de cascalho configuram as zonas de maior permeabilidade. O terço médio do curso dos rios Cacequí, Jaguarí, Butuí, Ibirapitã e Quaraí apresenta depósitos aluvionares de menor envergadura. Nos rios que se desenvolvem em Santa Catarina, assim como ao longo da calha do rio Pelotas-Uruguaí, em razão da grande energia de relevo, os depósitos aluvionares, predominantemente de cascalho e areia grossa, ocorrem no leito dos cursos de água e zonas marginais muito limitadas.

### *Caracterização Hidrogeológica*

Conforme exposto em FGV (1998), no Brasil, as águas subterrâneas ocupam diferentes tipos de reservatórios, desde as zonas fraturadas do Embasamento Cristalino até os Depósitos Sedimentares, resultando em sistemas aquíferos que, pelo seu comportamento, podem ser agrupados em:

- **aquíferos granulares porosos**, que compreendem (i) sedimentos não consolidados (depósitos aluviais de rios de grande porte, por exemplo) constituídos basicamente por areia e argila; (ii) rochas sedimentares porosas e permeáveis (arenitos, por exemplo) depositadas nas Bacias sedimentares brasileiras, como a Bacia do Paraná;
- **aquíferos fraturados**, constituídos por rochas cristalinas e vulcânicas (Formação Serra Geral); e
- **aquíferos cársticos**, abrangendo rochas carbonáticas com fraturas e outras descontinuidades, submetidas a processos de dissolução cárstica.

Na Região Hidrográfica do Uruguaí ocorrem os dois primeiros tipos de aquíferos, os quais podem ser agrupados em domínios, províncias ou sistemas hidrogeológicos, conforme apresentado no Quadro 23, onde se observa que as diferenças de nomenclatura residem, basicamente, no critério para individualização de cada unidade hidrogeológica – geomorfologia, cronoestratigrafia (idade das rochas), características dos aquíferos, etc. – não implicando, entretanto, em modificações conceituais importantes.

Da mesma forma, como pode se observar a seguir, diferentes denominações têm sido atribuídas por distintos autores a algumas formações da Bacia do Paraná ou à Bacia como um todo, geralmente com o nome Guarani envolvido.

- **Aqüífero Guarani** – termo definido pelo geólogo uruguaio Danilo Anton para o Botucatu em homenagem à nação indígena Guarani; termo definido por Campos (2000) para designar o pacote de rochas permo-cretácicas que ocorrem na Bacia do Paraná.
- **Aqüífero Gigante do Mercosul** – termo definido por Araújo *et al.* (1995) para parte do Sistema Hidroestratigráfico Mesozóico constituído por estratos do Triássico e do Jurássico. O aquífero é confinado pelos basaltos da Formação Serra Geral (Cretáceo) e por rochas permo-triássicas de baixa permeabilidade. Sua área de ocorrência extrapola a porção brasileira da Bacia do Paraná e estende-se em direção do Paraguai, Argentina e Uruguai, na Bacia do Chaco-Paraná.
- **Sistema Aqüífero Guarani - SAG** – termo adotado recentemente para designar as rochas das formações Botucatu e Guará, do Grupo Rosário do Sul (Formações Caturrita, Santa Maria, Sanga do Cabral) e da Formação Pirambóia.

Neste contexto, optou-se pela adoção, no presente trabalho, da nomenclatura proposta em FGV (1998), considerada de mais fácil entendimento e, conseqüentemente, mais voltada aos objetivos do presente documento – subsídio às etapas de cenarização e de planejamento regional do PNRH e base de informação para a participação qualificada no Seminário Regional de Prospectiva e no Seminário Nacional de Consolidação de Diretrizes, Metas e Programas. A espacialização dos domínios hidrogeológicos na Região Hidrográfica do Uruguai é apresentada na Figura 13.

Quadro 23 - Domínios/províncias/sistemas hidrogeológicos – distribuição espacial

Domínio Hidrogeológico (FGV, 1998)	Área		Província Hidrogeológica (Hausman, 1995)	Sistema Hidrogeológico (CPRM, 2004)	Unidades Geológicas	
	(1000 ha)	(%)				
Depósitos Aluvionares	932,3	5,20%	-	Aqüíferos Porosos Cenozóicos Aluvionares (APCA)	QH / QPH	Aluviões
Rochas Vulcânicas de Planalto e de Escarpa	12.257,1	68,34%	Província Basáltica Subprovíncia Planalto	Aqüífero Fissural Serra Geral (AFSG)	JKβsg / Jkα	Formação Serra Geral
Rochas Vulcânicas da Fronteira Sudoeste do RS	2.019,9	11,26%	Província Basáltica Subprovíncia Cuesta			
Arenitos da Formação Botucatu	949,2	5,29%	Província Sedimentar Gondwânica Subprovíncia Botucatu Oeste	Aqüíferos Porosos Eo-Cretáceos (APEC)	Jb	Formação Botucatu
Rochas Sedimentares Pré-formação Botucatu	1.428,9	7,97%	Província Sedimentar Gondwânica Subprovíncia Rosário	Aqüíferos Porosos Triássicos (APTR)	Trs	Formação Rosário do Sul
			Província Sedimentar Gondwânica Subprovíncia Permo carbonífero	Aquitardos Permianos (AQTP)	Ppd	Grupo Passa Dois (Fms. Irati, Estrada Nova, Rio do Rasto)
				Aqüíferos Porosos Permianos (APP)	Pg	Grupo Guatá (Fms. Rio Bonito e Palermo)
					CPI	Formação Itararé
Rochas Granitóides e Metavulcânicas	346,8	1,93%	Província do Escudo Subprovíncia Cretáceo-Paleozóico	Aqüíferos Fissurais do Escudo Cristalino (AFEC)	Ppm	Grupo Maricá / Grupo Bom Jardim
			Província do Escudo Subprovíncia Cristalino		PPY	Granito
					A (T)sm	Complexo Granulítico Santa Maria Chico (Grupo Cambaí pro parte)

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH e FGV (1998)



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 13 - Potencial aquífero dos domínios hidrogeológicos da Região Hidrográfica do Uruguai

## *Identificação e Caracterização dos Aquíferos*

### • Domínio Hidrogeológico das Rochas Granitóides e Metavulcânicas

Este domínio está situado na região sudeste da Bacia, ocupando uma área não muito significativa, correspondendo as rochas do Escudo Sul-Rio-Grandense, onde predominam as litologias do tipo granitóides e em menor escala, as metavulcânicas. Hidrogeologicamente, essas rochas não são bons aquíferos, estando a existência de água subterrânea condicionada ao sistema de fraturamento existente. As vazões obtidas são baixas, estando na ordem dos 2m<sup>3</sup>/h.

### • Domínio Hidrogeológico das Rochas Sedimentares Pré-Formação Botucatu

Este domínio hidrogeológico envolve uma seqüência sedimentar gonduânica de arenitos, conglomerados, siltitos, folhelhos, sotopostos estratigraficamente à Formação Botucatu. Distingue-se de modo significativo a importância da Formação Rosário do Sul, no Rio Grande do Sul. Os arenitos e conglomerados da Formação Rio Bonito constituem aquíferos confinados significativos nas regiões onde afloram as formações Palermo, Irati e Estrada Nova, que por sua vez funcionam como cobertura impermeável confinante. Há uma grande variação nos níveis piezométricos, gradientes e direções de fluxo.

### • Domínio Hidrogeológico dos Arenitos da Formação Botucatu

Neste domínio são observadas, essencialmente, duas situações bem diferenciadas:

- Aquíferos não-confinados, aflorantes, que se comportam preferencialmente como área de recarga, principalmente na região da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul e na parte nordeste da Região Hidrográfica do Uruguai;
- Aquíferos confinados sotopostos aos Domínios Hidrogeológicos das Rochas Vulcânicas de Planalto e da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul, atingindo profundidades inferiores a 400 metros na região sudoeste do Rio Grande do Sul e profundidades entre 600 a 1.200 metros nos planaltos catarinense e gaúcho.

As potencialidades hidrogeológicas são condicionadas pela elevada permeabilidade intergranular e pela influência da permeabilidade por fissuramento decorrente dos efeitos de lineamentos tectônicos. Grandes superfícies de banhados nas margens do rio Uruguai no Rio Grande do Sul e em território argentino representam áreas de descarga expressivas.

Apesar da grande heterogeneidade, pode-se distinguir um sentido de fluxo regional de nordeste para sudoeste a partir da região norte da Bacia e de leste para oeste na região sudoeste do Rio Grande do Sul. Segundo Machado e Faccini (2004), trabalhos recentes sobre a estruturação do Sistema Aquífero Guarani (SAG, no qual os arenitos da Formação Botucatu estão inseridos) no Uruguai e na porção influenciada pelo Arco de Ponta Grossa no Estado do Paraná, têm demonstrado a compartimentação do Sistema Aquífero, com base em grandes estruturas tectônicas, que individualizam compartimentos com características hidrogeológicas bem definidas, influenciando no fluxo hidrodinâmico do sistema.

Assim, a idéia original de que o SAG se comportaria como um aquífero totalmente conectado vem sendo modificada, devendo ser considerada nas estimativas de volumes armazenados e áreas de conectividade.

### • Domínio Hidrogeológico das Rochas Vulcânicas de Planalto e Vulcânicas de Escarpa

Este domínio cobre a totalidade das regiões de planalto no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, estando representado pelo Aquífero Fraturado Serra Geral, incluindo anomalias como o Domo de Lages e ocorrências sedimentares da Formação Tupanciretã, que desempenham a função de áreas de recarga.

Apresenta uma grande importância hidrogeológica na Região Hidrográfica do Uruguai, decorrente da elevada explorabilidade das suas zonas aquíferas. As águas subterrâneas são exploradas através de poços tubulares e captações de fontes, com vazões variando entre 1 e 220m<sup>3</sup>/h, sendo usadas para consumo humano, industrial, pastoril e também para balneabilidade.

Conforme Fepam (2003), “O Aquífero Serra Geral constitui um meio aquífero heterogêneo e anisotrópico, com as condições de armazenamento e circulação da água restritas às descontinuidades das rochas, denominado de aquífero fissural ou fraturado.

Suas características litológicas e estruturais o distinguem das demais rochas cristalinas como os granitóides e gnaisses. Os principais diferenciais são as zonas vesiculares e amigdaloidais de topo de derrame e zonas de disjunção horizontal, que quando interceptadas por fraturamentos, interconectam-se podendo armazenar grandes volumes de água subterrânea. Os mecanismos de recarga do aquífero Serra Geral se dão preferencialmente por dois condicionamentos distintos: infiltração de águas pluviais a partir de rupturas regionais cobertas por manto de alteração e solo; e infiltração de água armazenada nas coberturas sedimentares pós-basálticas (caso de regiões cobertas pela Formação Tupanceritã). A circulação da água subterrânea neste domínio é marcada por dois aspectos: uma circulação horizontal no regolito e outra, na rocha propriamente dita. Tais circulações não apresentam nenhuma correspondência entre seus níveis piezométricos, formando circulações independentes, com alguma inter-relação no tocante à recarga. O manto de alteração das rochas vulcânicas da Formação Serra Geral é geralmente constituído por material argiloso com coeficiente de permeabilidade ( $K$ ) oscilando entre  $10^{-6}$  e  $10^{-7}$  cm/s. Na região estudada, a espessura do regolito pode atingir mais de 30 metros, quando a superfície é morfologicamente pouco atingida pela erosão. A circulação ocorre próximo ao contato com a rocha pouco alterada ou sã. Muitas vezes ocorre o afloramento da água subterrânea sob a forma de fontes, que constituem os pontos de surgência do fluxo subsuperficial. Estes representam o alimentador do fluxo básico da rede hidrográfica da região. A surgência ocorre pontualmente, sob a forma de um filete ou nas disjunções horizontais e verticais da rocha basáltica. Geralmente a descarga se dá na meia encosta próximo ao vale ou nos pontos de seccionamento da superfície estrutural pela erosão. O volume destas descargas pode oscilar entre 0,5 a mais de  $20\text{m}^3/\text{h}$ , sendo que a maioria das fontes apresenta vazões entre 1 e  $3\text{m}^3/\text{h}$ . Quando há déficit pluviométrico ocorre a queda de vazão nas fontes. Outro uso das águas que circulam no manto de alteração é a captação por poços escavados, muito comuns em vários núcleos populacionais da região. A tectônica introduziu a intercomunicação entre os diferentes derrames e permitiu a recarga do Sistema Aquífero fraturado a partir da superfície. A circulação de água no sistema de fraturas está quase sempre sob pressão. Os poços apresentam um artesianismo semi-surgente na maioria dos casos.”

Conforme FGV (1998), a potencialidade hidrogeológica é função da estruturação da seqüência de derrames sucessivos, que pode ser mais expressiva quando ocorrem arenitos intertrâpicos, assim como quando da incidência das zonas de fraturas associadas a lineamentos tectônicos. Face a tais características é configurada uma grande variabilidade espacial no comportamento da água subterrânea, controlada essencialmente por permeabilidades devidas ao fissuramento, estabelecendo conexão hidráulica com o Domínio Hidrogeológico dos Arenitos da Formação Botucatu, estratigraficamente sotoposto. Obviamente que as grandes variabilidades impostas pelos condicionamentos geológico-estruturais resultam em significativas variações nos níveis piezométricos, gradientes e direções de fluxos.

Dentro desse Domínio, merece atenção a área das Rochas Vulcânicas de Escarpa, situada nas margens da calha do rio Pelotas-Uruguai e na escarpa do limite sul do planalto de Uruguaiana, no Rio Grande do Sul, o qual define um relevo acidentado. As características litológicas e estruturais que controlam a distribuição da água subterrânea são similares ao domínio hidrogeológico do planalto.

#### • Domínio Hidrogeológico das Rochas Vulcânicas da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul

Este domínio, também representado pelo Aquífero Fratura-Serra Geral, em razão da geomorfologia, da menor espessura individual dos derrames e da influência da tectônica, caracteriza-se por apresentar potencialidades hídricas subterrâneas controladas essencialmente por fraturas de origem tectônica. Em função da influência de grandes falhamentos geológicos ocorre conexão com os arenitos da Formação Botucatu, ocorrendo zonas de surgência de água subterrânea sob a forma de banhados e olhos d'água, caracterizando zonas de descarga, apesar da superfície aplainada da região. Há grandes variações dos parâmetros hidráulicos, níveis piezométricos, gradientes e direções de fluxo, o que se reflete também na hidroquímica.

#### • Domínio Hidrogeológico dos Depósitos Sedimentares Aluvionares

O potencial aquífero deste domínio está representado pelos depósitos de areia e cascalho, cuja espessura é muito variável, dificilmente superando 30 m. Tais feições são mais significa-

tivas nos rios Ibicuí, Santa Maria e em alguns trechos do rio Uruguai, no Rio Grande do Sul. Os aquíferos geralmente são livres e sofrem efeitos da sazonalidade de cheias e estiagens dos cursos de água, podendo ter sua qualidade comprometida pela poluição de efluentes urbanos e rurais.

### **Potencialidades dos Aquíferos e Usos**

De acordo com FGV (1998), apesar do elevado potencial hidrogeológico da Região Hidrográfica do Uruguai, o aproveitamento da água subterrânea na região é feito visando principalmente ao abastecimento público de pequenas comunidades rurais e à suplementação do abastecimento de cidades de porte médio. No Rio Grande do Sul, diversas localidades atendidas pelas redes de abastecimento são totais ou parcialmente atendidas com água subterrânea. Em Santa Catarina, as águas subterrâneas tem pouco significado econômico e seu uso restringe-se a algumas comunidades rurais. Destaque deve ser feito para as ocorrências termais junto ao rio Uruguai.

O que se observa, é que a Bacia do Ibicuí, incluindo a do Santa Maria, é a que apresenta a maior densidade de poços, seguida pelas Bacias dos rios Chapecó e da Várzea. As dos rios Pelotas, Canoas e Negro, por outro lado, são as que apresentam o menor número de poços.

Na seqüência, são apresentadas as potencialidade e usos da água subterrânea em cada domínio hidrogeológico anteriormente caracterizado.

#### **• Aquíferos fraturados: Domínios Hidrogeológicos das Rochas Granitóides e Metavulcânicas, das Rochas Vulcânicas de Planalto e Vulcânicas de Escarpa e das Rochas Vulcânicas da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul**

O Domínio Hidrogeológico das **Rochas Granitóides e Metavulcânicas**, na parte ocorrente na região, não apresenta um bom potencial aquífero. As vazões obtidas nos poços tubulares profundos são baixas e estão condicionadas ao sistema de fraturamento.

Neste domínio, juntamente com os Domínios Hidrogeológicos das **Rochas Vulcânicas de Planalto e Vulcânicas de Escarpa** e das **Rochas Vulcânicas da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul**, é observada uma enorme variabilidade de vazões, desde menos de  $1\text{m}^3/\text{h}$ , em situações

afastadas das zonas de fraturas associadas a lineamentos tectônicos, até mais de  $150\text{m}^3/\text{h}$ , para locações sobre zonas de fraturas. Deve ser enfatizada a influência da geomorfologia, que é mais favorável nas situações de planalto e de superfície aplainada, do que nas zonas de escarpa. As profundidades médias dos poços estão entre 120 e 180 metros.

Considerando os dados atualmente constantes do Siagas disponibilizados no *site* da CPRM ([www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)), observa-se, inicialmente, que a maior parte dos poços cadastrados na Região Hidrográfica do Uruguai, em um total de 5.546, utiliza as águas da Fm. Serra Geral (55%), demonstrando a importância dos Domínios Hidrogeológicos das Rochas Vulcânicas de Planalto e Vulcânicas de Escarpa e das Rochas Vulcânicas da Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul na região.

Quanto às vazões captadas, observa-se que a grande maioria dos poços cadastrados que captam águas da Fm. Serra Geral apresentam vazões de até  $30\text{m}^3/\text{h}$  (cerca de 90% dos poços), enquanto que menos de 1,5% dos poços cadastrados atingem vazões acima de  $70\text{m}^3/\text{h}$ . Quando são analisadas as profundidades destes poços, constata-se que a maior parte (39%) está captando a profundidades menores, entre 80 e 120 metros; 21%, entre 30 e 80 metros, e 21%, entre 120 e 150 metros.

No que se refere aos usos das águas da Fm. Serra Geral na Região Hidrográfica do Uruguai, o abastecimento urbano/doméstico é o uso preponderante, respondendo por 80% dos poços cadastrados, seguido pelo abastecimento múltiplo, com 11% e industrial, com 5%.

Dados obtidos por Hausman em 371 poços que captam águas da Fm. Serra Geral atestam os seguintes valores:

- Capacidade específica:  $3,5 \times 10^{-3} - 37,7\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$  com uma média de  $0,5\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ ;
- Profundidade dos poços: 31 – 190 m com média de 84 m;
- Permeabilidade:  $10^{-3}$  a  $10^{-7}$  m/s com média em torno de  $10^{-5}$  m/s;
- STD: < 300 mg/l;
- Espessura média do aquífero: 100 m;
- Área de ocorrência:  $720.000\text{km}^2$ .

As reservas renovável e explotável foram estimadas, para a Fm. Serra Geral, respectivamente, em  $3.731,5\text{m}^3/\text{s}$  e  $746,3\text{m}^3/\text{s}$  (ANA, 2005).

A grande importância econômica dos basaltos advém da reconhecida fertilidade dos solos, base de intensa exploração agropecuária característica da região e dos condicionamentos favoráveis (topográficos e geotécnicos) à implantação de hidrelétricas/barragens. A sua importância hidrogeológica decorre da relativa explorabilidade das suas zonas aquíferas pelos meios técnicos e financeiros disponíveis. Resultados de estudos econômicos realizados indicam que, de um modo geral, o seu aproveitamento é viável para abastecimento rural e pequenas indústrias. Disso decorre que, muito embora a vazão dos poços do basalto seja relativamente baixa e muito variável de um local para outro, configura-se na grande potencialidade da região.

Em escala regional, os basaltos da Formação Serra Geral constituem camadas confinantes do aquífero Botucatu. As condições gerais de ocorrência das águas subterrâneas são de aquífero livre. Os níveis da água nos poços de observação reagem a estação chuvosa e as oscilações medidas foram da ordem de 5 m em média. Testes de aquíferos realizados pelas equipes do DAEE em 1974 indicam valores de transmissividade variáveis de  $10^{-5}$  a  $4,4 \times 10^{-4}$ , sendo o valor médio de  $3,8 \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{s}$ .

Em geral, as condições mais favoráveis foram obtidas através de poços que atravessaram zonas de contato interderrames situados nos primeiros 100 m de profundidade. A influência de alinhamentos tectônicos na produtividade dos poços ocorre no sentido de aumento na intercomunicação entre as descontinuidades. O nível estático é, em geral, pouco profundo. O paralelismo acentuado que apresenta com a superfície topográfica é um comportamento típico de aquífero de acentuada anisotropia. Cerca de 75 % dos poços fornecem  $0,7 \text{m}^3/\text{h}/\text{m}$  e com certa margem de segurança adota-se uma vazão  $21 \text{m}^3/\text{h}$ .

• **Aquíferos porosos: Domínios Hidrogeológicos dos Arenitos da Formação Botucatu e das Rochas Sedimentares Pré-Formação Botucatu**

No Domínio Hidrogeológico dos **Arenitos da Formação Botucatu** se manifestam as maiores potencialidades aquíferas, através de poços tubulares profundos que atravessam as camadas aflorantes de Rochas Vulcânicas da Fronteira Sudo-

este do Rio Grande do Sul, captando água subterrânea em condições confinantes, onde foram obtidas vazões superiores a  $250 \text{m}^3/\text{h}$  em poços com profundidade entre 120 e 300 metros. Quando os Arenitos da Formação Botucatu são aflorantes, as vazões dificilmente superam a cifra de  $60 \text{m}^3/\text{h}$ . A influência da tectônica é responsável por variabilidades significativas no potencial deste aquífero. A captação de águas no Arenito Botucatu, sotoposto ao Domínio Hidrogeológico das Rochas Vulcânicas do Planalto, em poços com profundidades superiores a 700 metros, tende a superar  $500 \text{m}^3/\text{h}$ .

Considerando os dados atualmente constantes do Siagas disponibilizados no *site* da CPRM ([www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)), observa-se que a maior parte dos poços cadastrados que captam águas da Fm. Botucatu apresentam vazões de até  $10 \text{m}^3/\text{h}$  (cerca de 60% dos poços), enquanto que somente cerca de 15% dos poços cadastrados atingem vazões entre 70 e  $100 \text{m}^3/\text{h}$ . Quando as profundidades destes poços são analisadas, constata-se que a grande maioria (53%) está captando a profundidades menores que 30 metros, na porção aflorante do aquífero, que apresenta menores custos, e onde as vazões, conforme mencionado, dificilmente superam  $60 \text{m}^3/\text{h}$ . Somente 3% dos poços atingiram profundidades entre 120 e 150 metros. Do número total de poços cadastrados no SIAGAS para a Região Hidrográfica do Uruguai (5.546), somente 7% capta nos Arenitos da Formação Botucatu.

No que se refere aos usos das águas da Fm. Botucatu na Região Hidrográfica do Uruguai, de forma similar ao que ocorre com a Fm. Serra Geral, o abastecimento doméstico/urbano é o uso preponderante, respondendo por 93% dos poços cadastrados, seguido pelo abastecimento industrial, com 5%.

Cabe observar, conforme FGV (1998), que o aquífero Botucatu representa 80% do potencial hidrogeológico total da Bacia do Paraná, estendendo-se por aproximadamente  $950.000 \text{km}^2$  com uma espessura média de 300-400 m. A cobertura de basaltos (com mais de 1.500 m) reduz suas áreas de exposição a apenas 10% da área total de distribuição geográfica subsuperficial. Estas áreas expõem-se em forma de tiras alongadas com 10-100km de largura ao longo das bordas da Bacia. Este aquífero encontra-se em uma região tropical de grande disponibilidade hídrica e está praticamente inexplorado, conforme anteriormente

demonstrado. Em função das grandes profundidades alcançadas e da grande pilha de basalto que a ele se sobrepõem, não é de se estranhar que as águas deste aquífero são quentes (50-120°C).

As possibilidades de exploração tornam-se rapidamente proibitivas, devido as grandes profundidades a que são projetadas, na medida que se caminha para o centro da Bacia. A potabilidade pode ser afetada pelo enriquecimento de alguns íons considerados nocivos a saúde. Teores acima dos limites toleráveis de flúor tem sido encontrados em algumas regiões da Bacia (>1,2 mg/l). De modo geral, as melhores possibilidades ficam restritas aos domínios aflorantes. Cerca de 70% de sua área total apresenta condições de artesianismo. Dados de poços perfurados neste aquífero indicam os seguintes parâmetros:

- Vazões : 10 -150m<sup>3</sup>/h (não-confinados) e 300 – 1000m<sup>3</sup>/h (confinados);
- Transmissividade : 1,5 – 7x10<sup>-3</sup>m<sup>2</sup>/s;
- Coeficiente de armazenamento: 0,2 – 0,05 (não-confinado) e 10<sup>-3</sup> – 10<sup>-6</sup> (confinado);
- Área de ocorrência : 818.000km<sup>2</sup>;
- Espessura média : 300 m;
- Vazão específica : 2 – 15m<sup>3</sup>/h/m;
- Permeabilidade : 4x10<sup>-5</sup> m/s.

As **Rochas Sedimentares Pré-Formação Botucatu** evidenciam potencialidades aquíferas da ordem de 4 a 40m<sup>3</sup>/h. quando os poços são locados sobre zonas de fraturas. Em condições confinantes, abaixo da Formação Botucatu e Rochas Vulcânicas, localizadas sobre zonas de fraturas extensas, existe potencial para vazões superiores a 200m<sup>3</sup>/h, como se registra em Santana do Livramento, no Rio Grande do Sul. Os arenitos da Formação Rio Bonito, confinados abaixo da Formação Irati, mostram potencialidades superiores a 100m<sup>3</sup>/h, para poços tubulares profundos.

Considerando os dados atualmente constantes do Siagas disponibilizados no sitio da CPRM ([www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)), observa-se que a maior parte dos poços cadastrados que captam águas da Fm. Rosário do Sul apresentam vazões de até 20m<sup>3</sup>/h (cerca de 60% dos poços). A análise das profundidades desses poços constata que a maior parte (34%) está captando a profundidades menores que 30 metros, 22%, entre 30 e 80 metros, e 24%,

entre 80 e 120 metros. Do número total de poços cadastrados no SIAGAS para a Região Hidrográfica do Uruguai (5.546), somente 3% capta na Fm. Rosário do Sul.

No que se refere aos usos das águas da Fm. Rosário do Sul na Região Hidrográfica do Uruguai, o abastecimento doméstico/urbano é o uso preponderante, respondendo por 80% dos poços cadastrados. Quanto à Fm. Rio Bonito, somente 0,2% do número total de poços cadastrados no SIAGAS para a Região Hidrográfica do Uruguai (5.546) captam nesta unidade geológica.

Conforme DRH/Sema (2002), as principais características do Aquífero Rosário do Sul compreendem:

- Dimensionais
- Espessura Máxima: 250 m
- Área Aflorante : 13.000km<sup>2</sup>
- Área Confinada : 39.000km<sup>2</sup>
- Vazão: 1,2 – 288m<sup>3</sup>/h
- Capacidade Específica: 0,026-28,4m<sup>3</sup>/h/m
- Hidrodinâmica
- Coeficiente de Transmissibilidade Médio (T)= 1,08.10<sup>-3</sup>m<sup>2</sup>/s
- Coeficiente de Permeabilidade Médio (K)= 1,97.10<sup>-5</sup>m/s
- Escoamento
- Sentido Geral para W
- Gradiente Hidráulico: 0,4m/km (nas áreas sob pressão)
- Vazão de Escoamento Natural: 2,84.106m<sup>3</sup>/ano
- Alimentação: 1,56.10<sup>9</sup>m<sup>3</sup>/ano
- Reservas Permanentes: 1,95.10<sup>11</sup>m<sup>3</sup>
- Reservas Exploráveis: 1,56.10<sup>9</sup>m<sup>3</sup>/ano

As reservas renováveis e explotáveis foram estimadas, para o Aquífero Guarani, respectivamente, em 805,7m<sup>3</sup>/s e 161,1m<sup>3</sup>/s (ANA, 2005).

#### **Áreas de Recarga e Vulnerabilidade dos Aquíferos**

A Figura 14 apresenta as áreas vulneráveis e de recarga dos aquíferos da Região Hidrográfica Rio Uruguai (FGV, 1998).

Segundo FGV, as grandes áreas de recarga dos aquíferos estão assim localizadas:

- na parte nordeste, contornando o planalto de Lages, tem uma faixa alongada de afloramento de arenito da Fm. Botucatu;
- os afloramentos de arenitos da Fm. Tupanciretã, ao longo de uma faixa, na linha divisória sul da Bacia, em posição central, ou seja, ocupando as cabeceiras de diversos rios da Bacia, indicando que esses afloramentos se constituem em áreas de recarga de aquíferos;
- na parte sudoeste, ocupando uma faixa da região gondwânica, ocorrem os afloramentos das formações Rosário do Sul e Botucatu, além de rochas das formações do Grupo Passa Dois.

Possivelmente existem outras áreas de recarga ao longo da Bacia, uma vez que as rochas basálticas sobrepostas ao arenito Botucatu podem atuar como área de recarga por meio das fraturas existentes.

Quanto às áreas mais vulneráveis à contaminação (Figura 14), a Região Hidrográfica Rio Uruguai possui:

- alguns núcleos urbanos com população acima de 50 mil habitantes, os quais configuram possibilidades de contaminação das águas subterrâneas, não só pela existência de esgotos domésticos e industriais não tratados, como pelos lixões localizados em áreas impróprias. Cabe observar, por meio da análise das Figuras 13 e 14, que a maior parte dos referidos núcleos urbanos está distribuída ao longo do Aquífero Fraturado Serra Geral;
- áreas rurais onde há que se considerar a contaminação pelo emprego de agrotóxicos; o Estado do Rio Grande do Sul apresenta grandes áreas onde a atividade agrícola é intensa, principalmente para as culturas do arroz, soja e trigo. É importante destacar que o cultivo de arroz está concentrado na porção sul da Região Hidrográfica do Uruguai, com ênfase para a Bacia do Rio Santa Maria, importante área de recarga dos aquíferos porosos da Bacia do Paraná (Fms. Rosário do Sul, Botucatu e Grupo Passa Dois), enquanto que as áreas de cultivo de soja e trigo distribuem-se por todo o planalto, sobre as rochas do Aquífero Fra-

turado Serra Geral (Figuras 13 e 14), cuja recarga é efetuada por meio de falhas/fraturas;

- áreas rurais com intensa atividade agropecuária, especialmente avicultura e suinocultura, como é o caso do Oeste Catarinense (Chapecó) e da Bacia dos rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo, no Estado do Rio Grande do Sul, onde são observadas elevadas cargas potenciais poluidoras difusas decorrentes da aplicação dos dejetos como fertilizante na agricultura, distribuídas sobre o Aquífero Fraturado Serra Geral;
- áreas de recarga de aquíferos, como é o caso da porção leste da Bacia, no Estado de Santa Catarina, onde se observa uma faixa de afloramento do arenito Botucatu, com uma direção SE-NW, que passa pelo Município de Lages. A direção do fluxo regional das águas subterrâneas, a partir da área de recarga, é nordeste-sudoeste, coincidindo com a direção principal de escoamento das águas do aquífero Botucatu. Esta borda leste da Bacia, onde está localizada a área de recarga e por ser uma área de vulnerabilidade elevada, deve merecer uma atenção especial, através do controle do tipo de atividade (industrial, agrícola) existente, ou a ser implantada;
- áreas industriais, com grande potencial poluidor das águas do Aquífero Fraturado Serra Geral, representada pela produção de papel e celulose, que é desenvolvida nos Municípios de Lages e Caçador, em Santa Catarina.

### *Qualidade das Águas Subterrâneas*

Faz-se, no prosseguimento, um resgate das informações de qualidade das águas subterrâneas existentes para a Região Hidrográfica do Uruguai.

Segundo ANA (2005), o Sistema Aquífero Guarani apresenta qualidade química das suas águas, em geral, boa, especialmente nas porções mais rasas do Sistema Aquífero, ou seja, nas partes livres a semiconfinadas. Os principais usos são o abastecimento humano e industrial. As águas são predominantemente bicarbonatadas cálcicas e cálcio-magnesianas, embora as sódicas estejam presentes secundariamente na zona confinada do Aquífero Guarani (FGV, 1998; ARAÚJO *et al.*, 1999).

A ocorrência de águas cloretadas e/ou sulfatadas se restringe a alguns pontos isolados (FGV, 1998). Observa-se que, com o aumento da profundidade, aumentam as concentrações de sódio e de sólidos totais dissolvidos. No oeste do Estado de Santa Catarina, o Guarani apresenta restrições à potabilidade, principalmente no tocante ao conteúdo de sólidos totais dissolvidos (média de 521,3 mg/l), e suas águas, geralmente muito salinas e fortemente sódicas, são inadequadas para a irrigação (Freitas *et al.*, 2002).

Em relação à dureza total, predominam amplamente as águas brandas. Nas porções aflorantes, a temperatura das águas do SAG situa-se entre 22 e 25°C, aumentando gradativamente com a profundidade. O gradiente geotermal é de 29°C por quilômetro de profundidade e essas águas são aproveitadas principalmente por hotéis e algumas indústrias, e apresentam potencial para geração de energia (ARAÚJO *et al.*, 1999).

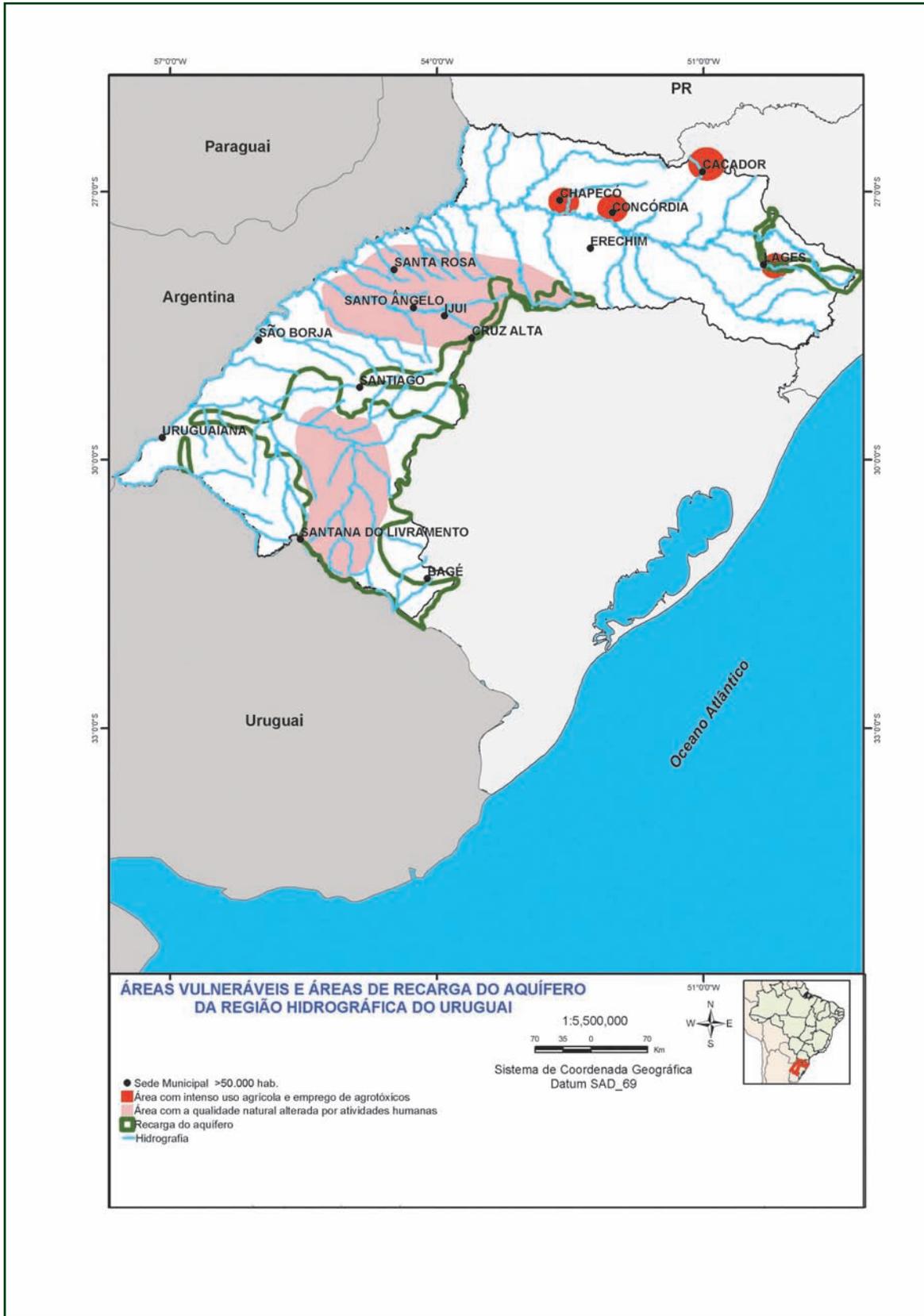
O Sistema Aquífero Serra Geral apresenta águas predominantemente bicarbonatadas cálcicas (BITTENCOURT *et al.*, 2003; BUCHMANN FILHO *et al.*, 2002), sólidos totais dissolvidos entre 23 e 210mg/L, com média de 103,27 mg/L, valores de pH variando entre 6,0 e 9,5, com média de 7,32 (BITTENCOURT *et al.*, 2003). O campo das águas bicarbonatadas cálcicas possui um controle litoquímico, já que suas características químicas estão relacionadas com os processos de intemperismo que atuam sobre as rochas vulcânicas.

As águas bicarbonatadas sódicas, localmente encontradas, evidenciam a existência de condicionadores geotectônicos e morfotectônicos que seriam responsáveis pela mistura das águas dos aquíferos sotopostos, principalmente o Guarani (BITTENCOURT *et al.*, 2003; REGINATO; STRIEDER, 2004). Restrições em relação às concentrações de ferro e manganês na água já foram identificadas. Nas regiões de maior desenvolvimento urbano e industrial são conhecidos casos de contaminação bacteriológica e química. Na região de Caxias de Sul, foram identificados problemas com contaminação por cromo e outros metais pesados (REGINATO; STRIEDER, 2004). O Sistema Aquífero Serra Geral apresenta, em determinados locais, características termiais, como no Estado de Santa Catarina (Águas de Prata, São Carlos, Ilha

Redonda, Palmitos, Águas de Chapecó e Quilombo), onde as águas atingem em média 38°C (FREITAS *et al.*, 2002).

De acordo com Fepam (2003), em estudo efetuado na Bacia dos rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo (U30), no Estado do Rio Grande do Sul, os tipos hidrogeoquímicos predominantes do aquífero fraturado Serra Geral foram Águas Bicarbonatadas Cálcicas ou Magnesianas e Águas Bicarbonatadas Sódicas. Quando analisada sob o ponto de potabilidade, as águas do aquífero fraturado raramente apresentam restrições. Quando estas ocorrem, estão relacionadas à presença de um teor de flúor mais elevado. Para o uso industrial apresentam, em raros casos, problemas relacionados à dureza, ferro e manganês.

Geralmente as águas do Sistema Aquífero Serra Geral não apresentam restrição quanto a sua utilização na irrigação, estando predominantemente nas classes C1-S1 e C2-S1 da USSL. As águas pertencentes à classe C1-S1 podem ser utilizadas sem restrição na irrigação. A classe C2-S1 compreende águas de salinidade média, condutividades entre 250 e 750µS/cm e também fracamente sódicas. Sua utilização na irrigação está condicionada à lixiviação moderada do solo podendo ser empregada até para plantas de fraca tolerância salina. Riscos de sódio são mínimos.



Fonte: Bases do PNRH (2005); FGV (1998)

Figura 14 - Áreas vulneráveis e áreas de recarga dos aquíferos da Região Hidrográfica do Uruguai

### 4.3 | Principais Biomas e Ecossistemas da Região Hidrográfica do Uruguai

Neste item são apresentados os principais biomas e ecossistemas naturais existentes na Região Hidrográfica do Uruguai e são caracterizadas as ecorregiões do Baixo e Alto Uruguai, com a identificação das Unidades de Conservação na região, das áreas prioritárias determinadas pelo Ministério do Meio Ambiente e das principais características da flora existente. São ainda apresentadas as pressões antrópicas associadas aos ecossistemas e biomas existentes, segundo a classificação atual do Ministério do Meio Ambiente e IBGE.

O bioma original que recobria as nascentes do rio Uruguai era Campos Sulinos e a Floresta com Araucária (ainda conforme a classificação anterior do Ministério do Meio Ambiente e do IBGE), que em sua porção sudoeste era denominada de Mata do Alto Uruguai – Mata Atlântica. A situação que hoje se encontra é caracterizada por desmatamento intenso com áreas restritas à conservação da vegetação original. As ações decorrentes da expansão agrícola modificaram a fisionomia desta região, especialmente das lavouras de arroz irrigado na região da Campanha Gaúcha e das culturas de soja e trigo na região do planalto, destacam-se ainda as áreas de criação de suínos e aves localizadas junto à região de vales onde estas atividades se desenvolveram intensamente em minifúndio.

O bioma Campos Sulinos apresenta uma fisionomia aparentemente homogênea e é caracterizado por grande riqueza de espécies herbáceas e várias tipologias campestres, que compõem ambientes integrados com florestas de araucária em algumas regiões. A fauna relacionada a este bioma é variada com espécies compartilhadas com a Mata Atlântica, muitas delas endêmicas, apesar do seu menor conhecimento do ponto de vista de sua diversidade biológica.

Por conta de sua natureza fragmentada acentuada pela ação antrópica, foram escolhidas pelo Probio (MMA, 2002) áreas prioritárias para conservação dos Campos Sulinos. A área da Campanha Gaúcha foi considerada de máxima prioridade, entre outras no País. Nesta escolha foram consideradas as principais características de cada área, como no caso da Campanha Gaúcha, que possui grande diversidade de habitats (banhados, várzeas, matas ripárias e areias), de flora peculiar e de elementos faunísticos provenientes do Uruguai e da Argentina.

As principais ameaças são decorrentes da ação antrópica na região, como a criação de gado bovino, a cultura de arroz com drenagem dos banhados, a construção de termelétricas e gasodutos e o processo de urbanização das cidades.

Na Região Hidrográfica do Uruguai ainda existem áreas de conservação de espécies originais, como os parques estaduais que representam apenas 0,2% de sua área total. Os fatores antrópicos que pressionam os ecossistemas existentes tornam as poucas áreas de proteção ambiental e os remanescentes de matas ciliares refúgios para as espécies e animais da região.

Sobre os mecanismos a serem adotados para a sustentabilidade dos ecossistemas existentes, em especial para a manutenção e recuperação das áreas de maior interesse e relevância ambiental, como as unidades de conservação e demais áreas prioritárias, que sofrem pressão de atividades econômicas, tais ações passam pela criação de novas unidades de conservação e efetivação das existentes, por meio da elaboração e implantação de plano de manejo.

#### Ecorregiões Aquáticas

Na oficina realizada sobre as Ecorregiões Aquáticas do Brasil foi construída uma proposta de Ecorregiões Aquáticas, com o objetivo de planejar e elaborar estratégias para a conservação de ambientes terrestres no país, já que a abordagem e aplicação no planejamento de ambientes aquáticos ainda são incipientes no Brasil. Tendo sido levado em consideração apenas os aspectos físicos e biológicos dos ambientes terrestres no planejamento espacial das unidades de conservação.

No caso do planejamento de recursos hídricos no País, seus gestores acenam para a necessidade de agregar esses componentes para o atendimento e implementação da legislação pertinente, associado a uma forte possibilidade de integração entre o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Conferindo à Bacia Hidrográfica o *status* de unidade de planejamento ambiental, mais abrangente, e não somente de recursos hídricos. São duas as Ecorregiões na Região Hidrográfica do Uruguai como estão caracterizadas a seguir.

#### Ecorregião do Alto Uruguai

Inclui a Bacia de drenagem do rio Uruguai, acima das cachoeiras Yucumã, o rio Uruguai e todos os seus tributários

e os dois rios formadores: Canoas e Pelotas. Esta Ecorregião coincide geograficamente com a Sub-bacia Uruguai Alto da sub-divisão em nível 1 da DHN do PNRH.

A área situada à montante do salto de Yucumã, abrange extensa área do planalto meridional ou das Araucárias, o que lhe confere características geográficas e ictiofaunísticas peculiares, a ictiofauna é dominada por espécies típicas dos campos de planalto e vales encaixados (Oficina de Ecorregiões Aquáticas, 2004).

Os principais rios para a Ecorregião são o Alto Uruguai, o Canoas e o Pelotas. Também se revestem de importância os afluentes como os rios: Guarita, Várzea, Passo Fundo e Inhandava, no Estado do Rio Grande do Sul e o rio do Peixe e Chapecó, no Estado de Santa Catarina.

#### **Ecorregião do Baixo Uruguai**

Inclui a Bacia do baixo rio Uruguai e seus tributários; no oeste do Estado do Rio Grande do Sul, nordeste da Argentina e oeste do Uruguai; abrangendo terrenos dos Planaltos da Campanha Gaúcha e das Araucárias. As cachoeiras de Yucumã são consideradas como limite entre as partes superior e inferior do rio Uruguai. Esta Ecorregião

coincide geograficamente com as Sub-bacias do Uruguai Médio, do Rio Ibicuí e do Rio Negro da sub-divisão em nível 1 da DHN do PNRH.

Os principais rios para esta Ecorregião são o próprio baixo rio Uruguai, desde as cachoeiras de Yucumã até a sua foz. Os principais contribuintes são os rios Ijuí, Ibicuí e Quaraí, no Rio Grande do Sul; Queguay e Negro no Uruguai e Mirinã no território argentino.

#### **Unidades de Conservação**

Sobre as Unidades de Conservação existente na Região Hidrográfica do Uruguai foram identificadas 19 unidades, sendo 12 unidades na Ecorregião do Alto Uruguai e sete unidades na Ecorregião do Baixo Uruguai. Das 12 unidades de conservação identificadas na Ecorregião do Alto Uruguai (Quadro 24) cinco são parques de domínio municipal, estadual e federal, um, dois e dois respectivamente, duas regiões particulares do patrimônio natural (RPPN), duas estações ecológicas e três florestas nacionais. Dessas unidades, cinco encontram-se em área da Sub-bacia do Uruguai Nacional.

Quadro 24 - Unidades de conservação na Ecorregião do Alto Uruguai

Denominação	Tipologia	Área (ha)	Sub-bacia (nível 2)	Município/UF
São Joaquim*	Parque Nacional	-	Rio Canoas Rio Pelotas	Bom Jardim da Serra (SC)
Faz. Araucária	RPPN	-	Rio Pelotas	São Joaquim (SC)
Aratinga*	Estação Ecológica Estadual	6.036,00	Rio Pelotas	São Francisco de Paula e Itati (RS)
Espigão Alto	Parque Estadual	1.331,90	Rio Pelotas	Barracão (RS)
Aracuri-Esmeralda	Estação Ecológica	277,29	Rio Pelotas	Esmeralda (RS)
Aparados da Serra*	Parque Nacional	13.082,71	Rio Pelotas	-
Caçador	Floresta Nacional	670,00	Uruguai Nacional	Coxilha (RS)
Gralha-Azul	RPPN	-	Uruguai Nacional	Arrio Trinta (SC)
Chapecó	Floresta Nacional	-	Uruguai Nacional	Guatambu (SC)
Passo Fundo	Floresta Nacional	-	Uruguai Nacional	Coxilha (RS)
Rondinha	Parque Estadual	1.000,00	Uruguai Nacional	Sarandi (RS)
Vale do Rio do Peixe	Parque Natural Municipal	301,07	Uruguai Nacional	-

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH; Relatório Anual da Situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul (DRH/SEMA 2002); SEMA (2005); Ibama (2005); Moss (2005)  
\* Esta Unidade de Conservação possui parte de seu território na Região Hidrográfica do Atlântico Sul.

As unidades de conservação localizadas na Ecorregião do Baixo Uruguai (Quadro 25) totalizam sete unidades. Delas, três são reservas biológicas, uma RPPN, uma área de proteção ambiental, e dois parques estaduais. Quatro destas UCs localizam-se na Sub-bacia Uruguai 03.

Destaca-se que não há informações consolidadas dispo-

níveis que precisem o atual estágio de conservação das UCs e pontos de vulnerabilidades existentes na Região Hidrográfica do Uruguai. Assim, recomenda-se a elaboração de um diagnóstico sobre a situação atual das UCs existentes na Região Hidrográfica Uruguai.

Quadro 25 - Unidades de conservação na Ecorregião do Baixo Uruguai

Denominação	Tipologia	Área (ha)	Sub-bacia (nível 2)	Município/UF
Turvo	Parque Estadual	17.491,4	Uruguai 1	Derrubadas (RS)
Uruquá	RPPN	-	Rio Ijuí Uruguai 3	São Luiz Gonzaga (RS)
Banhado São Donato	Reserva Biológica	-	Uruguai 2	Itaqui (RS) Maçambará (RS)
Ibirapuitã	APA	318,0	Uruguai 3	Santana do Livramento (RS) Quaraí (RS) Alegrete (RS) Rosário do Sul (RS)
Banhado do Ibirapuã	Reserva Biológica	351,4	Uruguai 3	Alegrete (RS)
Ibicuí-Mirim	Reserva Biológica	598,0	Uruguai 3	Alegrete (RS)
Espinilho	Parque Estadual	1.617,1	Rio Quaraí	Barra do Quaraí (RS)

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH e Relatório Anual da Situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul (DRH/SEMA 2002)

### Áreas Prioritárias

No Brasil, para fins de manejo e conservação da biodiversidade são determinadas as áreas prioritárias, principalmente as unidades de conservação estabelecidas pela Constituição Federal (Art. 225, § 1º, Inciso III), pelo Código Florestal Brasileiro (Lei Federal n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965) e pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei Federal n.º 9.985, de 18 de julho de 2000). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente “*áreas protegidas são áreas de terra e/ou mar especialmente dedicadas à proteção e manutenção da diversidade biológica, e de seus recursos naturais e culturais associados, manejadas por meio de instrumentos legais ou outros meios efetivos*”.

Na Região Hidrográfica do Uruguai, o Ministério do Meio

Ambiente classificou as áreas prioritárias existentes numa escala de prioridade, em quatro níveis, de acordo com o seguinte critério: 1 – extremamente alta, 2 – muito alta, 3 – alta e insuficientemente conhecida. Optou-se por apresentar as áreas prioritárias existentes na Região Hidrográfica do Uruguai por Ecorregião nos quadros a seguir (Quadro 26 e Quadro 27). Na Ecorregião do Baixo Uruguai foram identificadas três áreas prioritárias que pertencem ao bioma Mata Atlântica e Campos Sulinos, sendo duas delas classificadas segundo prioridade de nível 1 – extremamente alta e uma em nível 2 – muito alta.

Ao observar as divisões adotadas, verificou-se que área prioritária do Turvo, localizada na ecorregião do Baixo Uruguai, também possui parte de suas áreas na ecorregião do Alto Uruguai. Há ainda o caso da área prioritária de Campos do planalto que tem parte de sua área na Região Hidrográfica Atlântico Sul.

Na Ecorregião do Alto Uruguai foram identificadas 11 áreas prioritárias, todas integrantes do bioma Mata Atlântica e Campos Sulinos, seis delas com classificação de prioridade nível 1 – extremamente alta, uma em nível 2 – muito alta, duas nível 3 – alta e duas classificadas como insuficientemente conhecidas. As reco-

mendações do Ministério do Meio Ambiente sobre cada uma dessas áreas, com destaque para a criação e ampliação de Unidades de Conservação, inventários biológicos e atividade de manejo, são apresentadas a seguir.

Quadro 26 - Áreas prioritárias na Ecorregião do Baixo Uruguai

Denominação	Área (ha)	Prioridade (MMA)	Recomendação	Sub-bacia (nível 2)
Turvo	38.077,01	(1) Extremamente Alta	Manejo	Uruguai 1 Uruguai Nacional
Campos do Planalto	921.182,35	(2) Muito Alta	Criação e ampliação de Unidades de Conservação	Rio Ijuí Uruguai 03 – Uruguai 02
Campanha Gaúcha	2.609.495,75	(1) Extremamente Alta	Criação de Unidade de Conservação	Rio Quaraí Uruguai 03 – Uruguai 02

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH

Quadro 27 - Áreas prioritárias na Ecorregião do Alto Uruguai

Denominação	Área (ha)	Prioridade (MMA)	Recomendação	Sub-bacia (nível 2)
Grande Região dos Aparados da Serra*	1.058.224,87	(1) Extremamente Alta	Criação e ampliação de Unidade de Conservação	Rio Canoas Rio Pelotas
Serra do Tabuleiro e Ilhas Catarinenses*	1.329.103,02	(1) Extremamente Alta	Inventários biológicos	Rio Canoas
Rio Pelotas – São Mateus*	962.753,91	(2) Muito Alta	Inventários biológicos	Rio Canoas Rio Pelotas
Campos de Lages	325.879,12	(3) Alta	Manejo	Rio Canoas Rio Pelotas
Alto Itajaí*	609.524,19	(1) Extremamente Alta	Manejo e criação de Unidade de Conservação	Rio Canoas
Médio Rio Iguaçu e Guarapuava*	2.186.965,89	(1) Extremamente Alta	Recuperação florestal	Uruguai Nacional
Chapecó	157.584,78	Insuficientemente Conhecida	Inventários biológicos	Uruguai Nacional
Nonoai	60.004,42	(1) Extremamente Alta	Manejo	Uruguai Nacional
Guarida	37.560,30	Insuficientemente Conhecida	Corredor ecológico	Uruguai Nacional
Rio Pelotas	232.037,33	(3) Alta	Manejo	Uruguai Nacional Rio Pelotas Rio Canoas
Barracão	111.628,11	(1) Extremamente Alta	Criação e ampliação de Unidade de Conservação	Rio Pelotas

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH

\* Estas áreas prioritárias possuem parte de seu território na Região Hidrográfica do Atlântico Sul e do Paraná.

Quando verificada na Base Físico-Territorial (SRH/MMA, 2005) a localização das áreas prioritárias da Ecorregião do Alto Uruguai nas Sub-bacias em nível 2 da DHN, verificou-se que há áreas prioritárias com parte de seu território nas Região Hidrográfica do Atlântico Sul e na Região Hidrográfica do Paraná. Na Região Hidrográfica do Atlântico Sul também estão localizadas as áreas prioritárias da Grande Região dos Aparados da Serra, Serra do Tabuleiro e Ilhas Catarinense e rio Pelotas – São Mateus. Na Região Hidrográfica do Paraná também estão localizadas as áreas prioritárias do Alto Itajaí e o Médio Rio Iguaçu e Guarapuava.

#### **Áreas em Processo de Arenização**

Especial destaque relativo a uma das áreas prioritárias pode ser dado as áreas que sofrem processo de arenização na Região Hidrográfica Uruguai. Estas áreas ocorrem na parte sul da Bacia, onde há afloramentos do Arenito Botucatu, existe suscetibilidade, por erosão hídrica e mesmo eólica, algumas manchas restritas transformaram-se em áreas arenificadas. As áreas mais significativas são as do Cati, no Município de Quaraí, e São João, no Município de Alegrete, no Rio Grande do Sul. A área de São João possui cerca de 2 mil hectares e há alguns trabalhos de recuperação. Nesse processo, devem ser utilizadas espécies como o butiá e o capim limão, ao invés de espécies exóticas (*Pinus spp* e *Eucalipto spp*). Estimativas apontam para 4 mil hectares a área total em processo de arenização no Estado do Rio Grande do Sul, não havendo dados atualizados para avaliar seu grau de expansão. Geo Brasil (2002) também alerta para esta questão.

#### **Biomias na Região Hidrográfica do Uruguai**

Os principais biomas, conjunto de vida vegetal e animal encontrado nos continentes, que possuem suas características determinadas pela interferência de fatores como o clima e latitude e que possuem história de mudanças semelhantes, presentes na Região Hidrográfica do Uruguai são Mata Atlântica e Pampas.

#### **Mata Atlântica**

O bioma Mata Atlântica ocupa toda a faixa continental atlântica do leste brasileiro, se estendendo para o interior das regiões Sudeste e Sul, ocupando inteiramente os Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina, quase a totalidade do território do Estado do Paraná, além de ocorrer em porções de outros 11 Estados do país.

Originalmente a Mata Atlântica cobria uma área de mais de 1 milhão de km<sup>2</sup> do território nacional, sendo um dos mais importantes repositórios de diversidade biológica do país e do planeta. Hoje é o bioma mais ameaçado, possuindo menos de 9% de área remanescente sendo que 80% desta área encontra-se em propriedade privada. As unidades de conservação correspondem a 2% da área remanescente de Mata Atlântica. O atual estágio de desmatamento tem como principal consequência a ação antrópica, com destaque às atividades agrícolas e processos de urbanização, e reflorestamento de espécies vegetais como o Pinus e Eucalipto.

A vegetação florestal e o relevo diversificado são predominantes nesse bioma. As formações florestais que compõem o bioma Mata Atlântica predominam as Florestas Estacionais Semidecíduais, as Florestas Ombrófilas Densas e Mistas e em menor proporção as Florestas Estacionais Deciduais.

#### **Pampas**

O bioma Pampas, anteriormente conhecido pela nomenclatura de Campos Sulinos, é restrito ao Estado do Rio Grande do Sul, se define por um conjunto de vegetação de campo em relevo de planície e ocupa 63% do território gaúcho e pouco mais de 2% do território brasileiro. Este bioma é exclusivo da América do Sul e avança para os territórios uruguaio e argentino. Além do campo propriamente dito, o bioma Pampas, inclui outros ecossistemas como os Banhados, as Áreas Alagadas e as Matas Ciliares.

A seguir o Quadro 28 apresenta a caracterização dos principais ecossistemas na Região Hidrográfica do Uruguai.

Quadro 28 - Principais Ecossistemas Identificados na Bacia do Rio Uruguai

Denominação	Caracterização Fisionômica	Espécies mais comuns
Campos de Cima da Serra (Savana)	Tonalidade amarelada conferida pelo capim caninha antes das queimadas de agosto. Após, pelo rebrotamento do mesmo capim na primavera, a paisagem adquire uma tonalidade de verde intensa.	Capim mimoso, o capim ponta de lança, a grama tapete e o trevo rio-grandense. Há uma tendência florestal sobre os campos pelo avanço da Mata com Araucária, tendo como precursora a bracinga.
Campos do Planalto Médio (Savana)	Cobertura de tufos de Aristida, brancos na época da floração e verdes após as queimadas no fim do inverno. Há também um avanço significativo da Mata do Alto Uruguai sobre estes campos, tendo como precursor o timbó.	A grama forquilha, o pega-pega, o trevo riograndense e o capim mimoso.
Campos das Missões (áreas de tensão ecológica)	Fisionomia e composição florística semelhante aos Campos do Planalto Médio, de topografia mais suavemente ondulada, com predominância de <i>Aristida spp.</i>	Extensos butiaçais e matas de galeria ao longo dos cursos de água.
Campos da Campanha (Estepe)	Segundo sua composição florística são considerados campos duros e pedregosos; campos finos; ou campos grossos e médios.	Gramíneas e leguminosas.

Fonte: FGV (1998)

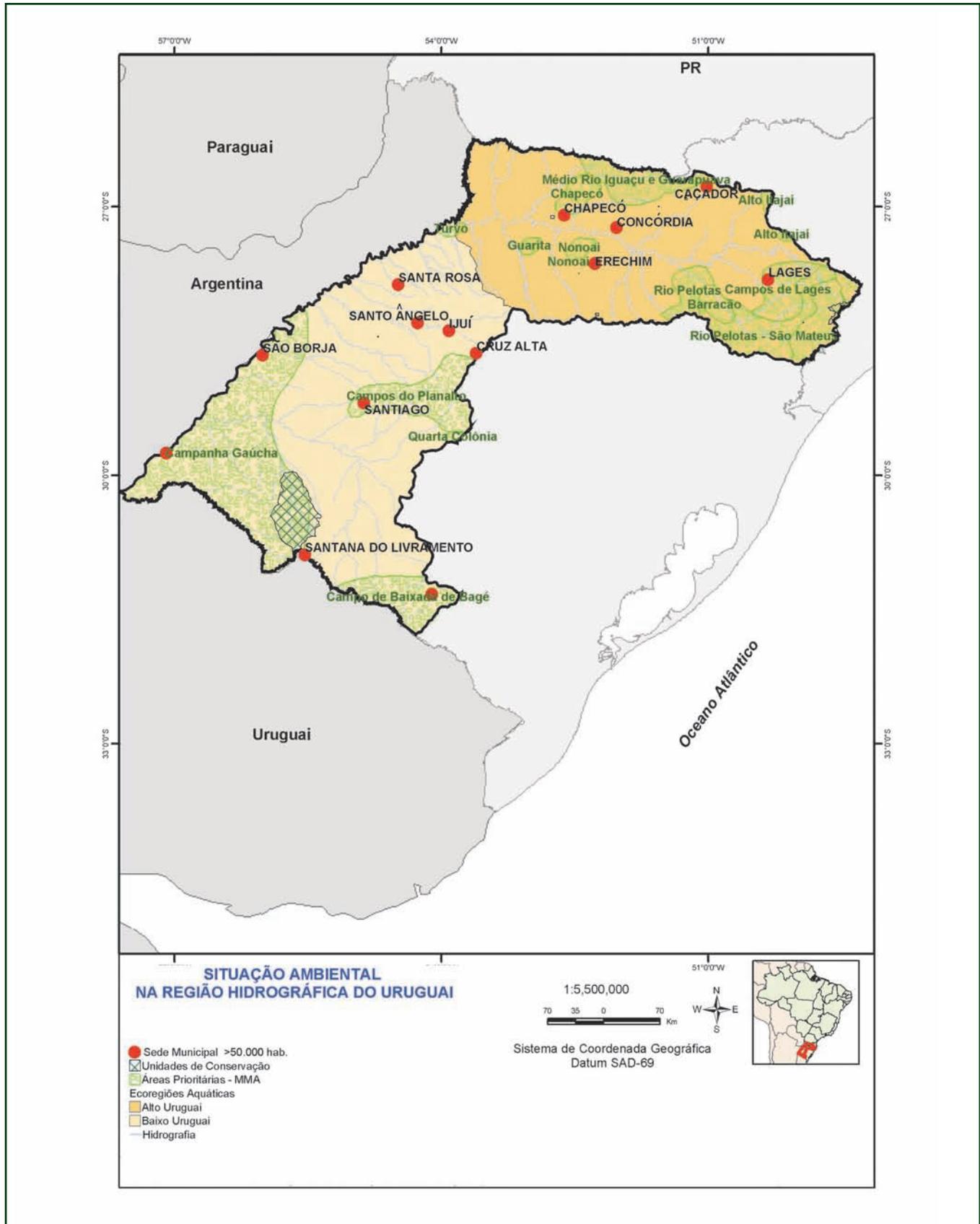
### Perspectivas Apontadas para a Região

Quando realizado o estudo da Fundação Getúlio Vargas (1998) sobre a Região Hidrográfica do Uruguai foram apontadas as seguintes tendências, aqui resgatadas, que devem ser observadas para evitar a perda de biodiversidade da região: a degradação ambiental causada pela atividade agrícola, energética e madeireira; precariedade das áreas destinadas à preservação permanente, com perdas significativas dos remanescentes das formações vegetais nativas nas matas ciliares; precariedade na implantação e manutenção das Unidades de Conservação; desaparecimento ou extermínio da fauna na região da Bacia do Uruguai, resultante do processo colonizador adotado, com a destruição da cobertura vegetal (derrubadas, queimadas e fragmentação para partilha de propriedades rurais); e a caça indiscriminada de várias espécies de fauna, que

modificam a estrutura biótica, alterando a dispersão de sementes de muitas espécies vegetais.

### Situação Ambiental da Bacia

A Figura 15 apresenta uma síntese da informação contida neste item do Estudo Regional. Trata-se da “situação ambiental da Região Hidrográfica do Uruguai”. São apresentadas as Ecorregiões Aquáticas, as Unidades de Conservação e as Áreas Prioritárias para o Ministério do Meio Ambiente.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 15 - Situação ambiental da Região Hidrográfica do Uruguai

#### 4.4 | Caracterização do Uso e Ocupação do Solo

O conhecimento do uso e ocupação do solo é de fundamental importância para a compreensão dos usos da água em uma Bacia Hidrográfica, assim, este item tem o objetivo de caracterizar as práticas de uso do solo correntes na Bacia, para possibilitar: uma análise das demandas por água decorrentes da ocupação da Bacia e, ainda, uma avaliação das práticas de manejo identificadas.

Iniciando por uma sucinta caracterização dos solos da Bacia, são avaliados os reflexos do uso e ocupação do solo em relação à sua aptidão e conservação, possibilitando um detalhamento sobre a extensão das áreas envolvidas, julgando as práticas inadequadas e as boas práticas.

Finalmente são identificadas as formas de uso do solo e cobertura vegetal, com informações apresentadas sobre o Uso da Terra na Região Hidrográfica do Uruguai.

##### Erosão dos Solos na Região Hidrográfica do Uruguai

Segundo o DBR-PNRH (2003), predominam na região os solos brunizém avermelhados e litólicos que cobrem 23% da área e que apresentam elevada pedregosidade em áreas de relevo movimentado, sobretudo nas Sub-bacias Uruguai Alto e parte da Uruguai Médio. Nestas áreas, prevalecem os minifúndios de agricultura familiar e a integração da lavoura com a suinocultura e avicultura.

Cerca de 20% da área é revestida por latossolos roxo e vermelho escuro, utilizados para o cultivo de soja, milho e trigo (Sub-bacia Uruguai Médio, trecho alto), e pouco mais de 15% correspondem a solos glei húmicos, utilizados para pastagem e irrigação de arroz, atividade com maior demanda de água na região (Sub-bacia Ibicuí, incluindo o Santa Maria). Outros solos importantes são os latossolos bruno câmbico e bruno roxo (10% da área) e vertissolos (10% da área), este último também usado para o cultivo de arroz e pastagens. A erosão do solo, provocada por práticas agrícolas inadequadas e pelo desmatamento, representa um grave problema na região.

Segundo a FGV (1998) numa escala de 1 a 8, a Bacia do Rio Uruguai é classificada como sendo de classe 4 quando o assunto é risco de erosão. O documento “O Estado dos Solos”

que integra o trabalho “O Estado do Meio Ambiente no Brasil” (GEO Brasil, 2002) confirma estas estimativas ao apresentar a susceptibilidade à erosão hídrica da região, com algumas áreas classificadas como “muita alta”. O documento apresenta várias áreas críticas à erosão devido ao uso agrícola, dentro da Bacia do Uruguai, de forma generalizada em todas as Sub-bacias. Esta classificação levou em consideração o cruzamento da susceptibilidade a erosão com a pressão de uso da terra.

Ainda segundo a FGV (1998), três são as práticas correntes na região que, ainda hoje, provocam erosão e carreamento de sedimentos aos cursos de água. A seguir, cada um deles é descrito sucintamente.

O primeiro dos problemas citados são as **práticas agrícolas inadequadas**. Na parte sul da Bacia do Rio Uruguai, Sub-bacias do Ibicuí, Negro e trecho baixo da Uruguai Médio, prevalecem a pecuária e o cultivo do arroz irrigado nas planícies, com menor risco de erosão dos solos. Porém, nas áreas em que prevalece a lavoura mecanizada (soja, trigo, e culturas conexas), como ocorre mais ao norte da Bacia, trecho alto da Sub-bacia Uruguai Médio, na região de Cruz Alta, Ijuí, Passo Fundo, Santo Ângelo e Santo Augusto, já existem condições que favorecem a erosão.

A aração das terras começou a ser praticada inicialmente com a utilização da tração animal, bem como a limpeza das áreas pela queima que, realizada repetidas vezes, empobrecia os solos em relação a seus nutrientes, tirando sua proteção contra o impacto das gotas de chuva e acelerando o processo de erosão. Com a mecanização da agricultura este processo resultou grandemente intensificado.

Na região do planalto Gaúcho, ao final da década de 1960, além do cultivo em curvas de nível, era praticado amplamente o terraceamento, recolhendo-se as águas drenadas para fora das parcelas agrícolas, geralmente para as estradas e limites de propriedades. Ocorre então, com os terraços, uma diminuição real da erosão dentro das parcelas, mas, em contrapartida, este escoamento concentrado pelos drenos acaba por causar forte erosão nos pontos de deságüe, dando origem freqüentemente a ravinas nas divisas das propriedades e na margem das estradas. Além disto, esse escoamento quase canalizado é levado rapidamente aos cursos de água com toda a carga de sedimentos que pode transportar.

Já ao final da década de 1980, teve início a implantação o “Programa Nacional de MicroBacias Hidrográficas” com o objetivo principal de conservar o solo e aumentar a produtividade agrícola, que consistia basicamente em cultivar o solo respeitando a topografia e o meio ambiente ao invés dos limites das propriedades. Estimulou, ainda, a rotação de cultura, utilização de matéria orgânica como adubo, combate às ravinas, adoção de técnicas de terraceamento e plantio em curva de nível e reconstituição da mata de galeria de proteção aos cursos de água.

Atualmente, é utilizado o plantio direto, técnica que consiste no plantio diretamente sobre os resíduos da cultura anterior, sem aração, além de evitar a desagregação do solo, protege-o do impacto das gotas de chuva devido a vegetação da cultura anterior que permanece. Essa vegetação, além disso, atua como barreira física ao escoamento superficial, que, desta forma, acaba infiltrando; há então redução na perda de solo e de água. Ainda são necessários mais estudos para que seja comprovada a eficácia desta prática.

Outra questão muito relevante para o tema em análise é o **desmatamento**. A supressão da Mata Atlântica, da Floresta de Araucárias e dos Campos, para ceder lugar a atividades extrativistas e agrícolas, potencializou os processos erosivos na Bacia. Finalmente, a **mineração** também tem seu papel de responsabilidade no agravamento dos processos erosivos na Bacia. De uma forma geral, a mineração não é uma atividade muito expressiva, resumindo-se à extração de pedras semi-preciosas (ágata e ametista), à mineração de areia e cascalho ao longo dos rios Ibicuí, Santa Maria e Uruguai e, ainda, à exploração de pedreiras para a produção de brita, esta de modo disseminado por toda a Bacia. Essas atividades mineradoras, ainda que causando perdas ambientais localizadas, não constituem no contexto global da Bacia do Rio Uruguai um fator de grave degradação dos recursos naturais, principalmente das águas.

### **Aptidão do Uso do Solo na Região Hidrográfica do Uruguai**

De uma maneira geral, segundo a FGV (1998), o uso dos solos na Bacia do Rio Uruguai atende à aptidão natural dos mesmos, ocorrendo problemas localizados de erosão em

conseqüência do uso intensivo das terras associado a manejo inadequado, como descrito anteriormente. Um pouco deste comportamento tem a ver com a componente cultural: herança de uma época em que as preocupações ambientais praticamente inexistiam.

No mesmo trabalho, a FGV (1998), apresenta comentários sobre a aptidão e a utilização de cada um dos tipos de solos existentes:

- As regiões de latossolos e terra roxa estruturada (trecho alto da Bacia: Uruguai Nacional e parte do Uruguai Médio), que representam cerca de 20% da área total da Bacia, com ótimas propriedades físicas, mas de alta acidez, vêm sendo praticamente todas utilizadas com agricultura de verão (soja e milho) e de inverno (trigo e aveia), empregando-se calcário como corretivo. Os problemas de erosão destes solos são devidos ao seu uso intensivo, sem rotação de culturas que permitiria uma reestruturação química e física natural, e à compactação da camada imediatamente abaixo daquela trabalhada pelo arado. Forma-se, assim, um substrato de baixa permeabilidade, com reduzida capacidade de infiltração, aumentando o escoamento superficial e conseqüentemente a erosão. Além disso, estas terras encontram-se quase que totalmente desmatadas, inclusive quanto às matas ciliares, deixando os solos com escassa proteção. Como resultado, os rios apresentam elevadas cargas de sedimentos, com problemas de assoreamento das calhas, e mesmo nas obras hidráulicas existentes (Usina dos Ingleses, por exemplo, localizada na região próximo a Ijuí e Cruz Alta).
- Já os planossolos e os glei úmicos, aproximadamente 25% da área total da Bacia, são utilizados para o cultivo do arroz (Ibucuí, Negro e parte da Uruguai Médio). Devido ao relevo muito suave associado a este tipo de solo, são regiões de baixa erodibilidade, apresentando problemas de drenagem.
- Os podzólicos são solos de baixa fertilidade, necessitando de adubação, geralmente utilizados para agricultura (minifúndio), pastagens naturais e cultivadas, reflorestamento e cultivo de cítricos. Nas zonas de pecuária, pode ocorrer erosão em sulcos iniciadas pelas trilhas preferenciais do gado.

Segundo GEO Brasil (2002), ocorre uma alta intensidade de uso da terra para atividades agrossilvipastoris, de modo que a disponibilidade de solos aptos a agricultura na região sul do Brasil já foi superada, indicando *déficit* em função das áreas atualmente utilizadas.

### Uso da Terra na Região Hidrográfica do Uruguai

A Figura 16 apresenta o uso da terra, a partir do trabalho de Embrapa e Comissão Européia “Mapa de Vegetação da América do Sul” (EVA *et al.*, 2002). O Quadro 29

apresenta as áreas ocupadas por cada uma das classes de uso. Egler (2005) aponta o intenso uso do solo na região para fins agrícolas, com percentuais entre 70% e 100% em quase todas as áreas da Região Hidrográfica, com uso para lavouras e pastagens, sem grande variação ao longo do tempo (1975 a 1996).

Quadro 29 - Classe de uso da terra na Região Hidrográfica do Uruguai

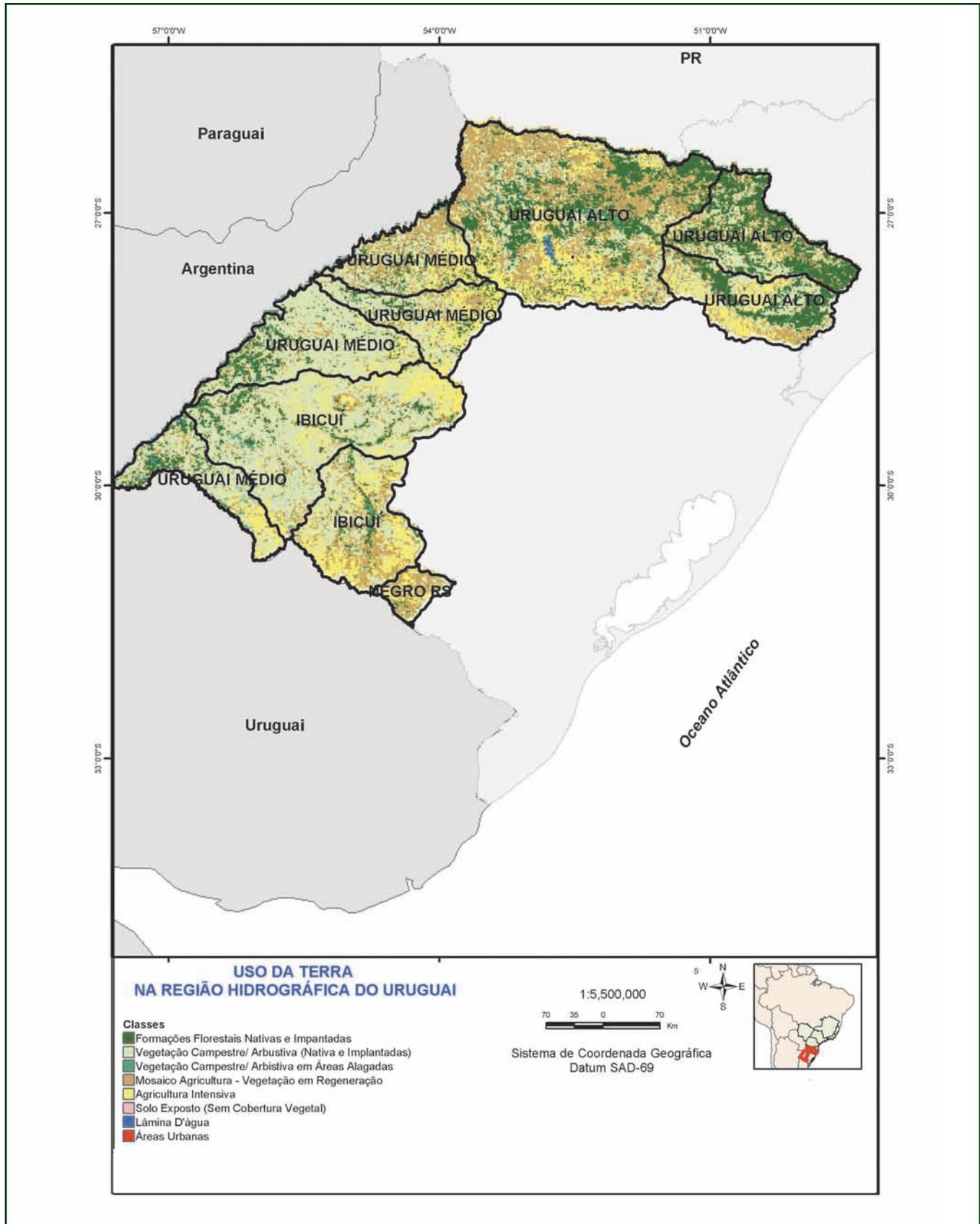
Classe de Uso da Terra	Área (ha)	%
Formações florestais nativas e implantadas	3.290.293,32	18,849%
Vegetação campestre / arbustiva (nativa e implantada)	6.973.345,23	39,948%
Vegetação campestre / arbustiva em áreas alagadas	166.911,32	0,956%
Mosaico agricultura – vegetação em regeneração	4.223.413,84	24,195%
Agricultura intensiva	2.735.783,11	15,672%
Solo exposto (sem cobertura vegetal)	1.895,33	0,011%
Lâmina d’água	63.978,41	0,367%
Áreas urbanas	431,35	0,002%

Fonte: Adaptado Eva *et al* (2002, Embrapa e Comissão Européia): *A Vegetation Map of South America*

Percebe-se a baixíssima incidência de áreas urbanas na Bacia, uma vez que a Bacia não apresenta nenhuma capital estadual, região metropolitana, ou grandes aglomerados urbanos. Alguns Municípios podem ser considerados de médio porte (Lages, Concórdia, Chapecó, Erechim, Santa Rosa, Ijuí, Santo Ângelo, Uruguaiana, Santana do Livramento, Santiago, São Borja e Bagé), porém não chegam a apresentar uma mancha urbana expressiva.

Da mesma forma ocorre como a classe de solos expostos, uma vez que a agricultura tem adotado práticas como o plantio direto na palha da lavoura anterior. Por outro lado, observa-se uma forte presença de práticas agrícolas, mesmo que florestais.

Ressalte-se que este resultado é decorrente do mapeamento disponível, realizado para toda a América do Sul. Faz-se necessário um esforço integrado dos envolvidos na gestão de recursos hídricos na Bacia do Rio Uruguai para a elaboração de um mapa de uso do solo para a região.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 16 - Uso do solo e cobertura vegetal na Região Hidrográfica do Uruguai

#### 4.5 | Evolução Sociocultural

Este item identifica as características socioeconômicas e culturais da Região Hidrográfica do Uruguai. Partindo-se da base do IBGE, disponibilizada por meio da Base Físico-Territorial do PNRH, e, ainda, utilizando outras consultas ao sítio do instituto, foi possível agregar as informações sobre cada Município por Sub-bacia, do segundo nível da DHN. O documento anterior, da Fundação Getúlio Vargas, também foi utilizado nesta caracterização.

Partindo de uma introdução histórica, será apresentada uma análise da composição da população dos Municípios da Bacia, além da do item 4.1, após, apresenta-se a situação da região quanto ao PIB e ao IDH, indicadores sociais e econômicos. As condições de vida da população são abordadas quanto a assistência médica e educação. Apresenta-se ainda uma síntese da situação do Saneamento Básico, e uma análise dos setores produtivos da região. Finalmente, são descritas as principais características dos maiores centros urbanos da Bacia.

##### *Introdução Histórica*

Datam da metade do século XVII os registros mais antigos da colonização européia no Vale do Uruguai. Foram os espanhóis os primeiros colonizadores da região, vindo do Peru pelo estuário do rio da Prata. Coube aos missionários da Companhia de Jesus o trabalho de catequese dos povos indígenas, os primeiros habitantes dessas terras. Para esta missão foram fundadas dezessete povoações ou reduções, sete no Estado do Rio Grande do Sul, duas no Estado de Santa Catarina, quatro na Argentina e quatro no Paraguai.

Por volta de 1665, a Coroa Portuguesa empreendeu esforços para colonizar as áreas do Vale do Uruguai com incursões de Bandeiras, com o objetivo de captura de índios no território catarinense e gaúcho. Com as incursões os habitantes de Laguna e São Vicente tiveram acesso ao cultivo de algumas espécies agrícolas e a criação de gado selvagem, que tornou os campos de Vacaria, Lages e a costa do Ibicuí a maior área de criação de gado bovino do país.

No século XVIII a soberania portuguesa foi determinada no território das Missões, logo após o final da chamada guer-

ra jesuítica, quando houve a primeira corrente migratória de colonos oriundos dos Açores e Laguna para ocupação territorial. Com o passar das décadas, houve instalação de militares nas fronteiras, onde surgiram povoações para seu atendimento, dentre suas atividades, destaca-se a continuidade na criação de gado. Outra forte corrente migratória na região do rio Uruguai ocorreu no período de 1850 a 1900, onde imigrantes oriundos de países europeus, sendo predominantemente, alemães, eslavos e italianos, ocuparam os territórios gaúchos e catarinenses. No povoamento ao sul do rio Ibicuí permaneceu a colonização portuguesa. Com a consolidação dessas populações oriundas do processo migratório imprimiram na região suas características culturais e obedecendo as características naturais da região encontrada.

##### *Atual Situação Populacional da Região Hidrográfica Uruguai*

Segundo dados demográficos apresentados pela Fundação Getúlio Vargas (1998), a população total da região onde está contida a porção brasileira da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai era, em 1970, de 233.037 habitantes. A população dos 388 Municípios que compõem a região, conforme apresentado nos Quadros 5 e 6, é de 3.898.391 habitantes. Destes, 1.938.967 são homens e 1.959.420 são mulheres. Em torno de 70% da população vive em áreas urbanas.

Ao observar os dados disponíveis do IBGE sobre a população total dos Municípios da Região Hidrográfica Uruguai por faixa etária nota-se que a faixa etária entre dez e 19 anos de idade é mais populosa com 897.043 hab., seguida das faixas entre 20 e 29 anos com 718.780 hab. e 30 a 39 anos com 716.532 hab. Esse dado revela uma população jovem, entre dez e 39 anos, que representa 61% da população total. Sobre os habitantes com mais de dez anos alfabetizados nos Municípios, quase todo o universo se caracteriza por índices próximos a 90% (Quadro 30).

Quadro 30 - População Residente nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai Segundo Faixa Etária e Taxa de Alfabetização

Pessoas Residentes (n.º habitantes)											
10 anos ou mais											
SUB2	Total	Alfabetizadas	Taxa Alfab.	0 a 4 anos	5 a 9 anos	10 a 19 anos	20 a 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos	50 a 59 anos	60 anos ou mais
Pelotas	360.153	331.183	92.0%	40.762	42.955	87.405	70.740	69.082	54.024	37.090	41.812
Canoas	449.920	410.513	91.2%	56.723	58.096	113.739	94.348	87.348	64.409	43.536	46.540
Uruguai Nacional	1.714.829	1.579.653	92.1%	185.328	201.664	415.264	327.886	331.637	265.158	177.026	197.858
Uruguai 1	548.997	510.928	93.1%	52.222	58.192	124.946	97.114	100.783	88.565	62.250	75.339
Ijuí	469.718	437.168	93.1%	46.262	50.241	108.068	85.747	85.866	74.477	51.884	63.676
Uruguai 2	348.685	322.109	92.4%	39.651	41.161	84.190	66.577	64.509	53.415	36.966	43.028
Quaraí	229.216	215.494	94.0%	28.288	27.937	54.567	45.378	43.521	34.265	23.680	27.805
Santa Maria	309.835	285.657	92.2%	32.883	34.035	68.985	55.819	56.451	47.434	35.413	45.733
Uruguai 3	826.567	770.137	93.2%	88.305	91.132	189.145	157.569	152.719	127.009	89.808	110.317
Negro	141.824	131.313	92.6%	15.097	15.680	32.034	25.564	26.102	22.029	15.736	20.359
<b>Total</b>	<b>3.793.360</b>	<b>3.508.382</b>	<b>92.5%</b>	<b>403.843</b>	<b>432.507</b>	<b>897.043</b>	<b>718.780</b>	<b>716.532</b>	<b>586.485</b>	<b>403.819</b>	<b>470.701</b>

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH; Censo Demográfico (2000); Malha Municipal Digital do Brasil (1997)

### Indicadores Sociais e Econômicos

Um dos indicadores mais importantes para a determinação da qualidade e condições de vida de uma população é o seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai as médias para os anos de 1991 e 2000 correspondem, respectivamente, a 0,694 e 0,777, havendo um pequeno crescimento na década (Quadro 31). Observa-se os Municípios com maior

IDH da Região Hidrográfica do Uruguai encontram-se na Sub-bacia Uruguai Nacional, nos Municípios de Joaçaba e Luzena (SC), seguidos dos Municípios de Tucunduva, Três de Maio, Santa Rosa, Horizontina e Boa Vista do Buricí (RS) e Itapiranga (SC), na Sub-bacia Uruguai 1. De maneira geral, verifica-se crescimento significativo na média do IDH por Sub-bacia.

Quadro 31 - Índice de Desenvolvimento Humano nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Uruguai

Sub-bacia Nível 1	Sub-bacia Nível 2	Municípios	Sedes	IDH (Médio)	
				2000	1991
Uruguai Alto	Pelotas	31	7	0,764	0,679
	Canoas	43	27	0,764	0,679
	Uruguai Nacional	233	214	0,780	0,693
Uruguai Médio	Uruguai 1	56	44	0,779	0,704
	Ijuí	40	26	0,781	0,712
	Uruguai 2	22	12	0,765	0,688
	Quaraí	5	3	0,790	0,720
Ibicuí	Santa Maria	7	4	0,779	0,719
	Uruguai 3	31	15	0,779	0,708
Negro	Negro	5	3	0,790	0,723
<b>Região Hidrográfica do Uruguai</b>		<b>388</b>	<b>355</b>	<b>0,777</b>	<b>0,694</b>

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH; IDH: IBGE

Os dados apresentados para o Produto Interno Bruto da Região Hidrográfica do Uruguai em 1998 (FGV) indicavam que havia um crescimento nas últimas décadas, com os seguintes valores para a Bacia: em 1970, PIB de R\$ 15.262.310.000,00, com previsão de chegar em R\$ 22.366.273.000,00 no ano de

2000. Ao observar os dados do PIB acumulados no período de 1999 a 2002 (Quadro 32) nota-se que a projeção para 2000 foi ultrapassada no ano de 1999 com R\$ 27.376.887.955,00, e que houve crescimento nos anos subsequentes.

Quadro 32 - Evolução do PIB dos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai (1999-2002)

Sub-bacias	PIB <i>per capita</i> 1999	VA PIB 1999	PIB <i>per capita</i> 2000	VA PIB 2000	PIB <i>per capita</i> 2001	VA PIB 2001	PIB <i>per capita</i> 2002	VA PIB 2002
	(R\$/hab)	(R\$ 1.000)	(R\$/hab)	(R\$ 1.000)	(R\$/hab)	(R\$ 1.000)	(R\$/hab)	(R\$ 1.000)
Pelotas	4.972,62	2.102.774,4	5.799,43	2.481.591,3	7.234,32	2.771.385,1	9.496,43	3.259.518,0
Canoas	5.223,47	2.908.291,9	6.195,51	3.494.379,3	7.050,43	3.921.129,9	8.026,24	4.468.137,2
Uruguai Nacional	5.708,80	14.068.432,6	6.687,41	15.942.281,9	8.089,48	18.315.340,0	9.116,34	20.794.160,4
Uruguai 1	5.397,36	3.736.531,7	6.047,64	4.120.510,6	7.138,48	4.771.157,1	7.842,99	5.248.444,1
Ijuí	5.139,88	3.089.275,0	5.521,43	3.280.748,9	8.132,69	4.040.234,1	8.533,23	4.403.650,2
Uruguai 2	5.351,26	2.318.627,4	5.399,28	2.312.848,3	9.386,28	2.926.750,4	12.483,72	3.458.890,4
Quaraí	8.444,51	1.545.774,9	7.329,34	1.498.499,9	8.696,39	1.691.490,2	9.968,67	1.911.617,4
Santa Maria	5.436,96	1.856.457,6	5.336,40	1.850.054,4	6.164,44	2.028.204,6	7.129,89	2.289.388,3
Uruguai 3	6.146,64	5.098.263,4	6.181,18	5.156.768,3	7.543,08	5.894.994,4	8.446,58	6.598.780,5
Negro	7.734,57	954.461,2	7.819,96	940.599,2	10.041,46	1.110.329,0	11.453,89	1.280.263,9
<b>Total</b>	<b>5.611,57</b>	<b>27.376.887,9</b>	<b>6.391,67</b>	<b>30.158.087,162</b>	<b>7.982,87</b>	<b>34.823.883,872</b>	<b>9.212,87</b>	<b>39.681.087,1</b>

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH; Base de Dados Ajustada PIB dos Municípios (1999-2002)

O valor agregado do PIB de 2002 na Bacia do Uruguai (Quadro 33) totalizou R\$ 39.681.087.191,00, sendo R\$ 9.212,87 o seu valor *per capita*. Houve equilíbrio entre os setores que compõem este indicador, com pequeno destaque para o setor de serviços com 15.378.407,590 reais. A Sub-bacia Uruguai Nacional destaca-se das demais com maior expressividade equilíbrio entre os setores no valor agregado ao PIB.

Quadro 33 - Valor agregado ao PIB por setor nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai (2002)

2002					
Sub-bacias	PIB Agricultura	PIB Indústria	PIB Serviços	Valor Agregado PIB	PIB
	(R\$ 1.000)	(R\$ 1.000)	(R\$ 1.000)	(R\$1.000)	(R\$/hab)
Pelotas	969.777,909	1.032.146,859	1.257.593,291	3.259.518,059	9.496,43
Canoas	1.306.361,139	1.707.527,844	1.454.248,220	4.468.137,203	8.026,24
Uruguai Nacional	6.284.679,521	7.521.901,265	6.987.579,697	20.794.160,483	9.116,34
Uruguai 1	1.548.076,133	1.361.094,873	2.339.273,170	5.248.444,176	7.842,99
Ijuí	1.470.025,982	724.247,502	2.209.376,724	4.403.650,208	8.533,23
Uruguai 2	1.256.121,148	726.140,099	1.476.629,217	3.458.890,464	12.483,72
Quaraí	711.289,893	247.567,671	952.759,860	1.911.617,424	9.968,67
Santa Maria	774.365,698	365.201,886	1.149.820,784	2.289.388,368	7.129,89
Uruguai 3	2.138.404,962	1.048.631,125	3.411.744,456	6.598.780,543	8.446,58
Negro	351.673,853	350.292,055	578.298,057	1.280.263,965	11.453,89
<b>Total</b>	<b>12.043.582,488</b>	<b>12.259.097,113</b>	<b>15.378.407,590</b>	<b>39.681.087,191</b>	<b>9.212,87</b>

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH; Base de Dados Ajustada PIB dos Municípios (1999-2002)

### Condições de Vida

A infra-estrutura de saúde instalada nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai (IBGE, 2000) contabilizam 2.479 estabelecimentos de saúde no setor público (60%) e privado (40%) com 16.690 leitos dis-

poníveis, cerca de 73 % dos leitos existentes são disponíveis para usuários do Sistema Único de Saúde - SUS. Metade dos estabelecimentos de saúde e leitos existentes na região encontra-se em Municípios da Sub-bacia Uruguai Nacional (Quadro 34).

Quadro 34 - Infra-estrutura de saúde nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai

Estabelecimentos de Saúde (n.º)					
Sub-bacias	Total	Setor		Leitos	
		Público	Privado	Total	SUS
Pelotas	232	136	96	1.614	1.298
Canoas	291	176	115	1.983	1.611
Uruguai Nacional	1.211	724	487	8.027	6.056
Uruguai 1	386	259	127	2.674	1.961
Ijuí	322	218	104	2.064	1.472
Uruguai 2	197	128	69	1.134	853
Quaraí	97	45	52	744	463
Santa Maria	132	71	61	1.297	914
Uruguai 3	438	213	225	3.058	2.010
Negro	71	47	24	622	443
<b>Total</b>	<b>2.479</b>	<b>1.479</b>	<b>1.000</b>	<b>16.690</b>	<b>12.216</b>

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH; Assistência Médica Sanitária (2002)

Quando verificados por Sub-bacia os dados revelam que nas Sub-bacias Pelotas e Canoas o Município de Lages (SC) figura com maior número de estabelecimentos por setor e leitos. Esse padrão se repete nas demais Sub-bacias, nas quais estão inseridos os Municípios de Chapecó (SC) – Uruguai Nacional –, Ijuí (RS) – Uruguai 1 e Ijuí –, Santiago (RS) – Uruguai 02–, Bagé (RS) – Santa Maria e Negro –, e Santa Maria (RS) – Uruguai 3. Exceto na Sub-bacia do Quaraí, onde os Municípios gaúchos de Uruguiana (mais estabelecimentos de saúde) e Santana do Livramento (mais leitos disponíveis) apresentam particularidades.

A infra-estrutura de educação na região do Uruguai apresenta 9.024 instituições de ensino (Quadro 35 e Quadro 36). Os dados utilizados (IBGE, 2000; INEP, 2002) categorizam as instituições por nível de ensino, sendo divididas em três categorias, Ensino Pré-Escolar (3.210 unidades), Fundamental (728 unidades) e Médio (5.086 unidades).

As informações dos estabelecimentos educacionais ainda estão apresentadas por setor, Poder Público – Municipal (3.142 unidades), Estadual (749 unidades) e Federal (9 unidades) – e iniciativa privada (5.124 unidades). Não foram apresentados dados para o ensino superior.

As Sub-bacias Uruguai Nacional e Uruguai 1 apresentaram o maior número de estabelecimentos de ensino. Em relação ao número de matrículas efetuadas em todos os níveis de ensino as Sub-bacias Uruguai Nacional e Uruguai 3 apresentaram 541.060 e 243.428 matrículas, respectivamente. De forma geral, os Municípios apresentam uma proporção equilibrada dos estabelecimentos quando relacionados entre si em Sub-bacias. O número de matrículas efetuadas nos Municípios que compõem a região do Uruguai totaliza 1.159.011 matrículas, o nível de ensino que apresentou maior quantidade foi o Ensino Fundamental (70%) seguido do Ensino Médio (20%).

Quadro 35 - Infra-estrutura de educação nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai

Estabelecimentos de Ensino (n.º)															
Sub-bacias	Ensino Fundamental					Ensino Médio					Ensino Pré-Escolar				
	Total	Estadual	Federal	Municipal	Privado	Total	Estadual	Federal	Municipal	Privado	Total	Estadual	Federal	Municipal	Privado
Pelotas	590	119	0	444	27	67	50	0	1	16	297	73	0	180	44
Canoas	808	116	0	658	34	87	68	0	1	18	408	80	0	263	65
Uruguai Nacional	2.415	799	0	1.519	97	382	305	3	2	72	1.537	412	0	958	167
Uruguai 1	862	345	0	481	36	110	78	0	1	31	529	199	0	286	44
Ijuí	583	232	0	326	25	87	61	0	1	25	446	144	0	264	38
Uruguai 2	383	151	0	219	13	59	46	0	0	13	235	83	0	123	29
Quaraí	162	75	0	77	10	30	22	0	0	8	137	53	0	55	29
Santa Maria	316	101	0	199	16	39	27	0	1	11	232	60	0	133	39
Uruguai 3	733	264	1	423	45	114	81	5	1	27	523	169	0	274	80
Negro	176	71	0	96	9	18	12	0	0	6	119	30	0	69	20
<b>Total</b>	<b>5.086</b>	<b>1.668</b>	<b>1</b>	<b>3.197</b>	<b>220</b>	<b>728</b>	<b>560</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>155</b>	<b>3.210</b>	<b>914</b>	<b>0</b>	<b>1.922</b>	<b>374</b>

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH; Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP - Censo Educacional (2002)

Quadro 36 - Alunos matriculados nos estabelecimentos de ensino nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai

Matrículas nos Estabelecimentos de Ensino (n.º)															
Sub-bacias	Ensino Fundamental					Ensino Médio					Ensino Pré-Escolar				
	Total	Estadual	Federal	Municipal	Privado	Total	Estadual	Federal	Municipal	Privado	Total	Estadual	Federal	Municipal	Privado
Pelotas	79.410	46.439	-	27.553	5.418	19.081	16.884	-	93	2.104	11.842	2.903	-	6.537	2.402
Canoas	106.884	56.500	-	44.685	5.699	22.459	20.252	-	93	2.114	16.362	3.010	-	10.225	3.127
Uruguai Nacional	377.454	212.657	-	148.310	16.487	103.563	93.109	1.028	89	9.337	60.043	13.910	-	38.599	7.534
Uruguai 1	110.494	61.812	-	42.243	6.439	36.112	31.657	-	126	4.329	16.688	6.717	-	8.107	1.864
Ijuí	94.744	52.566	-	37.410	4.768	30.299	26.971	-	126	3.202	13.400	4.556	-	7.266	1.578
Uruguai 2	76.935	43.148	-	30.375	3.412	23.883	22.486	-	-	1.397	8.189	3.391	-	3.644	1.154
Quaraí	50.406	32.065	-	15.569	2.772	14.622	13.430	-	-	1.192	6.199	2.891	-	2.292	1.016
Santa Maria	62.429	33.735	-	24.148	4.546	17.758	15.784	-	517	1.457	7.735	2.379	-	4.069	1.287
Uruguai 3	171.182	96.028	343	61.850	12.961	52.434	46.361	1.256	517	4.300	19.812	7.645	-	8.575	3.592
Negro	30.095	13.599	-	13.601	2.895	8.263	7.411	-	-	852	3.513	876	-	2.033	604
<b>Total</b>	<b>810.828</b>	<b>450.665</b>	<b>343</b>	<b>314.841</b>	<b>44.979</b>	<b>230.644</b>	<b>205.901</b>	<b>2.284</b>	<b>825</b>	<b>21.634</b>	<b>117.539</b>	<b>32.453</b>	<b>0</b>	<b>68.415</b>	<b>16.671</b>

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH; Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP - Censo Educacional (2002)

### Saneamento Básico

As questões relacionadas ao abastecimento da população e saneamento são bastante relevantes para a caracterização das condições de vida de uma população. No caso da Bacia do Rio Uruguai, no Quadro 37, é apresentada a situação geral dos Municípios que formam as Sub-bacias da Região Hidrográfica Uruguai. Onde 72,8% (958.515) dos domicílios particulares permanentes possuem rede geral para abastecimento e 23,2% (305.614) domicílios possuem poços ou nascentes como formas de abastecimento.

Quanto ao saneamento nos Municípios na Bacia do Uruguai (Quadro 38), quase a totalidade dos domicílios particulares permanentes (1.316.164) possui banheiro ou sanitário e esgotamento por rede geral. Os índices de tratamento, embora não tenham sido disponibilizados para este estudo, estão muito abaixo do que se pode classificar como satisfatório, o que tem gerado sérios problemas relacionados à qualidade das águas, principalmente nos arroios próximos aos centros urbanos. Sobre a destinação do lixo,

71% (942.496 domicílios) são atendidos por coleta enquanto cerca de 30% dos domicílios utilizam outras formas para destinação do lixo produzido. A questão sanitária, por meio dos dados apresentados, não apresenta variações significativas quando particularizada por Municípios em cada Sub-bacia, destacando-se os centros mais urbanizados e a Sub-bacia do Uruguai Nacional.

Quadro 37 - Infra-estrutura de abastecimento dos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai

Domicílios Particulares Permanentes (n.º)				
Sub-bacias	Formas de Abastecimento			
	Total	Rede geral	Poço ou Nascente	Outras formas
Pelotas	124.024	95.951	25.708	2.365
Canoas	152.256	110.276	38.969	3.011
Uruguai Nacional	585.157	382.402	171.965	30.790
Uruguai 1	193.846	144.517	41.460	7.869
Ijuí	167.126	133.949	26.118	7.059
Uruguai 2	122.001	98.598	19.586	3.817
Quaraí	80.220	70.626	7.811	1.783
Santa Maria	111.499	97.267	12.046	2.186
Uruguai 3	292.538	240.274	44.671	7.593
Negro	50.932	45.092	4.889	951
<b>Total</b>	<b>1.316.164</b>	<b>958.515</b>	<b>305.614</b>	<b>52.035</b>

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH

Nota: Para os valores apresentados para a Região Hidrográfica Uruguai foram contabilizados os percentuais de participação de cada Município na Bacia.

Quadro 38 - Infra-estrutura de saneamento nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai

Domicílios Particulares Permanentes (n.º)						
Sub-bacia	Total	Saneamento – esgotamento sanitário			Destino do Lixo	
		Com banheiro ou sanitário		Sem banheiro ou sanitário	Coletado	Outro destino
		Total	Rede Geral			
Pelotas	124.024	119.250	48.577	124.024	95.067	28.957
Canoas	152.256	145.222	40.801	152.256	113.216	39.040
Uruguai Nacional	585.157	567.706	83.810	585.157	384.482	200.675
Uruguai 1	193.846	188.505	24.363	193.846	126.913	66.933
Ijuí	167.126	163.587	26.146	167.126	118.774	48.352
Uruguai 2	122.001	118.077	27.313	122.001	92.271	29.730
Quaraí	80.220	78.003	24.572	80.220	70.941	9.279
Santa Maria	111.499	108.986	33.259	111.499	96.446	15.053
Uruguai 3	292.538	285.436	91.246	292.538	244.752	47.786
Negro	50.932	49.510	18.805	50.932	44.889	6.043
<b>Total</b>	<b>1.316.164</b>	<b>1.277.714</b>	<b>273.129</b>	<b>1.316.164</b>	<b>942.496</b>	<b>373.668</b>

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH

### Setores Produtivos

O setor produtivo da Região Hidrográfica do Uruguai iniciou com a extração de madeira e agropecuária de subsistência, sendo seguida pelo cultivo de trigo e soja. A soja foi introduzida com vigor e maior entusiasmo na década de 1970, com o incremento de indústrias de beneficiamento que consolidou a economia e a estrutura de núcleos urbanos com essa atividade. Na década de 1980 com o declínio da soja a região passou por dificuldades o que acentuou o fluxo de êxodo rural, que pressionou os setores secundário e terciário, que não tinham condições de absorver a mão de obra excedente. A região da Campanha por sua colonização predominantemente portuguesa teve vocação à atividade de criação extensiva de gado bovino e mais recentemente à cultura do arroz irrigado.

No território catarinense da Bacia do Rio Uruguai o movimento migratório iniciou do norte do Rio Grande do Sul para a exploração de madeira e posteriormente para atividade agrícola, no período de 1850 a 1930. Na década de 1960 houve grande expansão das lavouras catarinenses e foi iniciado o processo produtivo na região, com posterior expansão da avicultura e suinocultura.

O cenário atual dos setores produtivos dos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai pode ser caracterizado pelos quadros seguintes por meio da apresentação de dados de culturas e atividades que possuem uma relação mais estreita de uso e/ou intervenção nos recursos hídricos. Os principais cultivos agrícolas da região (Quadro 39), que são aqui destacados, são as lavouras temporárias de arroz, soja, feijão, milho e trigo, e as lavouras permanentes de erva mate, maçã e uva. As totalizações por hectare plantado nos Municípios da Região Hidrográfica Uruguai indicam o cultivo de soja, milho e trigo, respectivamente, como de maiores áreas utilizadas, concentrando-se nos Municípios das Sub-bacias do Uruguai Nacional, Uruguai 1 e Ijuí.

Alguns Municípios destacam-se nas Sub-bacias por sua vocação produtiva (total de área plantada), como é o caso de Uruguiana (66.200 ha) e Dom Pedrito (43.000 ha), no Rio Grande do Sul, com as lavouras de arroz. Nas lavouras de soja, nos Municípios de Tupanciretã (80.000 ha), Palmeira das Missões (78.000 ha) e Santa Bárbara do Sul (60.000 ha), também em terras gaúchas. Destaca-se, ainda, o cultivo de maçã na região do Alto Uruguai, principalmente nas Bacias dos rios formadores, Pelotas e Canoas.

Quadro 39 - Principais culturas agrícolas nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai

Sub-bacias	Lavoura Temporária				Lavoura Permanente			
	Arroz	Soja	Feijão	Milho	Trigo	Erva Mate	Maçã	Uva
Pelotas	5.475	133.960	32.497	136.590	34.169	1.103	14.537	396
Canoas	6.955	35.145	52.255	138.970	13.054	300	11.438	892
Uruguai Nacional	12.092	1.056.336	138.144	1.179.124	230.198	26.232	9.806	5.692
Uruguai 1	3.039	776.485	6.404	287.360	189.560	3.665	49	1.351
Ijuí	4.504	1.003.680	6.242	220.115	225.350	3.004	32	707
Uruguai 2	182.544	469.885	2.689	100.930	101.800	86	5	133
Quaraí	159.323	17.555	-	8.090	3.360	-	-	547
Santa Maria	129.670	42.140	430	18.770	4.380	-	1	719
Uruguai 3	337.331	438.425	7.820	113.170	70.505	18	5	867
Negro	66.850	8.800	450	8.270	4.000	-	5	198
<b>Total</b>	<b>461.364</b>	<b>2.620.346</b>	<b>197.852</b>	<b>1.773.529</b>	<b>569.927</b>	<b>28148</b>	<b>25.130</b>	<b>8.601</b>

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH

Nota: Para os valores apresentados para a Região Hidrográfica do Uruguai foram contabilizados os percentuais de participação de cada Município na Bacia.

O Quadro 40 apresenta uma caracterização geral da situação atual da pecuária na Bacia do Uruguai, a criação de aves apresenta o maior número de cabeças (119.268.094) pela forma de criação, em seguida vem a produção de bovinos (10.531.332). A criação de suínos (2.955.616) e ovinos (2.955.616), também figuram

como atividades importantes na Bacia. A atividade agropecuária desenvolvida na região mostra vocação para a criação de bovinos e aves. De forma geral a Bacia apresenta a bovinocultura bastante desenvolvida em todas as regiões. Porém em trechos da Sub-bacia Uruguai Nacional e Uruguai 1 ganha destaque a suinocultura.

Quadro 40 - Produção Pecuária nos Municípios da Região Hidrográfica do Uruguai

Produção Pecuária (rebanhos)							
Sub-bacias	Bovinos	Porcos		Aves		Ovinos	Vacas (leiteiras)
		Criadeiras	Porcos e leitões	Galinhas	Galos e frangos		
Pelotas	845.586	34.159	242.209	834.621	4.652.857	80.332	76.937
Canoas	757.685	56.770	435.149	1.040.921	8.229.026	71.089	73.475
Uruguai Nacional	2.416.939	609.920	4.738.727	10.864.010	97.792.566	130.660	579.287
Uruguai 1	701.915	68.161	694.276	1.404.981	3.409.000	22.195	255.240
Ijuí	849.682	38.921	326.338	635.237	1.283.396	153.836	139.872
Uruguai 2	1.934.464	16.807	158.112	280.591	472.123	729.931	57.379
Quaraí	1.402.595	6.828	73.663	79.478	60.879	999.996	18.734
Santa Maria	2.414.690	5.207	17.950	208.145	114.565	1.176.789	27.073
Uruguai 3	4.534.071	26.127	189.093	694.720	636.366	2.056.458	96.694
Negro	957.553	2.612	10.998	77.969	43.134	334.073	15.568
<b>Total</b>	<b>10.531.332</b>	<b>741.768</b>	<b>5.864.674</b>	<b>14.076.487</b>	<b>105.191.607</b>	<b>2.955.616</b>	<b>1.080.798</b>

Fonte: Base Físico-Territorial do PNRH

Nota: Para os valores apresentados para a Região Hidrográfica do Uruguai foram contabilizados os percentuais de participação de cada Município na Bacia.

### Principais Cidades

Das Sub-bacias componentes da porção brasileira da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, a Sub-bacia (nível 2) Uruguai Nacional figura com destaque em vários dos temas apresentados, isso pode ocorrer pela representatividade de seus Municípios componentes e devido a sua grande área, o que condiciona seu maior número de habitantes e Municípios.

Com base nos dados apresentados e referências disponíveis para sua construção, é possível definir três níveis de centros urbanos caracterizados na Região Hidrográfica do Uruguai: Capital Regional, Centros Sub-regionais e Centro de Zona, não havendo aglomerações metropolitanas (FGV, 1998). Tendo sido classificadas suas capitais regionais em

território gaúcho (Erechim, Santa Rosa, Ijuí, Santo Ângelo, Uruguaiana, Santana do Livramento, Santiago, São Borja e Bagé) e catarinense (Lages, Concórdia e Chapecó).

Cabe então um breve relato dessas localidades, realizado, como se observa a seguir, no trabalho da Fundação Getúlio Vargas.

- O Município de Lages (SC) apresentou grande crescimento habitacional na década de 1970-1980 e na década de 1980-1990. Sua economia apresenta destaque para o setor secundário, que tem forte peso na expansão econômica local. Destaca-se a exploração madeireira por empresas de grande porte. No Município há grandes áreas de reflorestamento, oriundas a atividade madeireira e onde a pecuária também serviu de base à organização do

espaço regional. A indústria frigorífica e de bebidas do Município possui empresas de grande porte.

- Os Municípios de Chapecó e Concórdia em Santa Catarina, estão localizados no oeste catarinense. Sua base econômica apóia-se nas indústrias alimentares (setor secundário). Nesses Municípios também há os frigoríficos que trabalham no sistema de integração com os produtores rurais e com criação própria de suínos e aves, tendo parte de sua produção. Em sua produção agrícola, destacam-se as indústrias de beneficiamento da soja e do milho. O desenvolvimento do comércio e serviços na região é explicado pela inserção da área num complexo agro-industrial diversificado, acelerando seu processo de urbanização.
- Dos Municípios gaúchos localizados no noroeste do Estado, destacam-se Ijuí e Santo Ângelo, que como outros, surgiram, do beneficiamento de produtos rurais. Hoje, capitais regionais, estes centros situam-se nas áreas mais precocemente envolvidas no complexo agro-industrial da soja, onde é importante a atuação do cooperativismo. Sua economia é fortemente influenciada pela estrutura agrícola principalmente do trigo, soja e milho, e na pecuária de corte bovina. Seu crescimento populacional apresenta uma desaceleração significativa, principalmente pela mudança na direção dos fluxos migratórios que passaram a se dirigir para os centros maiores do próprio Estado e/ou para outras áreas de fronteira agrícola do país.
- Outros Municípios que merecem destaque são Erechim e Santa Rosa, no Estado do Rio Grande do Sul. Situados em áreas de predomínio de pequenos estabelecimentos rurais e com baixo grau de urbanização.
- A Campanha Gaúcha também possui centros regionais importantes como Uruguaiana, Bagé e Santana do Livramento, na fronteira, e o centro sub-regional de Alegrete. Estes, interligados por vias rodoviárias com os demais centros gaúchos e, ainda, com cidades argentinas e uruguaias, portanto, experimentam forte expansão comercial.

#### 4.6 | Desenvolvimento Econômico Regional e os Usos da Água

Esse item conterà uma caracterização do processo produtivo, centrando-se na forma de produção e na pauta produtiva, para identificar a evolução econômica da Região, bem como tendências de desenvolvimento.

Será caracterizado o uso da água para as diversas finalidades, como abastecimento, agricultura, indústria, energia, entre outras finalidades, possibilitando a representação espacial das demandas.

Analisado o processo histórico de ocupação da região (item 4.5), pode-se dizer que a ocupação do Vale do Rio Uruguai foi condicionada por dois fatores: as tendências culturais de seus colonizadores e as condições fisiográficas da região. Diante destes dois condicionantes ficam caracterizadas três grandes áreas com relativa homogeneidade espacial, demográfica, cultural e econômica, são elas:

- Região Serrana;
- Região Noroeste;
- Região da Campanha.

A seguir, o Quadro 41 resume as principais características de cada região, a partir do diagnóstico da FGV.

Quadro 41 - Caracterização física e Socioeconômica em regiões homogêneas

Região Homogênea	Sub-bacias Integrantes	Descrição Física	Características Socioeconômicas
Serrana	Rio Pelotas (13.710km <sup>2</sup> ) Rio Canoas (15.007km <sup>2</sup> )	Constituído de planaltos, originalmente cobertos de Araucárias; Superfícies suaves e regulares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explorada inicialmente para a criação extensiva de bovinos;</li> <li>• Estrutura fundiária de grandes propriedades rurais;</li> <li>• Passou por um ciclo de cultivo de soja e milho;</li> <li>• A partir da década de 1980 surgiu o cultivo de maçãs que correspondia em 1997 a 60% da produção nacional;</li> <li>• Atividade agro-industrial expressiva, principalmente ligada à exploração da madeira.</li> </ul>
Noroeste	Principamente pelas Bacias: Uruguai Nacional (48.084km <sup>2</sup> ) Uruguai 1 (10.810km <sup>2</sup> ) Ijuí (10.849km <sup>2</sup> ) Uruguai 2 (16.465km <sup>2</sup> )	Esta região abrange áreas relativamente acidentadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Povoadas por habitantes da região colonial gaúcha e por imigrantes;</li> <li>• O modelo de colonização foi o de pequenas propriedades com intensa e diversificada exploração agropecuária;</li> <li>• Prevalece nesta região as cidades de pequeno porte e já se nota, a partir da década de 1980 um decréscimo da população rural;</li> <li>• Na década de 1970, esta região voltou-se ao cultivo da soja que trouxe consigo as indústrias de beneficiamento, quando esta atividade entrou em decadência na década de 1980, aumentou o êxodo rural, sem que houvesse absorção desta mão-de-obra nas cidades;</li> <li>• A porção catarinense desta região foi ocupada pelos fluxos migratórios do norte rio-grandense, interessados na exploração madeireira e em novas fronteiras agrícolas, tendo por consequência o aumento da produção e o estabelecimento da pecuária, avicultura e suinocultura nesta região.</li> </ul>
Campanha	Uruguai 3 (31.536km <sup>2</sup> ) Santa Maria (15.784km <sup>2</sup> ) Quaraí (9.454km <sup>2</sup> ) Negro (3.008km <sup>2</sup> )	Formada por campos extensos e pouco dobrados (coxilhas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A ocupação desta região se deu pela formação luso-brasileira;</li> <li>• A atividade produtiva iniciada nesta região foi a pecuária extensiva, que aproveitou a formação natural da região;</li> <li>• Mais recentemente, se desenvolveu nesta região a cultura do arroz irrigado;</li> <li>• O modelo implantado na ocupação foi o de grandes propriedades favorecendo a baixa concentração espacial urbana;</li> <li>• Os núcleos populacionais desta região se desenvolveram na região de fronteira vinculados a unidades militares, para defesa do território.</li> </ul>

### Tendências com Base na Análise Retrospectiva

Com base no histórico da região, a FGV considerou dois cenários de crescimento possíveis para a Região do Uruguai, baseados nas hipóteses descritas a seguir.

O primeiro cenário é definido pela permanência das tendências hoje identificadas, relativas à expansão populacional, concentração urbana, matriz industrial, estrutura agropecuária e a oferta de serviços. Admite-se, para o Cenário Tendencial, um aumento médio do produto limitado a 5% quinquenais.

O segundo cenário é configurado a partir da alternativa de aceleração do processo de desenvolvimento econômico,

observadas as condicionantes atualmente delineadas e as possibilidades da estrutura regional:

- a ausência de novas fronteiras agrícolas na região exigirá o aumento da produção na mesma área, por efeito de ganhos crescentes de produtividade, em função de técnicas avançadas e melhorias genéticas;
- a forte dependência da indústria, comércio e serviços da região ao desempenho agropecuário, mesmo considerando-se a capacidade indutora da indústria sobre os demais setores, faz com que seu crescimento seja submetido ao desenvolvimento da base agrária;

- mesmo consideradas as diferenças de solo, clima e práticas culturais, é razoável admitir-se um aumento quinquenal médio de 10% no produto, significando níveis de produtividade já alcançados em regiões fisiográficas semelhantes (Oeste do Paraná e Norte de São Paulo) e mesmo no Rio Grande do Sul. O grau de definição de uma política agrícola, especialmente quanto ao crédito e preços dos produtos (e insumos), mostrar-se-á decisivo.

Admitindo-se constantes as tendências históricas da Região Sul, desde 1970 até 1990, verifica-se que, para cada unidade de produto agrícola, produziu-se duas e meia unidades de produto industrial, e este representa, em média, 37% do PIB

regional. Isto fundamenta a estimativa da evolução do Produto Interno Bruto (PIB), do Valor da Transformação Industrial (VTI) e do Valor do Produto Agrícola (VPA), para as hipóteses tendencial e alternativa, conforme a seguir.

### Demanda para Abastecimento Urbano e Rural

#### Crescimento Populacional

O Quadro 42 mostra o crescimento populacional na Bacia do rio Uruguai desde a década de 1970, quando na Bacia residiam 2.560.897 habitantes até o ano 2000, quando a população total residente na Bacia chegou aos 3.898.391 habitantes.

Quadro 42 - População total e por situação de domicílio na Bacia do Rio Uruguai

Períodos	Pop. Total (hab)	Urbana (hab)	Urbana (%)	Rural (hab)	Rural (%)
1970	2.560.897	1.011.123	39,48	1.549.774	60,52
1980	2.952.868	1.500.670	50,82	1.452.299	49,18
1991	3.327.621	2.017.940	60,64	1.309.678	39,35
1996	3.217.427	2.124.721	66,75	1.092.676	33,25
2000	3.898.391	2.658.100	68,18	1.240.291	31,82

Pode-se perceber que ao longo de três décadas a população rural apresentou um decréscimo a taxas decenais que não ultrapassaram a marca de 1%. Entretanto na primeira metade da década de 1990 a taxa de crescimento foi de -3,56% e na segunda metade apresentou um crescimento de 3,22% (Quadro 43).

A taxa de crescimento das cidades, por outro lado, superou a marca de 1%, conforme mostra o Quadro 43. Na

primeira metade da década de 1990 a população urbana da Bacia do Uruguai decresceu levemente a uma taxa negativa de -0,67%, recuperando-se na segunda metade desta mesma década a um crescimento bastante elevado de 4,92%, o que proporcionou uma compensação no crescimento populacional da década de 1990, que levou a taxa de crescimento a 1,77%.

Quadro 43 - Taxas de crescimento da população, por período, na Bacia do Rio Uruguai

Períodos	Pop. Total	Urbana	Rural
1970-1980	1,43%	4,03%	-0,65%
1980-1991	1,09%	2,73%	-0,94%
1991-1996	-0,67%	1,04%	-3,56%
1996-2000	4,92%	5,76%	3,22%
1991-2000	1,77%	3,11%	-0,60%

Se for comparado, com o crescimento populacional do Brasil como um todo (Quadro 44 e Quadro 45) pode-se observar que as taxas de crescimento populacionais da Bacia do Uruguai estão dentro das faixas de crescimento do País.

Observa-se também que no início da década de 1970, 60%

da população da Bacia morava na zona rural, e este índice caiu pela metade no início do ano 2000. No Brasil como um todo, no início da década de 1970 a população rural era de 44,8% da população total, apresentando um decréscimo para menos da metade (18,75%) no ano 2000.

Quadro 44 - População total e proporção da população brasileira por situação de domicílio

Períodos	Pop. Total (hab)	Urbana (hab)	Urbana (%)	Rural (hab)	Rural (%)
1970	93.139.037	52.084.984	55,92	41.054.053	44,08
1980	119.002.706	80.433.929	67,59	38.568.777	32,41
1991	146.825.475	110.990.990	75,59	35.344.485	24,41
1996	157.070.163	123.082.167	78,35	33.997.406	21,65
2000	169.799.170	137.961.826	81,25	31.837.344	18,75

Quadro 45 - Taxas de crescimento da população brasileira por períodos

Períodos	Pop. Total	Urbana	Rural
1970-1980	2,48%	4,44%	-0,62%
1980-1991	1,93%	2,97%	-0,79%
1991-2000	1,63%	2,45%	-1,15%

O Quadro 46 é mostra a distribuição populacional por Sub-bacia, cuja fonte é o diagnóstico da FGV, utilizando dados populacionais da contagem do IBGE (1996) e a divisão adotada pela FGV para o referido estudo.

Quadro 46 - População total por Sub-bacia e por situação de domicílio - Bacia do Rio Uruguai

Sub-bacias FGV (1998)	Sub-bacias PNRH	Pop. Total (hab)	Urbana (hab)	Urbana (%)	Rural (hab)	Rural (%)
Rio Pelotas	Pelotas	32.029	20.132	62,86	11.897	37,14
Rio Canoas	Canoas	322.842	248.209	76,88	74.633	23,12
Rios Peixe e Inhandava	Uruguai Nacional	277.549	168.496	60,71	109.053	39,29
Rios Chapecó e Passo Fundo	Uruguai Nacional	675.465	406.234	60,14	269.231	39,86
Rios da Várzea e Turvo	Uruguai Nacional e Uruguai 1	791.211	395.496	49,99	395.715	50,01
Rios Ijuí, Piratini e Icamaquã	Ijuí e Uruguai 2	464.579	334.646	72,03	129.933	27,97
Rios Ibicuí, Quaraí e Negro	Uruguai 3, Santa Maria, Quaraí e Negro	653.752	551.508	84,36	102.214	15,63
<b>Total</b>		<b>3.217.427</b>	<b>2.147.721</b>	<b>66,75</b>	<b>1.092.676</b>	<b>33,96</b>

Conforme já explicado anteriormente, a divisão da Região Hidrográfica do Uruguai para fins deste trabalho não coincide com aquela adotada pelo diagnóstico da FGV, de 1998. A divisão adotada no presente é mostrada no Quadro 5.

Assim, para fins de comparação e utilização das informações do diagnóstico da FGV, foi inserida uma coluna no Quadro 46, onde é possível relacionar a divisão hidrográfica da FGV com a divisão adotada neste trabalho.

Para manter uma base de comparação entre as Unidades Hidrográficas, o Quadro 5 e o Quadro 46 foram agrupados no Quadro 47 em cinco regiões compostas por Unidades Hidrográficas do Plano Nacional.

Entretanto, ao se analisar as taxas de crescimento do período de 1996 a 2000 (Quadro 48), verifica-se que de um modo geral o crescimento populacional da Bacia se deu de modo uniforme. As Sub-bacias Uruguai Nacional e Canoas, apresentaram crescimento urbano acima da taxa de crescimento da região do Uruguai, enquanto que o agrupamento das Sub-bacias Uruguai 3, Santa Maria, Quaraí e Negro, apresentaram taxas de crescimento abaixo da média para o mesmo período.

Quadro 47 - Distribuição da população total e situação de domicílio, por Sub-bacia, na Bacia do Rio Uruguai em 2000

Sub-bacias do PNRH agrupadas	Pop. Total		Urbana		Rural	
	1996	2000	1996	2000	1996	2000
Pelotas	32.029	89.141	20.132	22.546	11.897	66.595
Canoas	322.842	412.653	248.209	341.435	74.633	71.218
Uruguai Nacional e Uruguai 1	1.744.225	2.129.756	970.226	1.273.585	773.999	856.171
Ijuí e Uruguai 2	464.579	557.893	334.646	419.812	129.933	138.081
Uruguai 3, Santa Maria, Quaraí e Negro	653.752	708.948	551.508	600.722	102.214	108.226
<b>Total</b>	<b>3.217.427</b>	<b>3.898.391</b>	<b>2.124.721</b>	<b>2.658.100</b>	<b>1.092.676</b>	<b>1.240.291</b>

Uma anomalia foi detectada na análise do Quadro 48, uma vez que a Sub-bacia Pelotas apresentou uma taxa de crescimento rural no período de 1996-2000 de 53,8%. Esta taxa tão elevada na Sub-bacia do Rio Pelotas pode ser explicada pelas diferenças na delimitação das Sub-bacias Hidrográficas nos dois estudos. Ou seja, a Sub-bacia Pelotas do PNRH abrange uma área rural maior que aquela

delimitada no Diagnóstico da FGV. Ainda pode ter havido uma apropriação pela Sub-bacia Pelotas (na delimitação do PNRH) de parte da Bacia do Uruguai Nacional, em relação a delimitação apresentada pela FGV. Diante do exposto, tal fato põe em xeque e limita a análise comparativa em cima de dados secundários fornecidos por estes estudos, tal como se pretendia.

Quadro 48 - Taxas de crescimento da população dos agrupamentos de Bacias

Sub-bacias do PNRH agrupadas	Taxas (%) 1996-2000		
	Total	Urbana	Rural
Pelotas	29,2%	2,9%	53,8%
Canoas	6,3%	8,3%	-1,2%
Uruguai Nacional e Uruguai 1	5,1%	7,0%	2,6%
Ijuí e Uruguai 2	4,7%	5,8%	1,5%
Uruguai 3, Santa Maria, Quaraí e Negro	2,0%	2,2%	1,4%
<b>Total</b>	<b>4,9%</b>	<b>5,8%</b>	<b>3,2%</b>

### Consumo Abastecimento Humano e Rural

Segundo o IBGE, a região tem uma taxa média de 3,67 habitantes por domicílio na área urbana e 4,22 habitantes por domicílio na área rural. Dos 585.210 domicílios urbanos 83% são atendidos por rede pública de abastecimento de água. Os domicílios rurais são abastecidos integralmente por poços, fontes ou rios. O consumo urbano, segundo os dados de consumo do Relatório de Operações da Corsan

de julho de 1997 e do Relatório Estatístico da CASAN de 1996, citados por FGV (1997), mostram que o consumo médio mensal varia durante o ano de 122 a 163 L/hab/dia, sendo o consumo médio anual de 124,6 L/hab/dia.

Considerando as devidas perdas de adução e distribuição do sistema, os volumes captados (medidos em L/hab/dia e em m<sup>3</sup>/s) são mostrados no Quadro 49 para cada uma das Sub-bacias da região do Uruguai.

Quadro 49 - Demandas para abastecimento humano por Sub-bacia da Região Hidrográfica do Uruguai

Sub-bacia	Pop. total (hab.)	Pop. Urb.	Pop. Rural	Dem. Pop. Urb. (m <sup>3</sup> /s)	Dem. Pop. Rural (m <sup>3</sup> /s)	Dem. Urb. (L/hab/dia)	Dem. Rural (L/hab/dia)
Pelotas	89.141	22.546	66.595	0,054	0,074	206,9	95,9
Canoas	412.653	341.435	71.218	0,786	0,082	198,9	99,5
Uruguai Nacional	1.741.680	1.052.229	689.451	2,858	0,879	234,7	110,2
Uruguai 1	388.076	221.356	166.720	0,731	0,244	285,3	126,3
Ijuí	363.800	272.429	91.371	0,895	0,132	283,8	125,1
Uruguai 2	194.093	147.383	46.710	0,465	0,067	272,6	124,5
Santa Maria	186.374	169.515	16.859	0,570	0,024	290,5	123,4
Uruguai 3	258.096	188.038	70.058	0,552	0,100	253,6	122,9
Quaraí	153.880	143.463	10.417	0,574	0,015	345,7	120,6
Negro	110.598	99.706	10.892	0,338	0,016	292,9	124,2
<b>Total</b>	<b>3.898.391</b>	<b>2.658.100</b>	<b>1.240.291</b>	<b>7,823</b>	<b>1,632</b>	<b>254,3</b>	<b>113,7</b>

Fonte: Populações Referentes ao Censo IBGE (2000)

### Efluentes Domésticos

Embora existam diversos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos para caracterização da poluição por esgotos domésticos, neste trabalho se utilizará a DBO gerada para estimar a quantidade de matéria orgânica biodegradável. Ressalta-se que não esta sendo referida, nesta parte do trabalho a variável DBO<sub>5,20</sub>, constante do rol de parâmetros da Resolução nº 357/2005 do Conama, uma vez que os valores não referem-se a DBO medida e sim estimada como carga remanescente do esgotamento sanitário.

A literatura específica afirma que, em média, cada ser humano contribui com 54 g diárias de DBO, desta forma pode-se com este número estimar um potencial de consumo de oxigênio dos corpos hídricos para estabilização da matéria orgânica.

Entretanto, somente uma parte da DBO gerada na fonte, chegará efetivamente aos corpos de água para reagir com o oxigênio dissolvido. Essa remoção se dá devido aos processos que ocorrem no longo percurso que os efluentes percorrem até chegar aos corpos de água, onde poderá ocorrer remoção por sistemas projetados de tratamento de efluentes, por fossas sépticas, dentre outros.

O Quadro 50, mostra as cargas de DBO geradas na fonte (potencial) em kg/dia, bem como as cargas remanescentes aos corpos de água associadas às suas respectivas remoções. Estima-se que de toda a carga de matéria orgânica gerada

na Bacia, 70% chegam aos corpos de água, remoção equivalente a de um tratamento primário. Os trabalhos de IPH de 2002 para o rio Gravataí, estimaram que neste rio apenas 30% da potencial chega ao rio.

Quadro 50 - Matéria orgânica (DBO) potencial e remanescente por bacia integrante da Região Hidrográfica do Uruguai, com suas respectivas remoções

Sub-bacia	População total (habitantes)	Carga potencial de DBO kg/dia	Carga Remanescente DBO kg/dia	Remoção
Pelotas	89.141	4.814	1.217	75%
Canoas	412.653	22.283	18.437	17%
Uruguai Nacional	1.741.680	94.051	56.820	40%
Uruguai 1	388.076	20.956	11.953	43%
Ijuí	363.800	19.645	14.711	25%
Uruguai 2	194.093	10.481	7.959	24%
Santa Maria	186.374	10.064	9.154	9%
Uruguai 3	258.096	13.937	10.154	27%
Quaraí	153.880	8.310	7.747	7%
Negro	110.598	5.972	5.384	10%
<b>Total</b>	<b>3.898.391</b>	<b>210.513</b>	<b>143.537</b>	<b>32%</b>

### Agricultura Irrigada

As principais culturas da região são o arroz, a soja, o milho e o trigo, conforme o Quadro 39 e também conforme

o Quadro 51 que apresenta a área cultivada, quantidade produzida e rendimento médio da produção.

Quadro 51 - Área plantada e produção dos principais produtos da lavoura na Bacia do Rio Uruguai - 1996

PRODUTOS	Área Plantada ( ha)	Produção ( t )
Arroz	402.933	2.095.251
Soja	1.918.172	3.011.530
Milho	1.485.690	3.119.949
Trigo	582.152	1.007.123

Fonte: FEE (RS) - Resumo Estatístico Municipal (1996)

Em 1996 a área irrigada total era estimada em 435.543 ha, dos quais 402.933 ha correspondiam à rizicultura. Em 2000, a área total irrigada na Bacia era de 566.205 ha.

### Arroz Irrigado: Demanda para Irrigação

O arroz é a cultura mais significativa da Bacia em termos de consumo de água para irrigação. Na Região Hidrográfica

do Uruguai esse cultivo abrange parte da região noroeste e a região da Campanha, mais especificamente as Sub-bacias: Ijuí, Uruguai 2, Uruguai 3, Santa Maria, Quaraí e rio Negro, com maior ênfase nas quatro últimas.

Segundo a FGV (1998), o cultivo do arroz irrigado na Região Hidrográfica do Uruguai chegou a atingir uma área plantada de 419.110 ha, na safra de 1993/1994, ocasionado pelos bons preços de mercado e pela disponibilidade de água. A menor área foi registrada na safra de 1989/1990 devido à seca ocorrida no período o que resultou numa área cultivada de 255.429 ha.

O consumo médio de água para a cultura do arroz varia com o cultivo e com a modalidade de plantio, entretanto, estima-se que cerca de 12.000m<sup>3</sup>/ha/safra são aduzidos dos rios e barramentos.

Como a Região Hidrográfica do Uruguai atravessa todo o Estado do Rio Grande do Sul, e por conseqüência, diversas

regiões agroclimáticas, a época do plantio varia de acordo com a localização da Bacia. As espécies mais cultivadas são de ciclo médio (121-135 dias) e precoce (120 dias). Steinmtz (1999) mostra que mesmo na região da campanha, dependendo do ciclo da cultivar a época da semeadura pode variar desde finais de setembro até início de dezembro.

A demanda de água ao longo do ciclo do arroz não é constante, nos primeiros 10-15 dias ocorre o maior consumo de água, período onde é necessário formar a lâmina das quadras (tabuleiros), neste período a vazão unitária pode ultrapassar 2 L/s/ha, durante o restante do ciclo a vazão aduzida aos quadros se propõe a repor as perdas por drenagem superficial e por evapotranspiração, se reduzindo gradativamente até o final do ciclo, conforme é exemplificado no Quadro 52.

Quadro 52 - Exemplo de variação de demanda ao longo do cultivo de uma espécie de ciclo de 95 dias iniciada na segunda quinzena de outubro e finalizada aos vinte dias de janeiro

Mês	Duração (dias)	Demanda no período (m <sup>3</sup> /ha)	Demanda no período (l/s/ha)
Outubro	15	2.592	2,00
Novembro	15	2.592	2,00
Novembro	15	1.944	1,50
Dezembro	15	1.944	1,50
Dezembro	15	1.296	1,00
Janeiro	20	1.728	1,00
<b>Total</b>	<b>95</b>	<b>12.096</b>	<b>1,47</b>

### *Efluentes da Lavoura*

O cultivo de arroz, principalmente o irrigado por inundação, tem grande potencial gerador de efluentes contendo nutrientes que, nos corpos de águas, podem comprometer sua qualidade e conseqüentemente seus usos, incluindo a própria conservação da biota aquática e de todo o ecossistema. Em particular, merecem destaque as cargas geradas de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), resultantes principalmente da adubação com fertilizantes.

Apesar do grande potencial poluidor e das grandes áreas ocupadas pela cultura do arroz, este trabalho não considera tais contribuições, devido à inexistência de qualquer tipo de estudo ou controle da qualidade da água nas áreas irrigadas,

que seja consistente e confiável, e que possa gerar a informação acerca da geração de efluentes desse tipo de cultivo.

Ainda assim, optou-se, com ressalvas, por mencionar o possível impacto das práticas agrícolas sobre a qualidade das águas superficiais, uma vez que o potencial poluidor desta lavoura é considerado alto.

### *Demanda Total da Agricultura Irrigada*

O arroz irrigado é a cultura irrigada cujo consumo é mais significativo na Região Hidrográfica do Uruguai. Distribuindo-se a demanda acima especificada no tempo a fim de se obter uma lâmina média obtêm-se as demandas médias do

Quadro 53 para fins ilustrativos. Devendo ficar claro que o efeito concentrado da demanda é muito mais intenso do ponto de vista de consumo que o apresentado nesta tabela, conforme mostrado acima.

Convém observar que as Bacias onde o arroz é cultivado são responsáveis por 98% da demanda de irrigação em toda Região Hidrográfica do Uruguai.

Quadro 53 - Consumo de água para irrigação por Bacia da Região Hidrográfica do Uruguai

Sub-bacias	Demanda de Irrigação (m <sup>3</sup> /s)
Pelotas	0,405
Canoas	0,738
Uruguai Nacional	0,828
Uruguai 1	0,490
Ijuí	0,541
Uruguai 2	24,797
Santa Maria	24,822
Uruguai 3	49,884
Quaraí	23,352
Negro (RS)	1,920
<b>Total</b>	<b>127,778</b>

#### *Inventário de Possíveis Locais de Barramentos no Norte do Rio Grande do Sul*

Por meio de um Termo de Cooperação celebrado entre o Mapa e UFSM (n.º 001/2002), foi realizado o trabalho: “Inventário de recursos hídricos e de possíveis locais de barramentos para fins de irrigação na parte norte do Rio Grande do Sul”.

O trabalho foi dividido em duas etapas, onde estão contemplados os seguintes produtos:

- primeira etapa: inventário de Bacias Hidrográficas:
  - estudos básicos multidisciplinares;
  - diagnóstico das Bacias em estudo, incluindo o mapeamento das potencialidades e restrições das Bacias;
  - identificação e seleção de locais de barramentos e de aproveitamentos hidroagrícolas.
- segunda etapa: planejamento e avaliação dos aproveitamentos hidroagrícolas:
  - estudos de concepção e de planejamento das alternativas de obras selecionadas;
  - análise preliminar de viabilidade dos empreendimentos;
  - programa de ação.

A seguir, são relatadas e transcritas as principais conclusões do estudo, que contou com a aplicação de uma metodologia, proposta pelos autores, de seleção ambiental de barragens.

- Foram selecionados 49 locais de barramento que, hierarquizados, conduziram à seleção dos dez locais apontados para a continuidade dos trabalhos.
- A área de estudo apresenta uma grande potencialidade hidropedológica para fins de irrigação e uma grande quantidade de locais considerados aptos para a implantação de barramentos, visando à acumulação de água e o incremento de vazões, gerando perspectivas para um aumento significativo e garantido da produção agrícola uma vez que somente com os locais selecionados seria possível a irrigação de aproximadamente 1.200.000 hectares.
- Foi verificado na região dos estudos um grande entusiasmo e uma efetiva aplicação da técnica de irrigação com pivôs centrais nas áreas mais nobres do planalto do Rio Grande do Sul (Cruz Alta, Panambi, Santo Augusto, Santo Ângelo, Passo Fundo, Carazinho e muitas outras).

- Esta prática tem gerado pressões sobre a demanda hídrica na região, o que implica em conflitos pelo uso da água.
- A efetiva materialização desses empreendimentos selecionados e priorizados neste estudo de inventário seria de inestimável valia para o desenvolvimento da agricultura e da economia da região, tendo em vista possibilitar a minimização dos efeitos danosos e cíclicos das estiagens sobre as safras de primavera e verão do norte do Estado do Rio Grande do Sul, a estabilização de cadeias produtivas regionais e nacionais e a harmonização dos interesses do uso da água.
- A metodologia aplicada ao desenvolvimento do presente estudo pode ser considerada como pioneira no âmbito nacional e, certamente, deverá ser objeto de aprimoramento na etapa subsequente e repassada ao meio técnico por meio de publicações.

### Demanda Animal

A metodologia mais comum utilizada para estimar a demanda animal é o conceito de bovino equivalente (unidades BEDA, Viera P.P.B.,1999), conforme se mostra a seguir:

$BEDA = \text{bovinos} + \text{equinos} + \text{asininos} + \text{muare} + 0,2 \times \text{ovinos} + 0,2 \times \text{caprinos} + 0,25 \text{ suínos}.$

Uma unidade BEDA consome em média 50 L /indivíduo/dia, para a estimativa da demanda das aves, é comum a utilização de 0,4 L/indivíduo/dia.

Aplicando-se a demanda do bovino equivalente (BEDA) e da demanda das aves, sobre a população de indivíduos do Quadro 40, e os percentuais de participação de cada Município na Bacia, têm-se as demandas em m<sup>3</sup>/s mostradas no Quadro 54. Os resultados mostram que a demanda animal na Bacia é da mesma ordem de grandeza da demanda da população urbana na Região Hidrográfica do Uruguai.

Convém observar que os rebanhos são fontes de poluição tão significantes quanto a população humana ou mesmo industrial, tal fato fica claro ao se observar o Quadro 55, no que se refere ao potencial poluidor de matéria orgânica (DBO) e coliformes. Apesar disto, cargas desta natureza não estão contempladas neste diagnóstico.

Quadro 54 - Demandas para dessedentação animal estimadas por BEDAs segundo a população do censo IBGE (2000), por Sub-bacia da Região Hidrográfica do Uruguai

Sub-bacias	BEDA	Demanda da porção do rebanho interna à Bacia (m <sup>3</sup> /s)
Pelotas	1.007.681	0,389
Canoas	968.358	0,293
Uruguai Nacional	4.359.520	2,584
Uruguai 1	1.152.203	0,390
Ijuí	1.111.636	0,302
Uruguai 2	2.181.559	0,643
Quaraí	1.641.451	0,793
Santa Maria	2.682.910	1,386
Uruguai 3	5.095.862	0,428
Negro	1.043.338	0,139
<b>Total</b>	<b>21.244.518</b>	<b>7,347</b>

Quadro 55 - Cargas específicas potenciais de origem difusa

Parâmetros	População Rural	Rebanhos Ovíno e Suíno	Rebanho Bovino	Fontes Difusas Rurais*
Coliformes fecais (NMP/ind.mês)	6,10 x 10 <sup>10</sup>	7,30 x 10 <sup>9</sup>	2,19 x 10 <sup>11</sup>	2,09 x 10 <sup>9</sup>
DBO5 (kg/ind.mês)	1,647	0,164	12,653	0,453
Nitrogênio total (kg/ind.mês)	0,158	0,016	1,241	0,215
Fósforo total (kg/ind.mês)	0,021	0,004	0,313	0,070

Fonte: Baseado em Pereira *et al.* (2003)

Obs.: ind = Indivíduo

\* Cargas por ha

### Abastecimento Industrial

O capital essencial ao processo industrial da região teve origem em três vertentes: a agricultura, o comércio e a própria atividade artesanal. A intermediação entre a produção agrícola e o mercado deu origem a uma atividade comercial a partir da qual foram geradas as condições para o surgimento de pequenas empresas industriais que beneficiavam a produção agrícola ou fabricavam implementos e instrumentos de uso agrário. Esta própria atividade artesanal, reinvestindo seus excedentes de renda, deu origem aos grandes empreendimentos industriais regionais.

#### Perfil da Estrutura Industrial

A região possui conjuntos de especialização industrial decorrentes de sua base agropastoril e já na década de 1980, os gêneros industriais mais dinâmicos (metalurgia, mecânica, química e plásticos) aparecem em posição mais privilegiada do que os gêneros tradicionais da região (madeira, couros e peles, produtos farmacêuticos e veterinários e alimentos). Isto demonstra que a região, em geral, vem acompanhando a estrutura nacional de modernização da base industrial, ainda que de forma mais modesta.

O gênero Mecânica, no Rio Grande do Sul, aparece com especialização em Carazinho, Horizontina e Panambi, em Municípios considerados de baixa industrialização. Em Santa Catarina, ressaltam-se os Municípios de Chapecó e Videira, onde o

gênero Produtos Alimentícios, participa com 68,3% e 77,12 % do Valor da Transformação Industrial (VTI) municipal. Outro Município que se destaca nesta área de produtos alimentícios é Concórdia, onde este gênero contribui com 84,3 % do VTI.

No Rio Grande do Sul, aparecem Santo Ângelo, Erechim e Santa Rosa com o beneficiamento da soja e indústria de produtos suínos, enquanto que Bagé, Santana do Livramento, Uruguaiana e Alegrete, destacam-se na indústria de carne bovina e beneficiamento do arroz. Distribuídos na região existem 11704 estabelecimentos industriais, ocupando 147.704 pessoas. A grande maioria é composta de pequenos e micro estabelecimentos.

#### Processos Produtivos e Manejo dos Recursos

O principal grupo de indústrias da região é o de alimentos, que utiliza intensamente recursos hídricos, os quais são insumo essencial para a higiene e limpeza da matéria-prima, além do cozimento e preparo. Esta indústria conta com o abastecimento da rede pública de água ou com poços tubulares profundos próprios.

O efeito preocupante é de que, com exceção das macro indústrias, as demais, em função de seu reduzido tamanho, não tem merecido a adequada fiscalização sobre seus efluentes, que são lançados em mananciais superficiais ou sobre o solo, quando não injetados nas redes públicas urbanas de coleta pluvial. Estas, como não dispõem de instalações de tratamento, acabam por fazer o lançamento nos cursos de água.

É evidente que a indústria alimentícia gera efluentes com elevada carga orgânica, gerando alta DBO. É dela, juntamente com os dejetos domiciliares e os da produção rural, a principal responsabilidade da poluição hídrica na região.

### ***Desenvolvimento do Setor Industrial***

Uma das grandes perspectivas para a economia da região, muito considerada nos meios técnicos e empresariais, é a implantação do Mercosul, ou seja, a ampliação das relações econômicas entre o Brasil e os países vizinhos do Cone Sul, dois dos quais integrando a Bacia. Um dos principais objetivos deste acordo é incentivar o relacionamento entre as regiões limítrofes, e em especial, proporcionar à iniciativa privada a participação intensa nos projetos econômicos regionais, de forma a consolidar e desenvolver os setores produtivos de todos os países.

Entre os pontos positivos para o setor secundário são vistos com destaque, a integração e a complementação industrial, que representarão novas oportunidades não só pelo intercâmbio da produção como pela troca tecnológica que certamente advirá.

A indústria alimentícia da região, especialmente a de carnes (bovina, suína e de aves), bem como a do beneficiamento do arroz e soja, já são atividades inseridas no mercado

mundial, mercê das exportações continuadas. A propriedade das maiores indústrias deste setor é de grupos econômicos com atuação multinacional ou de grupos nacionais de grande porte. Entre eles, as cooperativas de produtores com elevado potencial de gerência, permitindo o aproveitamento de oportunidades com presteza e eficiência. Estas indústrias desempenham uma grande função como indutoras das decisões tomadas pelos agricultores e pecuaristas, ao balizarem o mercado.

A expectativa mais favorável indica que o setor industrial da região, principalmente incentivado pelas novas oportunidades do Mercosul e pelas possibilidades que se abrem no mercado internacional, dado o aumento da demanda alimentar da China e Rússia, deverá gerar acréscimos constantes na produção física industrial a partir da base de insumos agropecuários, o que induz à projeção do crescimento quinquenal mais intensivo para o Cenário Alternativo.

### ***Demandas***

No Quadro 56, que apresenta as demandas por Sub-bacia na Região Hidrográfica do Uruguai, percebe-se que a Bacia Uruguai Nacional apresenta uma demanda equivalente a mais de 50% do total.

Quadro 56 - Demandas industriais nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Uruguai

<b>Sub-bacias</b>	<b>Demanda industrial (m<sup>3</sup>/s)</b>
Pelotas	0,011
Canoas	0,532
Uruguai Nac	2,357
Uruguai 1	0,401
Ijuí	0,358
Uruguai 2	0,085
Santa Maria	0,086
Uruguai 3	0,145
Quaraí	0,052
Negro	0,070
<b>Total</b>	<b>4,097</b>

## Geração de Energia Elétrica

No que se refere à produção de energia, toda a Bacia do Rio Uruguai (incluindo as partes em territórios argentino e uruguaio), com um potencial da ordem de  $41\text{KW}_{\text{med}}/\text{km}^2$ , ainda oferece amplas possibilidades de novos aproveitamentos hidrelétricos.

De um potencial inventariado de 16.500MW, apenas 16% eram aproveitados em 1997. Destaca-se que, no contexto brasileiro, os potenciais inventariados representam as possibilidades de aproveitamento hidrelétrico mais próximas das grandes concentrações urbano-industriais das regiões Sul e Sudeste.

Na parte brasileira da Bacia, além de algumas pequenas Centrais Hidrelétricas, os aproveitamentos de porte, existentes, são as UHEs Passo Fundo (em operação desde 1971), Itá, Machadinho, Quebra-Queixo, Barra Grande e Campos Novos, as três últimas iniciaram sua operação recentemente. Em 1997, quando do trabalho da FGV, apenas a UHE Passo Fundo estava implantada na Bacia. A Figura 17 apresenta todo o inventário previsto para a Bacia do Rio Uruguai, a Figura 18 indica o que já está em operação, ou prestes a iniciá-la.

A UHE Passo Fundo, com um reservatório de acumulação plurianual sobre o rio Passo Fundo, deriva águas ( $100\text{m}^3/\text{s}$ ) para o rio Erechim, por meio de um túnel com 6km, e com queda bruta de 260 m, para uma potência instalada de 226MW. O volume útil do reservatório é da ordem de  $1.400\text{hm}^3$ , para uma área inundada de  $151\text{km}^2$ .

A UHE de Itá tem um volume útil de  $3.590\text{hm}^3$ , pode regularizar uma vazão de  $680\text{m}^3/\text{s}$ , e potência instalada de 1.450MW. Já o aproveitamento de Machadinho acumula  $3.340\text{hm}^3$ , regularizando uma vazão de  $561\text{m}^3/\text{s}$ , com uma potência instalada de 1.140MW. Quebra-Queixo possui uma potência instalada de 120MW, Barra Grande, quanto operando em plena carga gerará 700MW, e Campos novos possui 880MW.

Além destes aproveitamentos, consideram-se aqueles binacionais, notadamente o de Garabi, com potência total prevista de 1.500MW, acumulando um volume útil de  $5.800\text{hm}^3$  e vazão máxima de  $6.000\text{m}^3/\text{s}$ .

Outros empreendimentos que já iniciaram seu processo de licenciamento são: UHE Foz do Chapecó, no rio Uruguai; Pai Querê, no rio Pelotas; UHE Monjolinho, no rio Passo Fundo; e UHEs Passo São José e Passo São João, ambas no rio Ijuí.



Vale dizer que, no horizonte deste plano (2020), no rio Uruguai estará implantado um conjunto de grandes obras hidráulicas, com uma acumulação total superior a 20.000km<sup>3</sup>, não incluindo os barramentos no Baixo-Uruguai, e o que justificaria preocupação relativamente aos impactos ambientais.

Contudo, tais impactos, tendo em vista o intenso processo de discussão com a comunidade, serão minimizados ou compensados, de acordo com as exigências dos processos de licenciamento ambiental. Exemplo de ações desta natureza é o estudo “Análise de Fragilidades Ambientais e da Viabilidade de Licenciamento de Aproveitamentos Hidrelétricos das Bacias Hidrográficas dos rios Ijuí e Butuí-Pirinitim-Icamaquã, Região Hidrográfica do Uruguai – RS”, desenvolvido pela Fepam.

O caso mais recente de implantação de usina hidroelétrica na Bacia foi o da UHE Barra Grande. Este caso ganhou grande notoriedade na mídia, devido aos problemas que se relacionaram ao processo de licenciamento ambiental e a implantação da usina. Após a concessão da Licença de Instalação e após a construção da usina, na fase de autorização do enchimento do reservatório (que deve ser concedida pela Licença de Operação), foi detectada a existência, na área de alague, de espécies imunes ao corte (pinheiro brasileiro) e de uma espécie endêmica de bromélia (*Dyckia distachya*), constante da lista oficial do Ibama de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (IBAMA, Portaria nº 037/1992).

Esse fato fez parar o licenciamento ambiental e suspender a implantação da UHE, ou seja, o enchimento do lago. Após foi celebrado um Termo de Ajustamento de Conduta, entre o empreendedor, o Ministério Público Federal, o Ibama, o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério de Minas e Energia, por meio do qual as partes se comprometeram a melhor estudar o problema e buscar soluções para viabilizar a implantação da usina, compensando o impacto causado. Um dos frutos deste TAC é o estudo “*Avaliação Ambiental Integrada dos aproveitamentos hidrelétricos da Bacia do rio Uruguai*” a ser desenvolvido pela EPE. Após o avanço no cumprimento dos objetivos do TAC, a Licença de Operação foi concedida e o enchimento do reservatório autorizado, a UHE está em operação (PROCHNOW, 2005 e IBAMA, 2005)

### Balanço Hídrico: Relação entre Disponibilidades e Demandas

Um indicador importante para caracterizar o cotejo entre a demanda e a disponibilidade hídrica é a razão entre as duas grandezas. O Quadro 57 apresenta os resultados obtidos para a Região Hidrográfica do Uruguai, a partir das informações que compõem a Base Físico-Territorial do PNRH, utilizando-se a metodologia da ANA (2005) conforme o Caderno de Recursos Hídricos sobre Disponibilidades e Demandas.

O indicador é calculado como sendo a razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a disponibilidade hídrica (neste caso a vazão com permanência de 95%). Neste estudo, este indicador será usado para refletir a situação real de utilização dos recursos hídricos. Para a definição de faixas de classificação deste índice, serão adotadas as mesmas faixas da situação do trabalho da ANA (2005), consideradas adequadas para o caso brasileiro.

- Menos que 5% – Excelente.
- Entre 5 e 10% – Confortável.
- Entre 10 e 20% – Preocupante.
- Entre 20% e 40% – Crítica.
- Maior que 40% – Muito crítica.

Quadro 57 - Balanço hídrico na Região Hidrográfica do Uruguai

Sub-bacias	Disp. $Q_{95}$ ( $m^3/s$ )	Demandas ( $m^3/s$ )						Balanço Hídrico	
		Abast. urbano	Abas. rural	Criação animal	Abast. indust.	Irrigação	Total	Saldo ( $m^3/s$ )	Dem/disp
Pelotas	37,30	0,054	0,073	0,389	0,011	0,405	0,9	36,37	2,5%
Canoas	47,38	0,786	0,082	0,293	0,532	0,738	2,431	44,95	5,1%
Uruguai Nacional	134,64	2,858	0,879	2,584	2,357	0,828	9,50	125,13	7,1%
Uruguai 1	27,24	0,731	0,243	0,390	0,401	0,489	2,25	24,99	8,3%
Ijuí	34,83	0,895	0,132	0,301	0,358	0,541	2,22	32,60	6,4%
Uruguai 2	34,91	0,465	0,067	0,642	0,085	24,796	26,05	8,85	74,6%
Quaraí	12,77	0,574	0,0145	0,427	0,052	23,352	24,42	-11,65	191,3%
Santa Maria	15,63	0,570	0,024	0,792	0,086	24,822	26,29	-10,67	168,3%
Uruguai 3	42,57	0,552	0,099	1,385	0,145	49,883	52,06	-9,49	122,3%
Negro	3,46	0,338	0,016	0,139	0,070	1,919	2,48	0,98	71,8%

Percebem-se os altos índices de consumo, em muitas Bacias, superando os valores considerados críticos e até mesmo chegando a situações onde as demandas superam a disponibilidade, caso sejam consideradas as vazões com 95% de permanência. Nestes locais, mesmo que as demandas fossem comparadas as vazões médias (Quadro 58), os percentuais já seriam alarmantes, chegando a 12% na Bacia do Santa Maria e se aproximando de 10% nas demais.

No Quadro 58 também se apresenta a comparação das demandas em cada unidade com as vazões médias, e de 95% de permanência, acumuladas no rio Uruguai. Os percentuais utilizados são relativamente baixos, porém, como mostrou o quadro anterior, isso não significa ausência de problemas, uma vez que as demandas não estão instaladas em locais que possam fazer uso das águas do rio principal da Região Hidrográfica.

Quadro 58 - Comparação entre as demandas e a Vazão Média na Região Hidrográfica do Uruguai

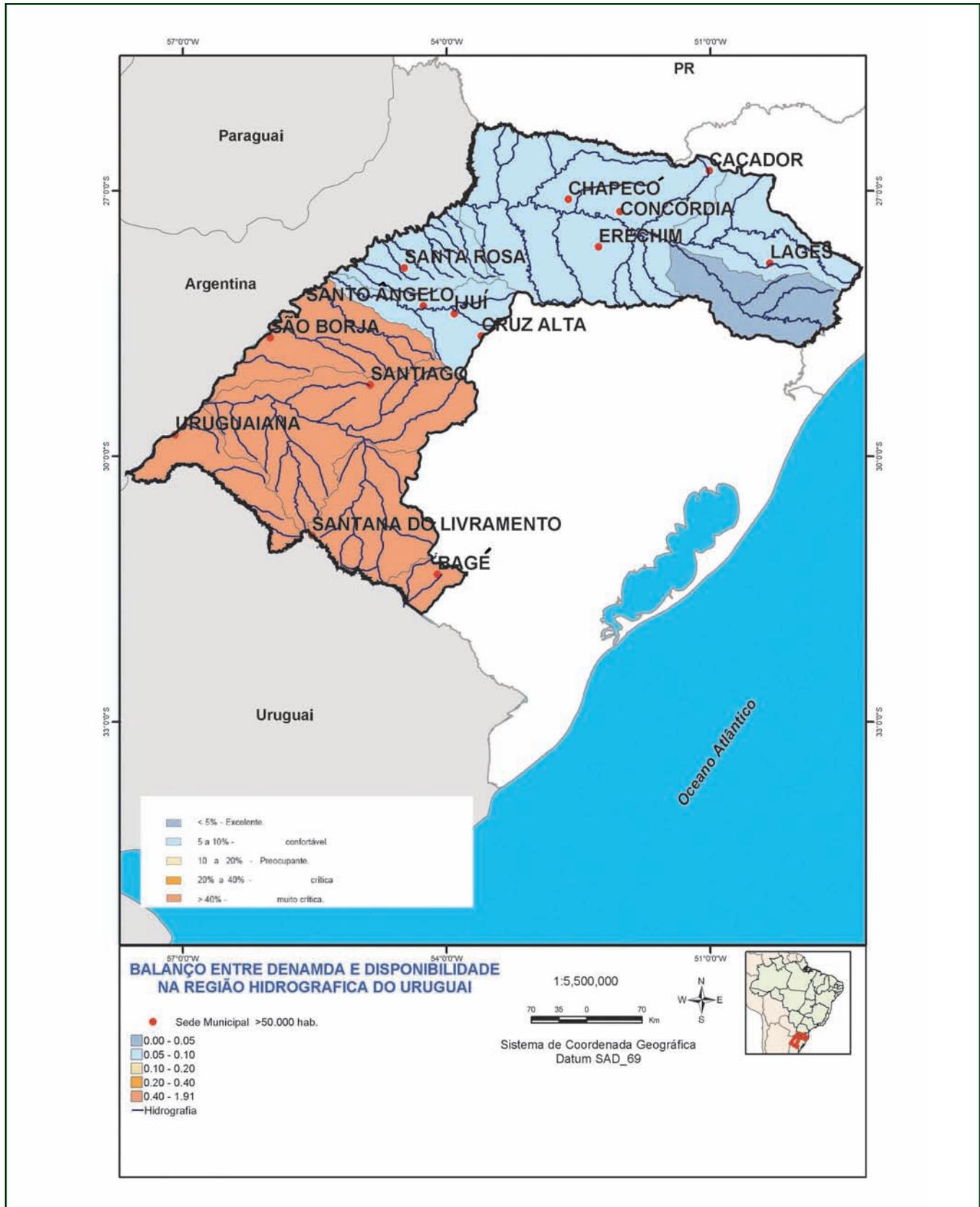
Sub-bacias	Q média (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>95</sub> acumulada Uruguai (m <sup>3</sup> /s)	Q média acumulada Uruguai (m <sup>3</sup> /s)	Demanda total (m <sup>3</sup> /s)	Balanço Hídrico		
					Dem/ Qmed	Dem/Q <sub>95</sub> acumulada	Dem/Qmed acumulada
Pelotas	306,10	84,68	690,83	0,9	0,29%	3,93%	0,48%
Canoas	384,73			2,431	0,63%		
Uruguai Nacional	1.260,94	219,32	1.951,77	9,50	0,75%	4,33%	0,49%
Uruguai 1	274,94	273,90	2.502,64	2,25	0,82%	0,82%	0,09%
Ijuí	299,82	309,69	2.810,75	2,22	0,74%	0,72%	0,08%
Uruguai 2	381,85	366,17	3.428,48	26,05	6,82%	7,11%	0,76%
Santa Maria	310,13	-	-	26,29	8,48%	-	-
Uruguai 3	644,23	424,37	4.382,84	52,06	8,08%	12,27%	1,19%
Quaraí	193,20	456,23	4.864,94	24,42	12,64%	5,35%	0,50%
Negro	65,10	-	-	2,48	3,81%	-	-

A Figura 19 apresenta o balanço hídrico elaborado. No qual é possível visualizar a espacialização das áreas críticas.

#### 4.7 | Histórico dos Conflitos pelo Uso da Água

O histórico dos conflitos pelo uso da água na Bacia confunde-se com o histórico dos próprios usos. O conflito mais clássico verificado é o da irrigação com o abastecimento nas áreas com vocação para a cultura do arroz e sua ocorrência é freqüente em todo o verão, sendo agravada nos anos de maior estiagem.

Como a água é geralmente abundante no contexto regional, é compreensível que a sociedade tenha desenvolvido, com traço cultural, uma tendência para o uso indiscriminado e inadequado desse recurso, sem valorizá-lo convenientemente e de acordo com a importância que efetivamente tem para a região. A partir da década de 1990, passou-se a já se notar uma mudança gradual quanto à preservação dos recursos naturais, associando-se a conservação ambiental com a visão moderna de desenvolvimento sustentável.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 19 - Balanço hídrico na Região Hidrográfica do Uruguai

Essa afirmação ganha força quando se percebe que a evolução no uso do solo para agricultura foi acompanhando o aumento da consciência ambiental. Inicialmente as terras eram utilizadas para extração de madeira, o que gerou conflitos pela supressão da vegetação nativa. Com o início da agricultura de forma intensiva, iniciaram os problemas provocados pela erosão e carreamento de sedimentos para os cursos de água. A proposta de solução para este conflito veio sob a forma de recomendações para o plantio em nível e o terraceamento das lavouras, o que também gerou outro tipo de problema, como a concentração do escoamento, convergindo-o para um só local. Depois, por meio de práticas de manejo em micro-bacias e de plantio direto, tem se buscado a solução para os conflitos gerados.

Já as lavouras de arroz, que ocuparam as áreas originalmente destinadas à pecuária, apesar de não provocarem os problemas da agricultura mecanizada, geraram os conflitos de uso da água relacionados à baixa disponibilidade hídrica das regiões onde se implantou. Têm sido cada vez mais frequentes os conflitos entre irrigação e abastecimento público, como será visto a seguir.

Do ponto de vista qualitativo, o comportamento não foi diferente. O crescimento das cidades tem gerado problemas devido ao lançamento de efluentes não tratados. Esta prática tem provocado a degradação dos pequenos arroios, próximos aos centros urbanos. Há ainda que se considerar o problema do lançamento de efluentes da suinocultura, uma vez que o setor tem crescido e o controle ambiental das cargas geradas não tem sido uma preocupação, ou mesmo que seja, ainda não se converteu em ação.

Ao longo do tempo, a população tem ocupado as zonas ribeirinhas, sujeitas a inundações periódicas, principalmente ao longo do rio Uruguai. As enchentes, apesar de serem facilmente previstas, tem causado constantes perdas, tanto nas cidades, como nas áreas rurais. Não há qualquer sistema de alerta ou previsão das enchentes na região.

Finalmente, o avanço na implantação de UHEs tem gerado os impactos e conflitos decorrentes das obras e alagamentos. Sem considerar as usinas de pequeno porte (PCHs), em 1997 havia apenas 1 UHE na Região Hidrográfica, atualmente são seis em operação (Passo Fundo, Itá, Machadinho, Quebra Queixo, Barra Grande e Campos Novos), e quatro em pro-

cesso de Licenciamento Ambiental (Passo São José, Passo São João, Monjolinho e Foz do Chapecó – esta última já com LI). E esse número tende a aumentar de maneira expressiva, ainda dentro do horizonte temporal deste Plano de Recursos Hídricos.

Assim, percebe-se como, ao longo do tempo, os conflitos foram se agravando na região, e as formas como foram sendo atacados. Observa-se que alguns destes conflitos ainda esperam a implantação das soluções, mesmo quando essas já são conhecidas.

#### **4.8 | Implementação da Política de Recursos Hídricos e da Política Ambiental**

A Região Hidrográfica do Uruguai apresenta questões institucionais peculiares pela característica do rio Uruguai, e alguns de seus formadores, servirem de fronteira internacional entre o Brasil e os países vizinhos, Argentina e República Oriental do Uruguai, e ainda, no país, fazer a divisa entre os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Por esta razão, faz-se necessário a análise da estrutura institucional de gerenciamento dos recursos hídricos nas referidas Unidades da Federação brasileira, identificando os principais atores institucionais e seus papéis.

Neste item é apresentado o processo de implementação de ambas as políticas e dos respectivos sistemas. A análise aqui contida parte dos aspectos institucionais e legais, considerando os sucessivos estágios de regulamentação. Analisa-se a situação da implementação dos instrumentos de gestão, bem como do funcionamento dos órgãos e entidades que integram os sistemas.

Maior ênfase na análise foi dada à Política de Recursos Hídricos, de modo a estabelecer um diagnóstico evolutivo da gestão dos recursos hídricos na região, a partir do panorama de implementação do sistema e dos instrumentos da Política nas Unidades da Federação (RS e SC) que integram a região. Esta análise abordou de forma sintética as principais ações e experiências no âmbito do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, de modo a verificar as respostas de políticas, planos e programas.

A análise inclui o funcionamento dos organismos colegiados, instâncias de participação e de diálogo com a sociedade.

De modo que, finalmente, são apresentados alguns comentários quanto ao processo de formação e à atuação dos Comitês de Bacia, analisando sua relação com o futuro comitê da Bacia do Rio Uruguai.

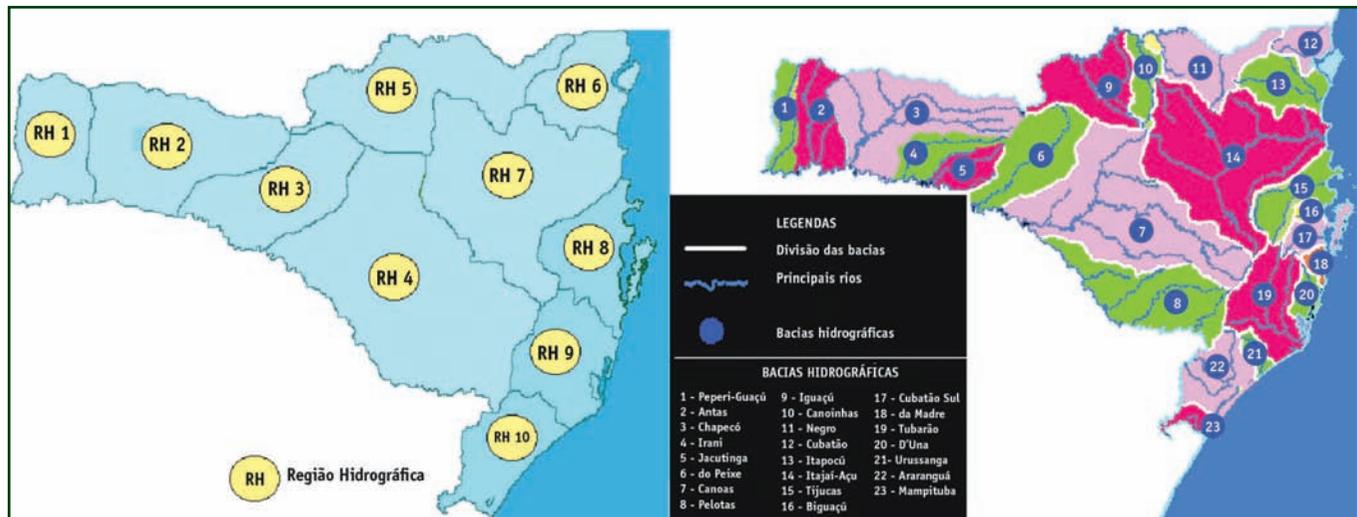
Primeiramente é interessante estabelecer um quadro comparativo entre as divisões adotadas pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH e pelos Sistemas Estaduais de Recursos Hídricos em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul da seguinte forma:

- No âmbito do PNRH, a divisão hidrográfica nacional sub-divide a Região Hidrográfica do Uruguai em dois níveis:
  - A subdivisão nível 1 (Sub 1) possui quatro unidades: Uruguai Alto, Uruguai Médio, Ibicuí e Negro;
  - E na subdivisão nível 2 (Sub 2) possui dez unidades: Pelotas, Canoas e Uruguai Nacional, conformando a Sub-bacia Uruguai Alto; Uruguai 1, Ijuí, Uruguai 2 e Quaraí, conformando a sub-divisão Uruguai Médio; Santa Maria e Uruguai 3, conformando a sub-divisão Ibicuí; e Negro, conformando a sub-divisão Negro.
- No âmbito do Sistema Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina, a vertente do rio Uruguai está dividida em quatro regiões hidrográficas com oito Bacias Hidrográficas, são elas:
  - Região Hidrográfica do planalto de Lages com as Bacias Hidrográficas do Rio Pelotas e do Rio Canoas;

- Região Hidrográfica do Vale do Rio do Peixe com as Bacias Hidrográficas do Rio do Peixe e do Rio Jacutinga;
- Região Hidrográfica do Meio Oeste com as Bacias Hidrográficas do Rio Chapecó e do Rio Irani; e
- Região Hidrográfica do Extremo Oeste com as Bacias Hidrográficas do Rio das Antas e do Rio Peperi-Guaçu.
- E no âmbito do Sistema Estadual de Recursos Hídricos no Rio Grande do Sul a Região Hidrográfica do Uruguai está dividida em dez Bacias Hidrográficas. São elas:

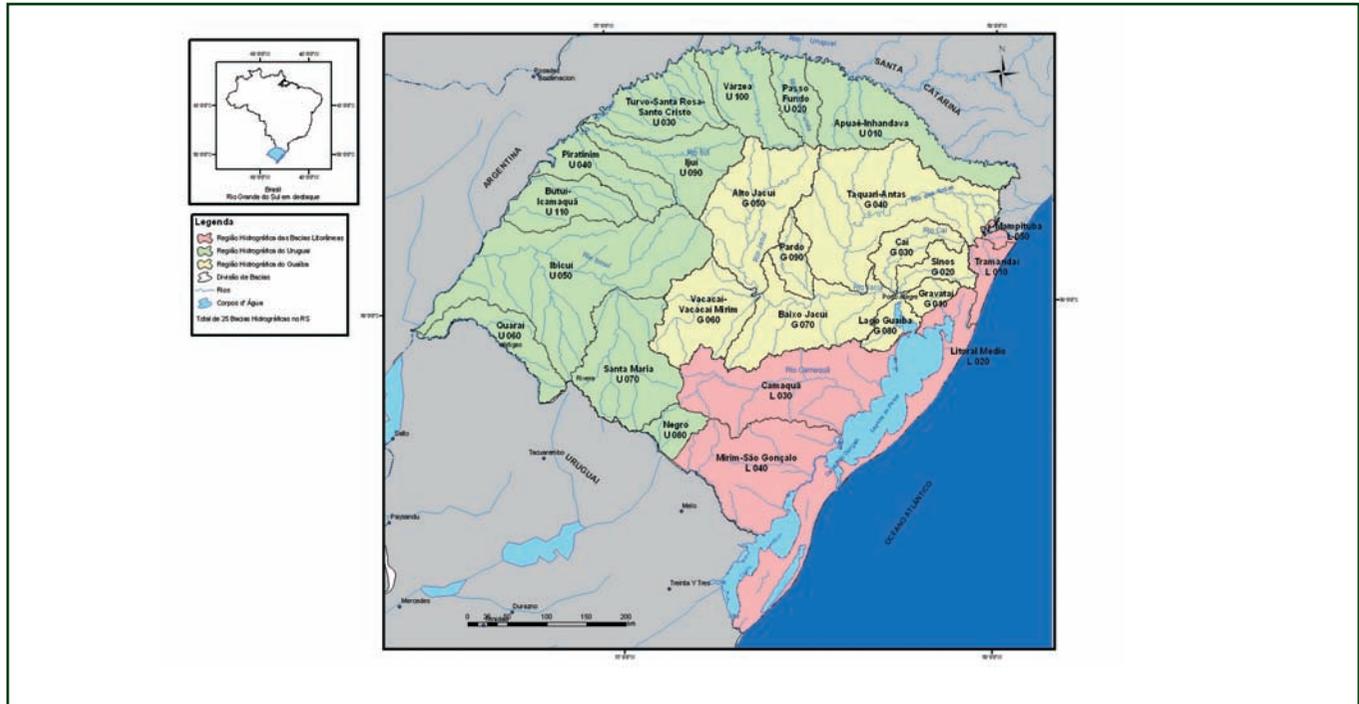
- BH dos Rios Apuaê – Inhandava
- BH do Rio Passo Fundo
- BH do Rio da Várzea
- BH dos Rios Turvo – Santa Rosa – Santo Cristo
- BH do Rio Ijuí
- BH dos Rios Butuí – Piratini – Icamaquã
- BH do Rio Quaraí
- BH do Rio Ibicuí
- BH do Rio Santa Maria
- BH do Rio Negro

Essas divisões dos sistemas estaduais de recursos hídricos de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul estão ilustradas nas Figuras 20 e 21. Na primeira delas, apresenta-se as duas divisões catarinenses, em regiões hidrográficas e em Bacias Hidrográficas. Já para o Rio Grande do Sul, as duas divisões são indicadas em uma só imagem.



Fonte: Diagnóstico Geral das Bacias Hidrográficas de Santa Catarina (SDM, 1997)

Figura 20 - Divisão de Santa Catarina em regiões e Bacias Hidrográficas



Fonte: DRH/Sema (RS)

Figura 21 - Divisão do Rio Grande do Sul em regiões e Bacias Hidrográficas

Comparando-se as divisões dos Estados com a divisão do PNRH percebe-se algumas diferenças, como pode ser obser-

vado no Quadro 59, onde as diversas divisões podem ser visualizadas lado a lado.

Quadro 59 - Comparação entre a sub-divisão da DHN do PNRH e as divisões dos Sistemas Estaduais de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina

Sub-bacias N1	Sub-bacias N2	SERH - RS	SERH - SC	
			Região Hidrográfica	Bacias
Uruguai Alto	Pelotas	Apuaê-Inandava	Planalto de Lages	Pelotas
	Canoas	-	Planalto de Lages	Canoas
	Uruguai Nacional	Apuaê-Inandava	Vale do Peixe	Peixe Jacutinga
		Passo Fundo	Meio Oeste	Chapecó Irani
Uruguai Médio	Uruguai 1	Turvo - Santa Rosa - Santo Cristo	-	-
	Ijuí	Ijuí		
	Uruguai 2	Butuí - Piratini - Icamaquã - Ibicuí		
	Quaraí	Quaraí - Ibicuí		
Ibicuí	Santa Maria	Santa Maria	-	-
	Uruguai 3	Ibicuí		
Negro	Negro	Negro	-	-

No Quadro 60 estão sintetizadas as principais ações e experiências no âmbito dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina quanto à implementação dos Sistemas Estaduais de Recursos Hídricos, apresentando também comentários sobre os Sistemas de Meio Ambiente, em ambos os casos, com ênfase nas instituições atuantes e nos instrumentos de planejamento e gestão.

No que se refere à legislação relativa a recursos hídricos nos Estados que compõem a porção brasileira da Bacia do Uruguai, encontram-se dispositivos regulamentados em leis e decretos. No Estado do Rio Grande do Sul, o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SERH) foi instituído em 1994, pela Lei Estadual n.º 10.350 e regulamentado pelos Decretos Estaduais n.º 37.033/1996, que dispõe sobre a Outorga da água no Estado, o Decreto n.º 37.034/1996, que trata da implantação dos comitês de gerenciamento de Bacias Hidrográficas, e pelo Decreto n.º 42.047/2002, que dispõe sobre as águas subterrâneas. No Estado de Santa Catarina existem duas leis estaduais que regulamentam a gestão dos recursos hídricos, a Lei n.º 9.022/1993 que institui o SERH, dispõe sobre os entes partícipes e suas atribuições e a Lei n.º 9.748/1994 que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e dispõe sobre os instrumentos de planejamento e gestão de Região Hidrográfica no Estado.

Os órgãos gestores dos Região Hidrográfica no Estado do Rio Grande do Sul são o Departamento de Recursos Hídricos - DRH e a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - Fepam, ambos integrantes da estrutura da Secretaria Estadual de Meio Ambiente - Sema. Quando da criação do Sistema, o DRH era órgão vinculado à Secretaria de Obras Públicas e Saneamento e a Fepam à Secretaria de Saúde e Meio Ambiente. Em 2000 houve a criação da Sema e aí os dois órgãos passaram a integrar a mesma Secretaria de Estado. Em verdade, a Fepam é o órgão ambiental do Rio Grande do Sul, porém a legislação de Região Hidrográfica a confere atribuições ligadas a gestão das águas.

No Estado de Santa Catarina os órgãos responsáveis pela gestão de Região Hidrográfica são a Diretoria de Recursos Hídricos (DRHI) da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável (SDS) e a Fundação do Meio Ambiente (FATMA), órgão ambiental, responsável pelo licenciamento e controle

ambiental. Há a intenção de promover a Diretoria, que já teve status de gerência, à posição de Departamento, funcionando como uma autarquia ligada à SDS. Assim procedendo, o Estado de Santa Catarina estaria repetindo, em âmbito estadual, a estrutura do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, que possui um órgão formulador de política (SRH/MMA) e outro que a implementa (ANA).

Santa Catarina e Rio Grande do Sul já têm o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH instituído e operando. No Rio Grande do Sul, o CERH foi instituído pelo Decreto n.º 30.132/1981, e depois reformulado, adaptando-o à legislação mais atual. Em Santa Catarina, o CERH foi instituído pela Lei Estadual n.º 6.739/1985, e também já passou por reformulações.

A interface com a sociedade é dada nos SERH, tanto do Rio Grande do Sul quanto em Santa Catarina, pela atuação dos comitês de gerenciamento de Bacia Hidrográfica (CGBH). Em território gaúcho, já se encontram formados os CGBH nas seguintes Sub-bacias: rios Apuaê e Inhandava; rio Passo Fundo; rio Várzea; rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo; rio Ijuí; rio Santa Maria; e rio Ibicuí. Faltando apenas os rios Butuí, Piratini e Icamauã e os de domínio da União: Quaraí e Negro.

Em Santa Catarina estão formados, na Região Hidrográfica do Uruguai, os comitês do rio das Antas e Bacias contíguas, do rio do Peixe, do rio Jacutinga e Bacias contíguas, do rio Canoas, e já está iniciado o processo de criação do comitê dos rios Chapecó e Irani. Falta apenas o processo no rio Peperi-Guaçu que é de domínio da União. Tanto no caso do Rio Grande do Sul como em Santa Catarina, o processo de formação de um comitê de Bacia é algo de exige a efetiva participação da sociedade da Bacia.

Sobre os instrumentos de gestão que hoje estão em funcionamento na Região Hidrográfica do Uruguai, verifica-se que há um convênio entre os Estados da Região Sul do país com o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) para elaboração dos Planos Estaduais de Região Hidrográfica. Ainda não há experiências quanto à elaboração de planos de Bacia, na região, em nenhum dos Estados. Há intenções de se realizar ações iniciais na Bacia do Rio Chapecó (SC) e já há um processo em andamento nas Bacias dos rios Santa Maria e Turvo (RS).

O enquadramento dos corpos de água em Santa Catarina foi estabelecido pela Portaria n.º 0024/1979, uma vez que a portaria é anterior as Resoluções do Conama que tratam do tema, este enquadramento deve ser visto com ressalvas. No Rio Grande do Sul a Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria já possui uma proposta apresentada pelo Comitê a Fepam e há o interesse de iniciar este processo na Bacia Hidrográfica do Rio Turvo.

Com relação à implantação do Sistema de Informações em Recursos Hídricos (SIRH): no Rio Grande do Sul, este se restringe a base cartográfica e banco de dados sobre outorga; em Santa Catarina esse instrumento encontra-se em estágio inicial de implantação.

A outorga de direito dos usos dos recursos hídricos está implantada na porção gaúcha da Região Hidrográfica Uruguai e ainda não há o instrumento no lado catarinense, porém, em algum tempo será iniciado um projeto piloto para sua implantação na Bacia do Rio do Peixe em Santa Catarina.

Não há experiência com a Cobrança pelo uso da água nas Bacias Hidrográficas componentes da Região Hidrográfica do Uruguai, quer por iniciativa da União ou de qualquer dos Estados. Não foi considerada aqui a contribuição do setor elétrico (0,75%) estabelecida pela Lei Federal n.º 9.984/2000, que é bastante significativa para a região. Quanto à cobrança, está em andamento um estudo-piloto na Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria (RS).

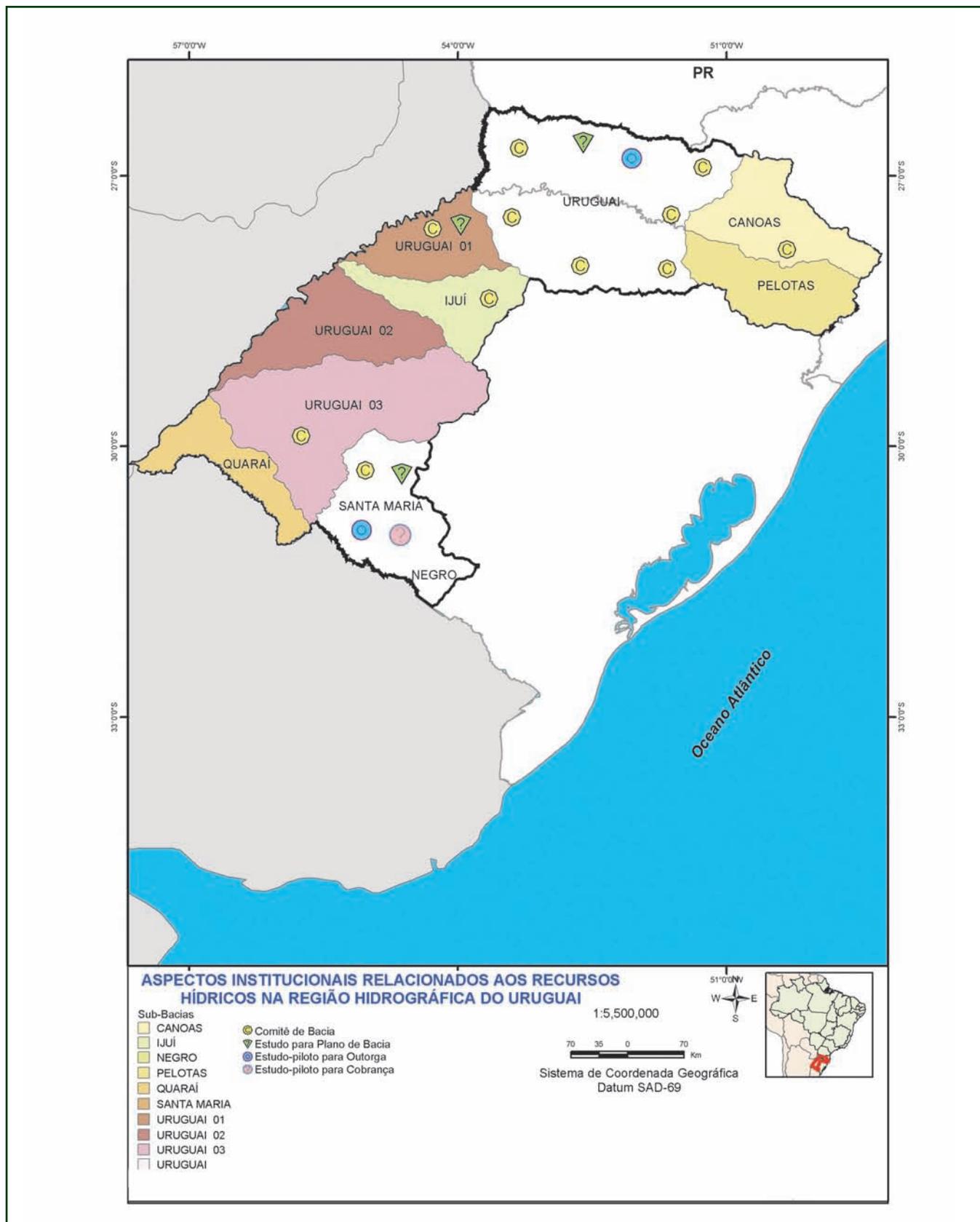
Assim, percebe-se que o Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos vem sendo gradativamente implementado, em ambos os Estados, desde a sua criação. É preciso notar que se trata de um processo lento e gradual, mas que avança em passos sólidos em direção ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos na Bacia.

Algo de que não se tem notícias, ainda, diz respeito à eficácia da aplicação de planos e programas elaborados. Ainda não se tem experiências com Planejamento de Recursos Hídricos na região, porém, em breve, haverá o Plano Nacional e os Planos Estaduais. Tem-se aí um grande desafio para buscar o desenvolvimento regional, a partir da água e seu uso adequado.

Quadro 60 - Quadro síntese da análise institucional do Sistema de Recursos Hídricos nos estados da Região Hidrográfica do Uruguai

Legislação	SC	RS
Lei das Águas	9.022/93 – SERH 9.748/94 – PERH	10.350/94
Regulamentação da Lei	Decretos para regulamentação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos e do Fundo de Recursos Hídricos	Decretos: 37.033/96 – outorga 37.34/94 – comitês 42.047 – águas subterrâneas
<b>Instituições</b>		
Órgão Gestor Recursos Hídricos	Diretoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável	Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria Estadual do Meio Ambiente
Órgão Ambiental	Fatma	Fepam
Conselho de Recursos Hídricos	Criados e em funcionamento	
Comitês de Bacia	Antas e bacias contíguas Jacutinga e bacias contíguas Peixe Canoas Iniciando a criação do Chapecó e Irani	Apuaê – Inhandava Passo Fundo Várzea Turvo, Santo Rosa e Santo Cristo Ijuí Santa Maria Ibicuí
Agências de Água	Não	Não
<b>Instrumentos</b>		
Plano Estadual de Recursos Hídricos	Início da elaboração (convênio com a FNMA)	
Planos de Bacia	Não (vai iniciar no Chapecó)	Não (ações de Planejamento no Turvo e Santa Maria)
Enquadramento	Portaria 0024/79	Santa Maria e vai iniciar no Turvo
Sistema de Informações em Região Hidrográfica	Em implantação	Restringe-se à base cartográfica e banco de dados sobre outorga
Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos	Não. Vai fazer piloto na Bacia do Peixe	Sim
Cobrança pelo Uso da Água	Não	Não. Estudo na Bacia do Santa Maria

A Figura 22 indica a espacialização da informação apresentada no quadro acima.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 22 - Aspectos institucionais na Região Hidrográfica do Uruguai

## 5 | Análise de Conjuntura

A partir das informações apresentadas no capítulo 4 que constroem um panorama de como a Região Hidrográfica do Uruguai chegou até o presente momento, é chegada a hora de olhar para frente. Neste processo de análise de conjuntura importa identificar os condicionantes para o aproveitamento dos recursos hídricos da região e avaliar as necessidades de aperfeiçoamento do processo de gestão.

A definição desses condicionantes partiu do balanço entre disponibilidades e demandas, da caracterização dos conflitos de uso da água e da identificação dos principais problemas em áreas críticas, sempre sob a ótica da utilização da água, estabelecendo uma correlação com os outros fatores estudados: as atividades produtivas instaladas, o crescimento demográfico da região, e as restrições ambientais vigentes ou impostas pelo ecossistema.

Para cumprir estes objetivos, o capítulo é dividido em três partes:

- **Principais problemas de eventuais usos hegemônicos da água:** item que se propõe a identificar e descrever os principais problemas decorrentes de um eventual uso hegemônico ou quase hegemônico das águas, que impeçam ou limitem a sua utilização para outros fins.
- **Principais problemas e conflitos pelo uso da água:** identificando cenários de conflitos e disputas pelo uso da água, sob o aspecto quantitativo, a partir do cotejo entre as demandas atuais e as disponibilidades quantitativas de água.
- **Vocações regionais e seus reflexos sobre os recursos hídricos:** considerando as análises retrospectivas e avaliações de conjuntura empreendidas, identificar a vocação econômica regional e os conseqüentes reflexos sobre os recursos hídricos a curto e médio prazos. Deve-se levar em consideração as principais políticas, planos e programas com rebatimentos na região, que tenham reflexos sobre os recursos hídricos.

### 5.1 | Principais Problemas de Eventuais Usos Hegemônicos da Água

Quanto a uma avaliação de usos hegemônicos na região do Uruguai, fica evidente a ocorrência de usos preponderantes que são realizados seguindo as vocações regionais, condicionadas pelos próprios fatores físicos e ambientais dominantes. Avaliar os problemas decorrentes desses usos é o objetivo a que se destina esta parte do Estudo Regional.

Conforme bem caracterizado no capítulo 4 (item 4.6), ao longo do tempo dois usos preponderantes se estabeleceram na Região Hidrográfica: a geração de energia no trecho alto e a irrigação de arroz no baixo trecho médio. Há ainda que se considerar a presença do abastecimento público e animal que se desenvolve por toda a Bacia, bem como a irrigação de outras culturas (soja e milho) na faixa de transição entre os dois trechos citados acima.

O uso para geração de energia elétrica não chega a se configurar como um uso hegemônico, a ponto de impedir outros usos, uma vez que esta demanda é classificada como não consuntiva. Os maiores problemas da exploração do potencial energético da Bacia, se reflete nos impactos ambientais da implantação das usinas.

Estes impactos têm causado sérias discussões entre a sociedade e os representantes do setor elétrico. Em caso recente, a implantação da UHE de Barra Grande, no rio Pelotas, marcou sobremaneira este intenso processo de negociação, conforme citado anteriormente. Parte destes problemas também se refere ao relacionamento com os atingidos pelas obras.

Quanto à limitação de outros usos da água, neste caso dois seriam os mais prejudicados: a navegação, porém o rio Uruguai não apresenta viabilidade para navegação comercial de grande porte, devido a sua conformação com leito rochoso que apresenta saltos; e a preservação ambiental da ictiofauna, que pode ter seus estoques reduzidos pelos impactos das intervenções sobre as espécies de piracema.

Em relação à busca por soluções, está por iniciar, o traba-

lho de “*Avaliação Ambiental Integrada (AAI) dos Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai*” a ser contratado pela Empresa de Pesquisas Energética ligada ao Ministério de Minas e Energia (EPE/MME), sob acompanhamento do Ministério do Meio Ambiente.

O outro uso hegemônico identificado é a irrigação de arroz nas Sub-bacias dos Rios Ibicuí e Quaraí, no baixo trecho médio da Região Hidrográfica. Neste caso, a preponderância deste uso tem gerado limitações aos demais, principalmente ao abastecimento público.

Em verdade, a disponibilidade hídrica das Bacias não é suficiente para atender a demanda instalada, de modo que é notório que problemas decorrentes desta prática surgirão. Além dos conflitos com o abastecimento humano, a própria manutenção dos ecossistemas aquáticos fica prejudicada, uma vez que as condições de exploração de rios, como o Santa Maria, por vezes chegam a derivar toda a sua vazão, fazendo aparecer o leito seco do rio.

A busca por soluções para estas questões passa por uma das duas alternativas apresentadas a seguir, ou sua aplicação conjunta:

- deve ser buscada uma forma de controle e uso racional da água na Bacia, visando a redução das demandas;
- deve ser elaborado um programa de investimentos em regularização de vazões nas áreas problemáticas de modo a promover um incremento na disponibilidade hídrica das Bacias.

Ações desta natureza já vêm sendo buscadas na Bacia do Rio Santa Maria, e devem servir de exemplos para as demais Sub-bacias das áreas que apresentam problemas no balanço hídrico.

Uma outra linha de atuação para a solução deste problema, passa por uma avaliação das efetivas potencialidades dos mananciais subterrâneos da região visando atender as demandas de abastecimento e quicá da irrigação.

## 5.2 | Principais Problemas e Conflitos pelo Uso da Água

Partindo do quadro comparativo entre disponibilidade e demanda, apresentado no item 4.6, é possível identificar as Sub-bacias que apresentam os problemas mais significativos do ponto de vista da análise quantitativa das águas superficiais.

Os resultados apontam para a conclusão de que no trecho alto e no início do trecho médio (Sub-bacias Pelotas, Canoas, Uruguai Nacional, Uruguai 1 e Ijuí) não há problemas quantitativos uma vez que as demandas são inferiores a 10% da disponibilidade.

Nas demais Bacias, onde ocorre a utilização dos recursos hídricos para irrigação de arroz (Ibicuí, incluindo o Santa Maria, e

Quaraí), os percentuais aumentam chegando a demanda a superar a disponibilidade na área de maior concentração do uso. Nas Sub-bacias Uruguai 2 e Negro, o percentual é de cerca de 70%, o que já é um nível alarmante. Na Bacia Quaraí, a demanda se aproxima do dobro da disponibilidade, o que indica que a irrigação está comprometida. Mesmo que as demandas fossem comparadas às vazões médias os percentuais já seriam alarmantes.

Quanto à qualidade das águas, os conflitos referem-se às áreas críticas apresentadas no item 4.2, devido aos dejetos da suinocultura, do esgotamento sanitário, dos efluentes industriais e da potencial contaminação por agrotóxicos.

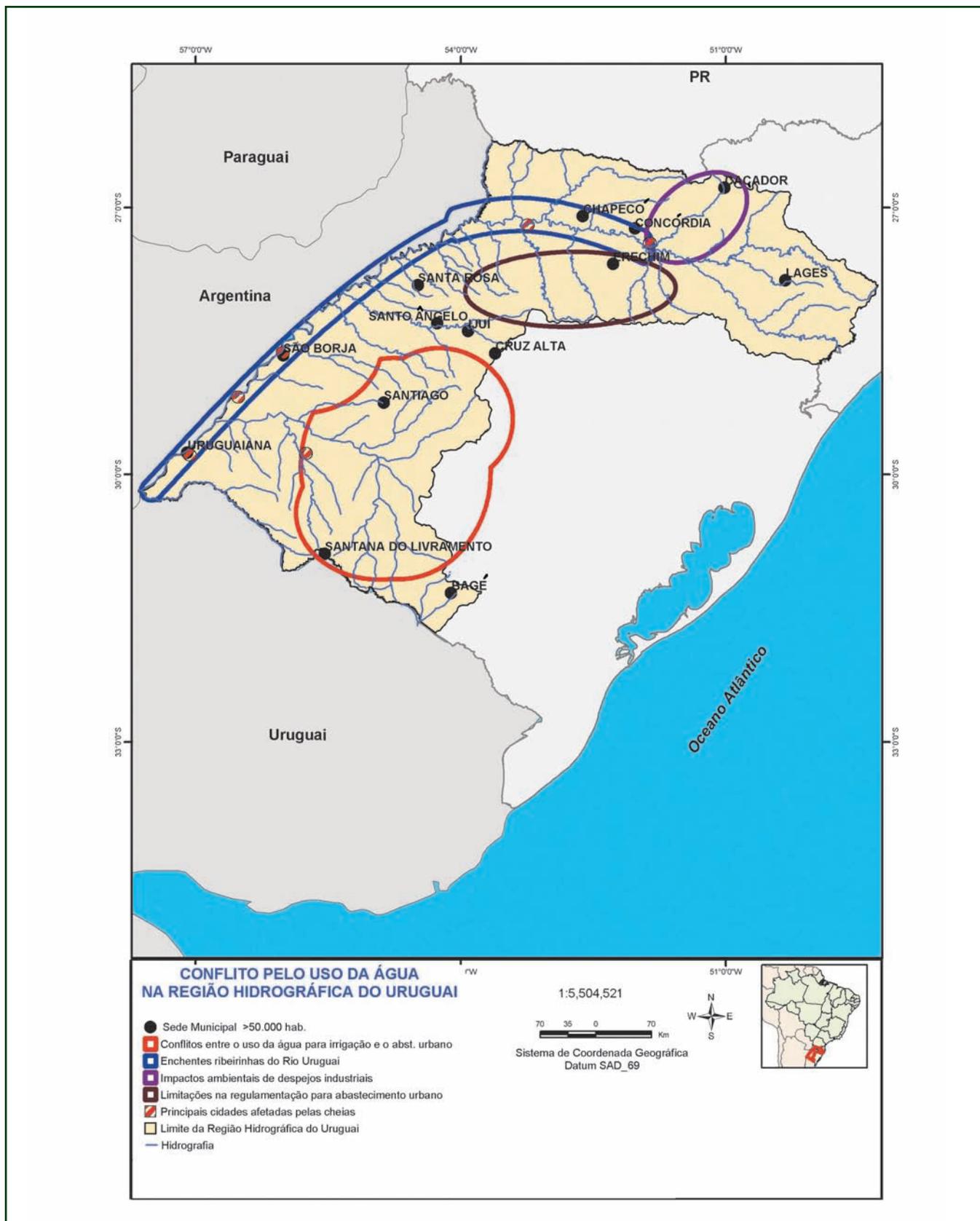
A partir deste contexto quali-quantitativo é possível caracterizar os principais conflitos, existentes ou potenciais, quanto ao uso dos recursos hídricos na Bacia do Rio Uruguai. A Figura 23 apresenta estes conflitos de forma esquemática sobre a Região Hidrográfica. São eles:

### 5.2.1 | Abastecimento Público x Irrigação (e Irrigação x Irrigação)

- Nas Bacias dos rios Ibicuí (incluindo o Santa Maria) e Quaraí ocorre, com frequência, uma situação conflitiva entre o atendimento das necessidades de irrigação do arroz e de abastecimento urbano, os conflitos neste caso também se configuram como intra-setoriais, uma vez que entre os próprios irrigantes os conflitos já se prenunciam.
- Este conflito também tem seu componente qualitativo no que diz respeito à qualidade para o uso humano.
- Com o aumento populacional, associado a expansão da atividade orizícola esta situação tende a agravar-se, sempre que não se amplie a capacidade de regularização.
- Este conflito pode ser classificado como sendo de **alto risco de atendimento à demanda**.

### 5.2.2 | Implantação de empreendimentos hidrelétricos (Alto Uruguai)

- Como mencionado no item anterior, a implantação de novos aproveitamentos hidrelétricos, já previstos, provoca uma significativa interferência no regime fluvial da Bacia como um todo, podendo produzir alterações ambientais também expressivas.
- Este conflito não é um conflito quantitativo, de modo que a classificação quanto ao risco de atendimento a demanda não se aplica.



Fonte: Bases do PNRH (2005); FGV (1998)

Figura 23 - Conflitos de uso da água na Região Hidrográfica do Uruguai

### 5.2.2 | Lançamento de Efluentes:

- Na Sub-bacia Uruguai Alto, nas áreas próximas aos rios Peperi-Guaçu, das Antas, Chapecó, Irani, Jacutinga, do Peixe e Canoas, o transporte, a diluição e a assimilação dos efluentes urbanos, rurais (suíno e avicultura intensivos) e industriais (produção de celulose) apresentam uma situação conflitiva com o abastecimento das populações e outros aspectos sanitários importantes, além de desatender à conservação ambiental.
- Em toda a Bacia, em especial na Sub-bacia Uruguai Alto, pois concentra as maiores cidades, os centros urbanos que não possuem sistemas de esgotamento sanitário também se constituem em importante foco deste conflito.
- Estes não são conflitos quantitativos, de modo que a classificação quanto ao risco de atendimento a demanda não se aplica.

### 5.3 | Vocações Regionais e seus Reflexos sobre os Recursos Hídricos

#### *A Água e o Desenvolvimento Regional*

Na Bacia do Rio Uruguai, os recursos hídricos representam importantes indutores do desenvolvimento regional, cabendo destacar os seguintes segmentos ou contextos socioeconômicos correlacionados mais diretamente à disponibilidade de água:

- desenvolvimento Urbano;
- produção de Energia;
- produção Agrícola.

A relação entre desenvolvimento urbano e disponibilidade hídrica é íntima e se dá através das seguintes formas: atendimento da demanda doméstica e industrial e transporte, diluição e assimilação dos efluentes urbanos. Além disto, aspectos como a drenagem urbana, o controle de inundações e a contaminação das águas subterrâneas e superficiais pela lixívia proveniente dos resíduos sólidos (lixo) merecem ser considerados no mesmo contexto de utilização e preservação dos recursos hídricos.

A produção de energia, a partir de aproveitamentos hidre-

létricos no rio Uruguai e afluentes já se comporta, e tende a se intensificar, como o principal indutor do desenvolvimento regional. Este prognóstico já havia sido previsto em 1998 pela FGV, que se justificou pelas seguintes razões:

- os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, de expressiva participação no contexto econômico nacional, recebem energia de outras regiões do país, configurando uma situação de dependência paradoxal ante a vocação energética da Bacia;
- o rio Uruguai tem uma das maiores capacidades de energia por unidade de área do país, devido a sua grande disponibilidade hídrica e de quedas naturais aptas para o aproveitamento hidrelétrico, apresentando potencial até mesmo para tornar-se uma região exportadora de energia;
- as diferentes características dos regimes hidrológicos da Bacia do Rio Uruguai e daquelas contíguas (rio Paraná e afluentes) permitem uma complementaridade, com ganho recíproco do sistema gerador integrado já que a maioria das usinas deste sistema estão na Região Sudeste;
- além disto, no contexto da interligação dos sistemas elétricos do Cone Sul, tendo como pano de fundo o processo de integração em curso (Mercosul), confere importância estratégica à Bacia do Rio Uruguai, principalmente pela implantação do Aproveitamento Hidrelétrico de Garabi (Brasil/Argentina).

Finalmente, o setor agropecuário, de fundamental importância no contexto econômico da Bacia do Rio Uruguai, está representado mais fortemente pelo cultivo do arroz irrigado, no que se refere ao uso de recursos hídricos. Por exemplo, nas Sub-bacias Ibicuí (incluindo Santa Maria) e Quaraí, no extremo sul da área de Estudo, o consumo de água para a irrigação da lavoura orizícola representa, em termos médios, mais de 95% da demanda total (DRH/SEMA/RS, 2002). Assim, a disponibilidade de água em condições adequadas de regularização, é decisiva para a sustentação do agronegócio do arroz, com significação não só nos cenários local e estadual, mas mesmo no âmbito nacional e internacional, devido a proximidade da fronteira com a Argentina.

De outro lado, o desenvolvimento de outros setores agro-

pecuários tais como os referentes aos chamados cultivos de sequeiro (milho, soja, sorgo, olericultura, entre outros) e a criação intensiva de animais (não só suínos e aves, mas também bovinos e ovinos) aponta para a necessidade de ampliar a oferta de recursos hídricos.

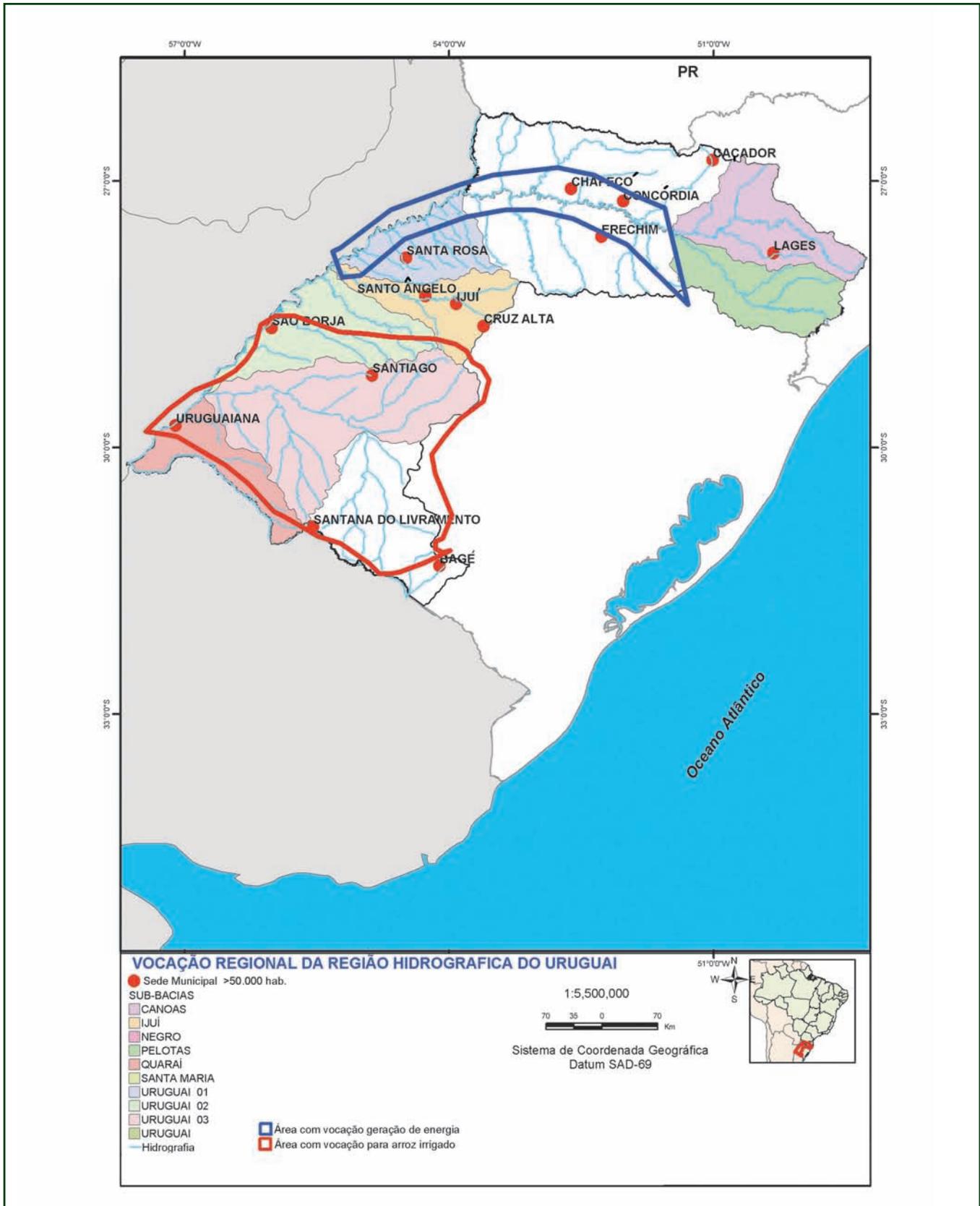
Buscando soluções para atender as demandas por água do setor agropecuário, e também para o abastecimento urbano e industrial, deve-se buscar suprimento nos mananciais subterrâneos disponíveis na Bacia.

Ressalta-se que parte do contexto é comum à Região Hidrográfica Atlântico Sul: potencial energético nas Bacias do Jacuí e Taquari, cultivo de soja e trigo no trecho alto do rio Jacuí, irrigação de arroz em todo o litoral gaúcho e catariense. Assim, é possível a construção de programas conjunto para o desenvolvimento das duas regiões hidrográficas, pois serviriam como programas de desenvolvimento para os dois Estados envolvidos.

Estas vocações regionais foram espacializadas na Figura 24.

### ***A Água e o Contexto Ambiental***

Neste contexto da água como um limitante para o desenvolvimento, respeitando as vocações regionais, há ainda que se considerar o contexto ambiental que cerca a gestão de recursos hídricos. Esta análise foi realizada, com detalhes, no trabalho da FGV (1998) e é aqui resgatada, uma vez que não há nenhum estudo mais atual que tenha se proposto a desenvolver esta análise.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 24 - Vocações regionais da Região Hidrográfica do Uruguai

A Bacia do Rio Uruguai, em território brasileiro, abrange extensas áreas, o que inclui vários ecossistemas bem definidos, interligados por zonas de transição características, apresentando expressiva diversidade ecológica, como caracterizado no item 4.3. A ampla disponibilidade de recursos hídricos, aliada a um conjunto de condições fisiográficas favoráveis, tornaram possível a natural formação de ecossistemas com grande riqueza de espécies, tais como as matas de galerias.

Os ecossistemas aquáticos, também com alta diversidade em geral, não apresentam, no topo da cadeia trófica, uma ictiofauna produtiva, principalmente em razão das baixas temperaturas da água no Alto Uruguai.

Num primeiro momento do processo de ocupação da região, os principais usos dos recursos hídricos referiam-se diretamente ao atendimento das necessidades imediatas das populações e as atividades vinculadas à pecuária extensiva então praticada. Posteriormente, desenvolveu-se o cultivo do arroz irrigado no Médio Uruguai, nos dois lados da fronteira Brasil/Argentina, entre São Borja e Quaraí; a pecuária bovina e ovina mais intensiva, bem como, outras culturas de sequeiro (soja, milho, trigo) desde as nascentes até a fronteira com a República Oriental do Uruguai; e, nos últimos 25 anos, a criação intensiva de suínos e aves, desde o noroeste gaúcho até o oeste catarinense, associada a atividades agroindustriais correlatas.

Em geral, as preocupações com a preservação do equilíbrio das comunidades aquáticas e de conservação da vida aquática não foram devidamente consideradas e valorizadas na região, observando-se ao longo do tempo um processo de degradação destes ambientes. Este processo, em algumas áreas da Bacia, ganha maior dimensão com a contaminação intensa, por nitratos e coliformes fecais, dos sistemas aquáticos.

O desmatamento para a expansão da fronteira agropecuária e para a extração madeireira, principalmente no Alto Uruguai, teve como consequência o aumento do escoamento superficial das águas, ampliando os processos erosivos. Neste contexto, a contaminação ambiental por fontes rurais difusas, o manejo inadequado dos recursos de terra e água com a prevalência de práticas agrícolas inconvenientes ganham importância pelo transporte de nutrientes dos solos e dos excedentes de insumos (adubos químicos, defensivos), podendo provocar a desaparecimento de importantes espécies da flora e fauna aquática. Em algumas situações de estresse ambiental, a ictiofauna já apresenta teores de metais acima dos permitidos pela OMS, mostrando que a lixiviação dos solos e a contaminação das chuvas já estão pressionando o equilíbrio das comunidades aquáticas.

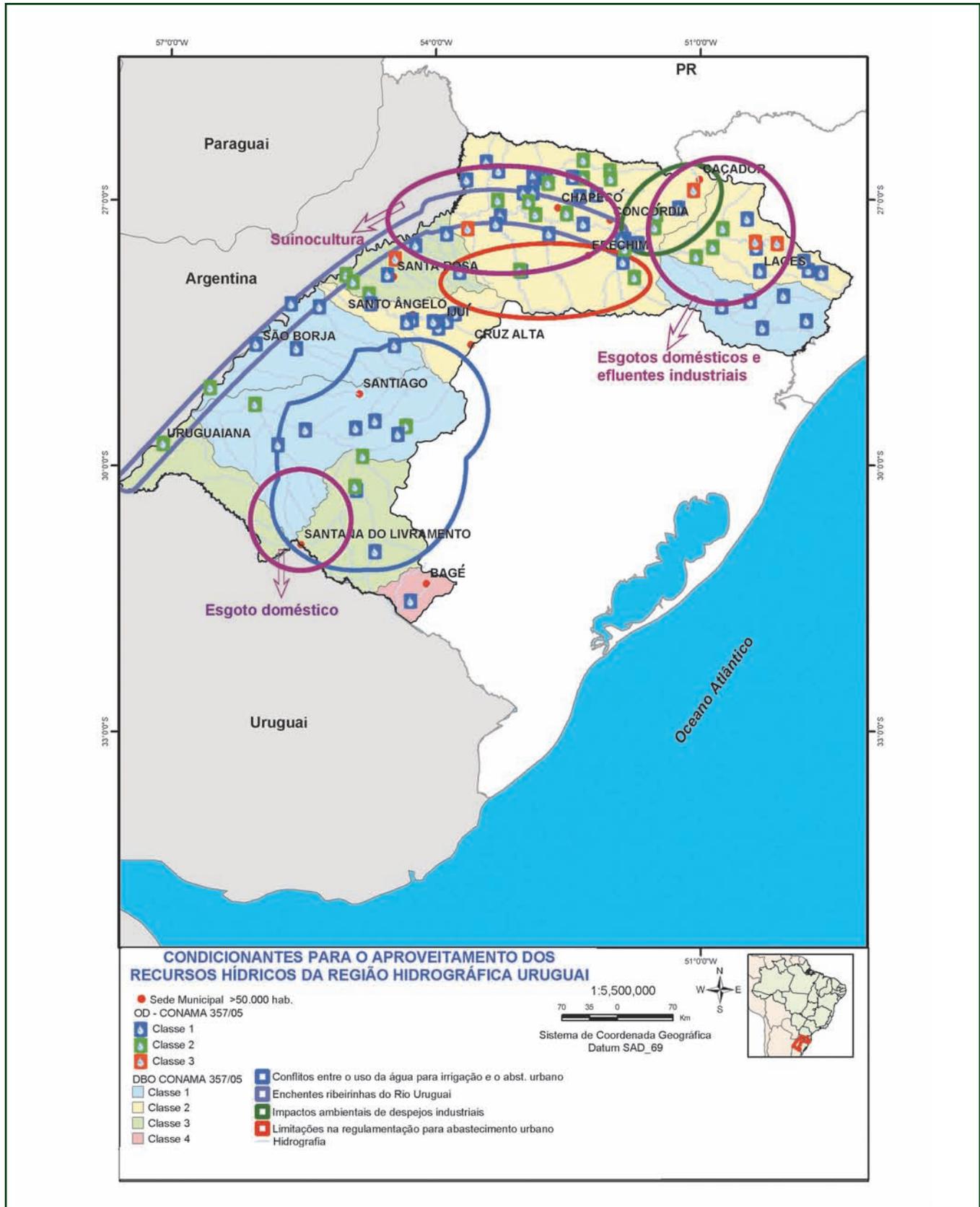
Com os aproveitamentos hidrelétricos projetados, os ecossistemas de matas de galeria nos fundos dos vales serão grandemente afetados. De outro lado, nestes reservatórios as diferentes substâncias dissolvidas (nutrientes e defensivos agrícolas, cargas orgânicas ou não de efluentes urbanos e industriais, produtos da lixiviação dos solos, entre outros) irão sofrer transformações, que vão desde o decaimento da matéria orgânica e dos indicadores de contaminação sanitária até a bioacumulação de defensivos e compostos orgânicos industriais, hormônios e metais traços pelo plâncton e pela ictiofauna.

Ainda que as tecnologias de tratamento tenham avançado bastante nos últimos anos (ultrafiltração e absorção), o abastecimento público, de animais e as águas de processamento industrial, notadamente na área de bebidas, leite e alimentos, poderão ser bastante prejudicados pelas alterações de qualidade da água dentro dos reservatórios. Pelo aumento dos níveis piezométricos decorrentes da implantação dos reservatórios, a contaminação das águas superficiais pode se transferir para os aquíferos contíguos.

Assim, sintetiza a FGV (1998), na Bacia do Rio Uruguai são identificados os seguintes problemas principais:

- falta de capacidade de regularização de vazões para minimizar os problemas de suprimento de água às cidades localizadas nas cabeceiras de afluentes do rio Uruguai e para evitar o conflito de uso entre abastecimento urbano e irrigação;
- degradação da qualidade das águas superficiais em algumas áreas (por exemplo, próximas aos rios Chapecó e Jacutinga) e a perda de mananciais de abastecimento próximos a centros urbanos;
- inundações em áreas ribeirinhas conseqüentes de cheias naturais (basicamente no rio Uruguai) e a tendência de maior ocupação destas áreas pelo processo de urbanização desenfreada;
- a falta de melhor avaliação dos impactos potenciais devidos aos futuros aproveitamentos hidrelétricos, tanto quanto aos aspectos ambientais como socioeconômicos envolvidos;
- conflitos de uso da água, críticos, entre o abastecimento urbano e a irrigação do arroz, nas Sub-bacias dos rios Ibicuí e Quaraí;
- degradação dos solos devido a práticas agrícolas e o manejo inadequado dos recursos naturais nas áreas rurais.

Estas condicionantes estão expressas, especialmente, na Figura 25.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 25 - Condicionantes para o aproveitamento dos recursos hídricos

## 6 | Espacialização

Este item tem o objetivo de espacializar a informação levantada em uma figura-síntese (Figura 26), de forma a apresentar, de maneira sucinta e integrada, um panorama

que permita o estabelecimento das correlações possíveis e a explicitação de conflitos e de potencialidades quanto aos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Uruguai.

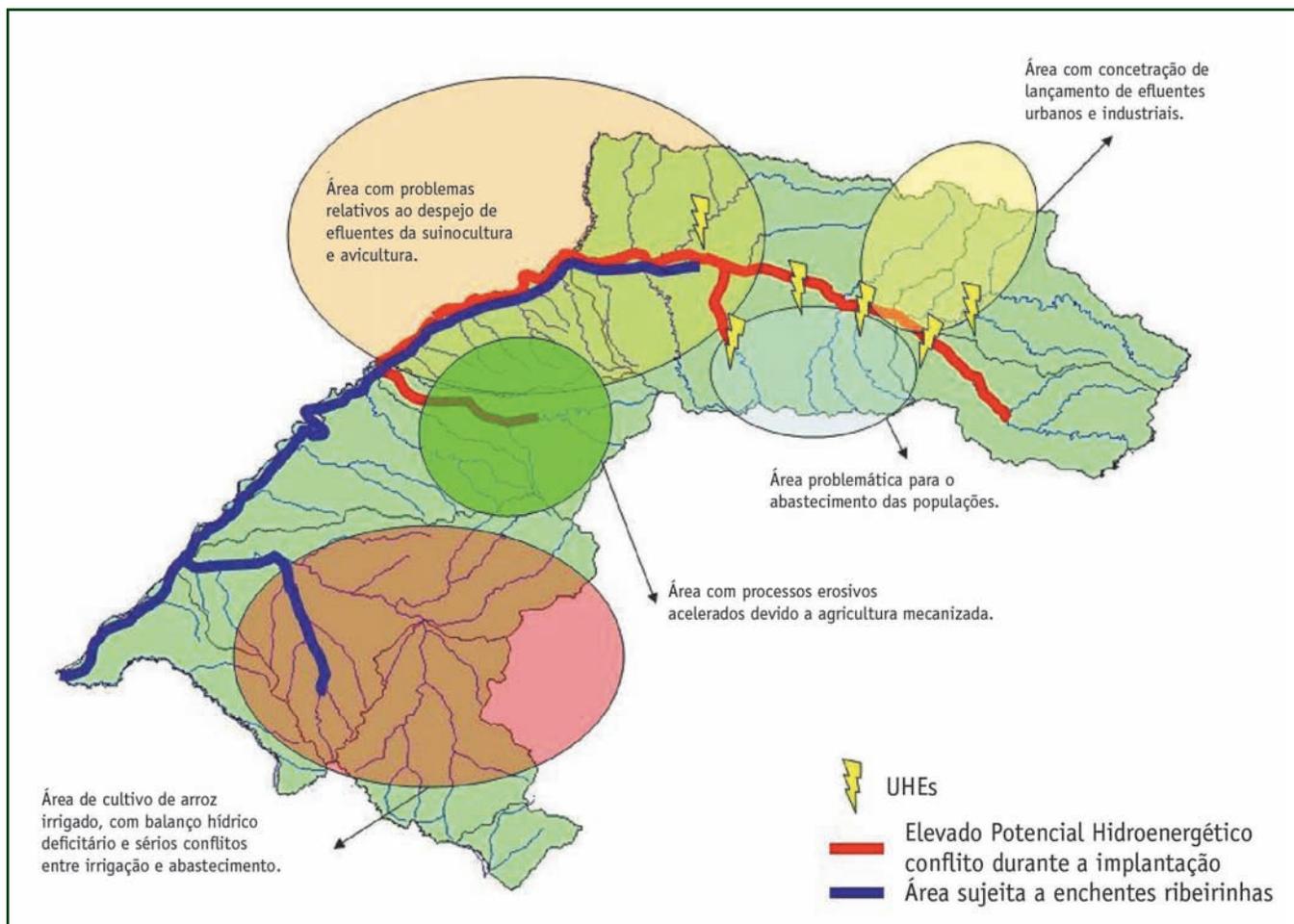


Figura 26 - Figura-Síntese da Análise Integrada da Região Hidrográfica do Uruguai



## 7 | Conclusões

A partir do conhecimento das características aqui expostas para a Região Hidrográfica do Uruguai, pode-se concluir que a região é marcada pelas características apresentadas abaixo.

- Toda a Bacia é extremamente dependente da agricultura, mesmo nas regiões de concentração industrial, esta é de transformação de produtos agrícolas.
- Caracterizam-se duas regiões distintas quanto aos usos da água, com uma transição gradual entre elas: o trecho alto da Bacia é marcado pelo elevado potencial hidroenergético, enquanto que no baixo trecho médio do rio, ocorre a irrigação de arroz. Na zona de transição ocorre o cultivo de soja e milho, acompanhado da criação de suínos e aves.
- O abastecimento público é marcante em toda a Bacia, uma vez que as maiores cidades estão bem distribuídas, ocorrendo conflitos quantitativos no extremo norte e no baixo trecho médio, e conflitos qualitativos também no extremo norte e no alto trecho médio.
- Os problemas ambientais mais significativos são: o lançamento de dejetos dos centros urbanos (espalhados por toda a Bacia), o lançamento de efluentes industriais no extremo norte e as cargas provenientes de suinocultura que se localizam no baixo trecho alto e no alto trecho baixo.
- Há ainda o risco potencial de contaminação pela elevada quantidade de agrotóxicos utilizados nas lavouras, tanto no caso do arroz, como da soja e milho;
- As enchentes ribeirinhas, mesmo sendo bem conhecidas, continuam assolando a população que vive mais próximo ao rio Uruguai ou alguns de seus afluentes.

- Os conflitos decorrentes de implantação das usinas de geração hidroelétrica também se constituem num problema de gravidade elevada para a região.

Assim, este relatório se constitui no Estudo Regional da Região Hidrográfica do Uruguai, que agora fica à disposição da Comissão Executiva Regional, do Ministério do Meio Ambiente e da sociedade, para que possam melhor conhecer a realidade da região estudada.



# Referências

- ARAÚJO, L.M.; FRANÇA, A.B.; POTTER, P.E. *Hydrogeology of the Mercosul aquifer system in the Paraná and Chaco-Paraná basins, South America, and comparison with the Navajo-Nugget aquifer system*. Estados Unidos da América, **Hydrogeology Journal**, n. 7, p. 317-336, 1999.
- \_\_\_\_\_. **Aqüífero Gigante do Mercosul no Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai**: mapas hidrogeológicos das formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Misiones e Tacuarembó. [S.l.]: Universidade Federal do Paraná / Petróleo Brasileiro S/A, 1995. 16 p.
- BITTENCOURT, A.V.L.; ROSA FILHO, E.R.; HINDI, E.C.; BUCHMANN FILHO, A.C. A influência dos basaltos e de misturas com águas de aquíferos sotopostos nas águas subterrâneas do sistema aquífero Serra Geral na Bacia do Rio Piquiri, Paraná – BR. **Revista Águas Subterrâneas**, n. 17, p. 67-75, 2003.
- BRASIL. Ministério do Meio-Ambiente. Secretaria Recursos Hídricos. **Base Físico-Territorial do Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: SRH/MMA, 2005. 3 CD-ROM.
- BRASIL. Ministério do Meio-Ambiente. Agência Nacional de Águas. **Cadernos de recursos hídricos: Disponibilidade e Demanda de Recursos Hídricos no Brasil** / Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – Agência Nacional de Águas. Brasília: TDA Desenho & Arte Ltda, 2005. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/pnrh\\_novo/documentos/01%20Disponibilidade%20e%20Demandas/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf](http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/documentos/01%20Disponibilidade%20e%20Demandas/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf).
- BRASIL. Ministério do Meio-Ambiente. Agência Nacional de Águas. **Cadernos de recursos hídricos 1: Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil** / Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – Agência Nacional de Águas. Brasília: TDA Desenho & Arte Ltda, 2005. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/pnrh\\_novo/documentos/02a%20Panorama%20da%20Qualidade%20%C1guas%20Superficiais/VF%20Caderno%20QualidadeAgua.pdf](http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/documentos/02a%20Panorama%20da%20Qualidade%20%C1guas%20Superficiais/VF%20Caderno%20QualidadeAgua.pdf).
- BRASIL. Ministério do Meio-Ambiente. Agência Nacional de Águas. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: Documento Base de Referência**. Brasília: [S.l.], 2003. 383 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria Recursos Hídricos/Fundação Getúlio Vargas. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: SRH/MMA/FGV, 1998. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Delegacia Federal de Agricultura do Rio Grande do Sul. **Inventário de recursos hídricos e de possíveis locais de barramentos para fins de irrigação na parte norte do Rio Grande do Sul. 1ª etapa: inventário de Bacias Hidrográficas**. Vol.1: estudos básicos multidisciplinares. Relatório de consultoria elaborado pela UFSM no âmbito do Termo de Cooperação MAPA – UFSM n.º 001/2002. [S.l.]: 2002 (não publicado)
- BUCHMANN FILHO, A.C.; ROSA FILHO, E.F.; HINDI, E.C.; *et al.* Aspectos da química da água subterrânea da Formação Serra Geral no âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri – PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., Florianópolis, 2002. **Anais...** Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.
- CAMPOS, H.C.N.S. *Modelación conceptual y matemática del Acuífero Guaraní, Cono Sur*. **Acta Geológica Leopoldensia**, n.23, v.4, p. 3-50, 2000 (Série Mapas 4).
- CENTRAIS ELÉTRICAS DO SUL DO BRASIL S.A.; CONSÓRCIO NACIONAL DE ENGENHEIROS CONSULTORES S.A. **Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai** – Estudo de Inventário Hidroenergético. [S.l.]: 1979.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto a Borda Leste da Bacia do Paraná: Integração Geológica e Avaliação Econômica**. Rel. final, vol.I – texto. [S.l.]: 1986.
- EGLER, Cláudio A.G. **Mudanças Recentes no Uso e na Cobertura da Terra no Brasil**. [Rio de Janeiro]: LAGET-UFRJ, 2002.
- EVA, H.D.; MIRANDA, E.E. de; DI BELLA, C.M.; *et al.* *A vegetation map of South America*. Embrapa/Comissão Européia: Itália, 2002.
- FREITAS, Marcos A. de *et al.* Mapa hidrogeológico do Rio Grande do Sul: um avanço no conhecimento das águas subterrâneas no estado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13., 2004. [S.l.]. **Anais eletrônicos...** [S.l.], 2004. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/rehi/congresso/mapa\\_hidro\\_rs.pdf](http://www.cprm.gov.br/rehi/congresso/mapa_hidro_rs.pdf).

- \_\_\_\_\_. (Org.). **Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina** – Projeto Oeste de Santa Catarina / Organizado por Marcos A. de Freitas; Bráulio R. Caye; José L. F. Machado. Porto Alegre: CPRM/SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI, 2003. 100 p.
- \_\_\_\_\_.; CAYE, B.R.; MACHADO, J.L.F.; *et al.* Água subterrânea: um recurso vital para o Oeste Catarinense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., Florianópolis, 2002. **Anais...** Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.
- FÚLFARO, V.J.; GAMA JR., E.; SOARES, P.C. **Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná**. São Paulo: Paulipetro, 1980. [Rel. interno].
  - FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Proposta elaborada para o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, de acordo com o Contrato Administrativo N° 003/96. [S.l.]: 1998.
  - GEO BRASIL. O Estado dos Solos. In: **O Estado do Meio Ambiente no Brasil**. [S.l.]: [S.l.], 2002. [Documento eletrônico].
  - HAUSMAN, A. Províncias Hidrogeológicas do Estado do Rio Grande do Sul. **Acta Geológica Leopoldensia**, 1995 (Série Mapas 2).
  - HOLTZ, M; DE ROS, L.F. (Ed.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000. 444 p.
  - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento de recursos naturais**: folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro:IBGE, 1986 (Vol.33).
  - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Portaria n. 37/1992. [Disponível online].
  - INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS. Identificação das alternativas possíveis e prováveis para regularização das vazões do rio Gravataí: Relatório Final. Porto Alegre: IPH/CPRM, 2002. 207 p.
  - MACHADO, J. L. F.; FACCINI, U. F. Influência dos falhamentos regionais na estruturação do Sistema Aquífero Guarani no estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13., 2004. [S.l.]. **Anais eletrônicos...** [S.l.], 2004. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/rehi/congresso/falha\\_reg.pdf](http://www.cprm.gov.br/rehi/congresso/falha_reg.pdf).
  - MOSS, Rodnei Edwin. Unidades de Conservação na Bacia do Rio do Peixe. 2005. [Comunicação pessoal por e-mail].
  - NORTHFLEET, A.; MEDEIROS, R.A.; MÜHLMANN, H. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. **Boletim Técnico da PETROBRÁS**, n.12, v.3, p. 291-346, 1969.
  - PEREIRA, D. *et al.* Cargas de contaminantes em Sub-bacia rural/urbana e industrializada para a simulação de qualidade de água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., Curitiba, 2003 **Anais...** Curitiba: 2003.
  - PROCHNOW, Miriam (Org.). **Barra Grande: a hidroletétrica que não viu a floresta**. Rio do Sul: APREMAVI, 2005. 104p.
  - REGINATO, P.A.R.; STRIEDER, A.J. Caracterização hidroquímica dos aquíferos fraturados da formação Serra Geral na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 13., Cuiabá, 2004. **Anais...** Cuiabá: ABAS, 2004. CD-ROM.
  - RIO GRANDE DO SUL (Estado). Secretaria Estadual de Recursos Hídricos. Departamento de Recursos Hídricos. **Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: DRH/Sema, 2004. 344 p.
  - RIO GRANDE DO SUL (Estado). Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul. **Relatório da Atividade 01.02.03.05.01: Levantamento e Análise de Dados Secundários Relativos aos Meios Físico, Biótico e Sócio-Econômico da Bacia Hidrográfica dos rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo**. Tarefas 01.02.03.05.01.03, 01.02.03.05.01.04 e 01.02.03.05.01.06 – Inventário dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo. Porto Alegre: Fepam/Profill Engenharia e Ambiente. 2003. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br> (não publicado)
  - RIO GRANDE DO SUL (Estado). Secretaria Estadual de Meio Ambiente. Departamento de Recursos Hídricos. **Desenvolvimento de Ações Para Implantação de Outorga na Bacia do Rio Santa Maria**: Relatório Técnico N.º 1. Relatório de consultoria elaborado pela UFSM no âmbito do Convênio Sema-FRH (RS)-UFSM-RS n.º 002/01. Porto Alegre: 2002 (não publicado)
  - SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Bacias Hidrográficas de Santa Catarina**: diagnóstico geral. Florianópolis: [S.l.], 1997. 163 p.
  - SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; *et al.* Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28.,1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: [S.l.], 1974. v.1, p. 41-67.
  - STEINMETZ, S.; *et al.* **Zoneamento agroclimático do arroz por épocas de semeadura no Estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa clima temperado, 1999. 28 p. [Documento n. 56].
  - VIEIRA, V.P.P.B. Água doce no Semi-árido. In: **Águas Doces no Brasil**: capital Ecológico: uso e conservação. São Paulo: 1999. [Capítulo 15].
  - ZALÁN, P.V.; WOLF, S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; *et al.* Bacia do Paraná. In: RAJA GABAGLIA, G.P.; MILANI, E.J. (Coord.). **Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**. [Rio de Janeiro]: PETROBRÁS, 1990. 168p.
- \_\_\_\_\_.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; WOLF, S.; *et al.* **Análise da Bacia do Paraná**. Relatório interno da PETROBRÁS. Rio de Janeiro: [S.l.], 1986. [5 vols.]





DÉCADA BRASILEIRA  
DA ÁGUA  
2005-2015

Apoio:



Patrocínio:



Realização:

Ministério do  
Meio Ambiente

