



**Secretaria Estadual do Meio Ambiente - SEMA**  
**Departamento de Recursos Hídricos - DRH**

**Termo de Contrato de Obras e Serviços  
de Engenharia Nº 001/04**

**Consolidação do Conhecimento sobre  
os Recursos Hídricos da Bacia do  
Rio Pardo e Elaboração do Programa  
de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho**

**RELATÓRIO SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO - RD-A**

**DEZEMBRO/2005**



## ETAPA A - DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARDO

### EQUIPE TÉCNICA

**Comissão de Acompanhamento e Fiscalização:**

**DRH:** Engenheiro Civil Paulo Renato Paim  
**FEPAM:** Engenheira Civil Maria Salete Cobalchini  
**Comitê Pardo:** Engenheiro Agrônomo Dionei Minuzzi Delevati

**Execução:** Ecoplan Engenharia Ltda.

**Gerente do Contrato:**

Arquiteto Leonardo Sergio Pellegrini

**Coordenador Técnico:**

Engenheiro Civil Henrique Bender Kotzian

**Planejamento Ambiental e Gestão de Recursos Hídricos:**

Engenheira Civil Sandra Sonntag  
Engenheira Civil Caroline Trindade De Angelis  
Engenheiro Agrônomo Rudimar Echer  
Biólogo Willi Bruschi Junior

**Sócio-Antropologia:**

Sociólogo Eduardo Antonio Audibert  
Administrador de Empresas Percy Soares Neto  
Graduada em História Gabriela Schneider  
Acadêmica de Sociologia Maria Elisabeth Ramos

**Uso e Ocupação do Solo com Técnicas de Geoprocessamento:**

Biólogo Rodrigo Agra Balbuena  
Geógrafo Laurindo Guasselli  
Engenheira Agrônoma Fernanda Helfer

**Estudos Socioeconômicos:**

Economista Tânia Maria Zanette  
Geógrafo Leonardo Silva Cotrim  
Engenheiro Agrônomo Marcos Marimon da Cunha

**Comunicação Social:**

Relações Públicas Cláudia Martins Pozzobon  
Relações Públicas Malu Rocha  
Publicitária Vera Pellin  
Cartunista Fernando de Barros

**Sistema de Informações Geográficas:**

Geógrafo Cláudio Marcus Schmitz  
Analista de Sistemas Gustavo Luiz Cruz Borges

**Hidrologia:**

Engenheiro Civil Luiz Carlos Brusa

**Hidrogeologia:**

Geólogo Luís Alberto Oliveira dos Santos  
Geólogo Cláudio Netto Lummertz  
Geólogo Roberto Kirchheim

**Engenharia Sanitária:**

Engenheiro Civil Paulo Roberto Gomes

**Qualidade das Águas Superficiais:**

Biólogo Eduardo Lobo Alcayaga (UNISC)  
Químico Adilson Ben da Costa (UNISC)  
Químico Alcido Kist (UNISC)  
Bióloga Maria Angélica Oliveira (UNISC)

**CONSOLIDAÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS DA  
BACIA DO RIO PARDO E ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE AÇÕES DA  
SUB-BACIA DO RIO PARDINHO**

**Documento Síntese do Diagnóstico**

**Dezembro/2005**

**SUMÁRIO**

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1. DESCRIÇÃO GERAL DA BACIA DO RIO PARDO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. SITUAÇÃO ATUAL DA BACIA QUANTO AOS ASPECTOS DIRETAMENTE RELACIONADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS .....</b>	<b>7</b>
2.1. QUANTIDADE DE ÁGUA NA BACIA .....	7
a) Disponibilidade Hídrica.....	7
b) Usos da Água.....	12
c) Balanços Hídricos Quantitativos.....	16
2.2. QUALIDADE DAS ÁGUAS .....	19
a) Águas Superficiais .....	19
b) Águas Subterrâneas .....	24
2.3. TEMAS VINCULADOS À ÁGUA.....	26
a) Enchentes .....	26
b) Uso de Agrotóxicos .....	28
c) Efluentes .....	30
d) Alteração na Morfologia e Regime Fluvial.....	31
e) Carga Orgânica de Origem Suína.....	33
<b>3. SITUAÇÃO AMBIENTAL ATUAL.....</b>	<b>35</b>
3.1. USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL .....	35
3.2. REMANESCENTES DE MATA CILIAR.....	36
3.3. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO .....	38
3.4. ADEQUAÇÃO DO USO DO SOLO .....	40
3.5. OUTROS ASPECTOS.....	42
<b>4. DINÂMICA SOCIAL DA BACIA.....</b>	<b>43</b>
<b>5. CONSOLIDAÇÃO DO DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>46</b>
5.1. PROBLEMAS RELACIONADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS.....	47
5.2. ANÁLISE SÓCIO-ANTROPOLÓGICA.....	49
5.3. ANÁLISE INTEGRADA.....	51
5.4. CONCLUSÕES GERAIS .....	55

## INTRODUÇÃO

O processo de Consolidação do Conhecimento Sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho (também denominado, mais simplesmente, de Plano da Bacia do Pardo) encontra-se em andamento. Os trabalhos iniciaram em junho de 2004 e a previsão de término é para abril de 2006, totalizando 22 meses de duração.

Esse processo está estruturado em três grandes etapas de trabalho, a saber:

**Etapa A** - Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo

**Etapa B** - Cenários Futuros Quantitativos e Qualitativos dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo

**Etapa C** - Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho

O presente documento apresenta uma síntese dos resultados alcançados na Etapa A - Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo. Tem por base, pois, os estudos desenvolvidos e respectivos relatórios técnicos elaborados no período compreendido entre junho de 2004 e março de 2005, apoiando-se notadamente no Relatório da Etapa A. Ao todo, foram editados os seguintes principais relatórios técnicos:

- ✓ Diagnóstico da Dinâmica Social da Bacia (Relatório Técnico 1 – RT-1);
- ✓ Consolidação das Informações Existentes (Relatório Técnico 2 – RT-2);
- ✓ Obtenção de Novas Informações (Relatório Técnico 3 – RT-3); e
- ✓ Consolidação do Diagnóstico da Bacia (Relatório da Etapa A).

O presente documento tem por objetivo sintetizar as informações coletadas, geradas e analisadas durante a Etapa de Diagnóstico, possibilitando uma divulgação e disseminação mais facilitada do conteúdo técnico resultante do esforço de trabalho. Serve, também, como base de informações para a revista a ser editada futuramente, conforme estabelecido na programação de mobilização e envolvimento social.

Esse documento apresenta uma abordagem sintética, integrada e dirigida para a problemática dos recursos hídricos na Bacia do Rio Pardo, focada na situação atual. A obtenção de detalhes técnicos específicos poderá ser obtida mediante consulta direta aos relatórios técnicos antes referidos. Como resultado dessa lógica de apresentação dos resultados, o documento está estruturado da seguinte forma: descrição geral da Bacia do Rio Pardo; apresentação da situação atual da Bacia quanto aos aspectos diretamente relacionados aos recursos hídricos; apresentação da situação ambiental atual; análise da dinâmica social; e consolidação do diagnóstico da Bacia do Rio Pardo, através da configuração de uma matriz de problemas (resultando em uma análise integrada dos principais problemas relativos aos recursos hídricos e estabelecendo suas relações de causa-efeito).

## 1. DESCRIÇÃO GERAL DA BACIA DO RIO PARDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Pardo está localizada na região central do Estado do Rio Grande do Sul e aflui diretamente ao Rio Jacuí, junto à cidade de Rio Pardo. Na divisão hidrográfica oficial do Estado corresponde à bacia G90 e encontra-se limitada a leste pela bacia do Rio Taquari e a oeste pela bacia do Alto Jacuí. Com área de 3.636,79 km<sup>2</sup>, corresponde a 1,3% da área do Estado e a 4,3% da Região Hidrográfica do Guaíba. Integram a Bacia, total ou parcialmente, os seguintes 13 municípios: Barros Cassal, Boqueirão do Leão, Candelária, Gramado Xavier, Herveiras, Lagoão, Passa Sete, Rio Pardo, Santa Cruz do Sul, Sinimbu, Vale do Sol, Venâncio Aires e Vera Cruz.

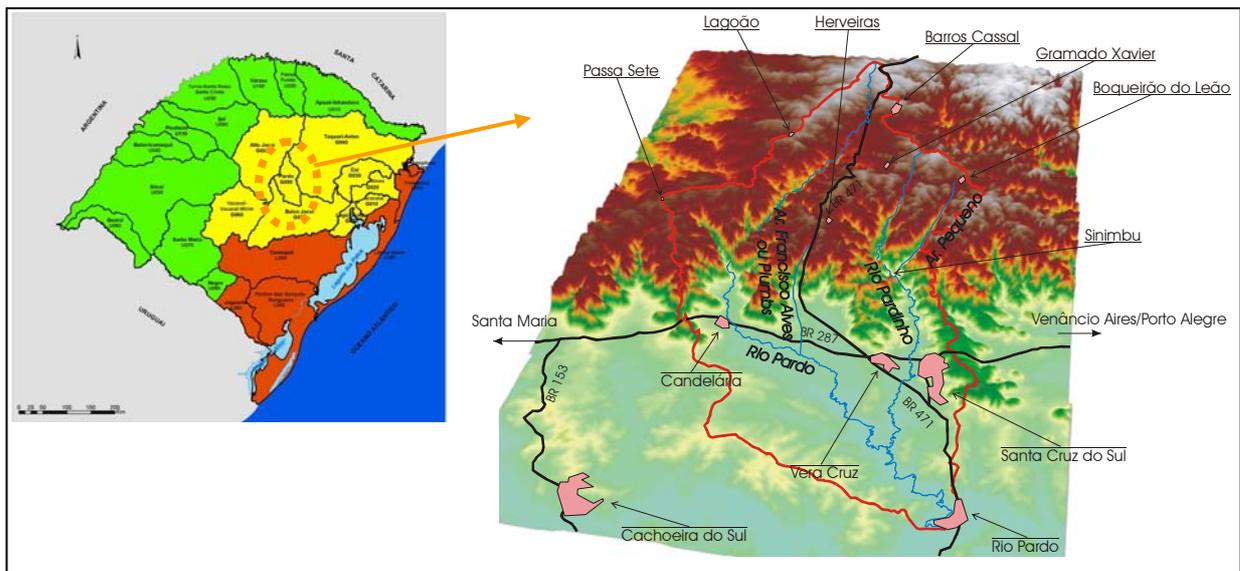


Figura 1.1 - Situação e Localização da Bacia do Rio Pardo

A Bacia do Rio Pardo pode ser dividida em três grandes compartimentos (alto, médio e baixo), cuja expressão maior é determinada em grande medida pela topografia do terreno. O relevo, além de influenciar a forma como se estruturam as principais feições naturais dos ambientes da Bacia, determina também, em termos históricos, a forma como ocorreu a ocupação do território, o que inclui tanto as populações autóctones pré-cabralinas, como os colonos de origem europeia que passaram a ocupar a região a partir do século XIX.

Em linhas gerais, a Bacia compreende uma porção alta que ocupa aproximadamente 20% de seu território, onde se localizam extensas áreas de campo e onde a atividade pecuária predomina no setor primário, sendo também encontradas áreas de florestamento com essências exóticas e pequenas lavouras de subsistência. Corresponde a áreas associadas ao Planalto Meridional, formado essencialmente por rochas basálticas da formação Serra Geral, ocupando altitudes superiores a 500 m, onde o relevo é preponderantemente ondulado. Nesse segmento da Bacia estão localizadas as sedes dos municípios de Barros Cassal, Boqueirão do Leão, Gramado Xavier e Lagoão.

Deslocando-se de norte para sul, na porção intermediária da Bacia, que responde por cerca de 40% de sua área, encontram-se as áreas de relevo abrupto da encosta do Planalto, em altitudes que variam de 200 a 500 m, onde predominam as propriedades coloniais e se concentram importantes áreas cobertas por remanescentes florestais em distintos estágios de regeneração, incluindo desde áreas muito bem conservadas, encontradas nos locais de relevo mais acidentado, nos vales dos principais cursos de água, até áreas dominadas por vegetação secundária que ocupam lavouras abandonadas. Nessa

porção da Bacia, também se concentram populações significativas de elementos da fauna do Estado, incluindo espécies ameaçadas de extinção, com especial destaque para o grupo das aves, como por exemplo o papagaio-charão, a jacutinga e o sabiá-cica. Nesse segmento estão localizadas as sedes municipais de Herveiras, Passa Sete, Sinimbu e Vale do Sol.

Na porção mais a jusante da Bacia, que também responde por cerca de 40% de sua área total, encontram-se áreas planas e de relevo ondulado a suave ondulado, associadas às áreas de meandro dos principais cursos de água da Bacia. As áreas planas, das várzeas dos principais cursos de água, são utilizadas para o cultivo de arroz irrigado, enquanto que as zonas mais elevadas são utilizadas para a pecuária extensiva e para o cultivo agrícola de fumo, soja, milho, entre outros. Essa zona, associada à região fisiográfica da Depressão Central, em termos geológicos apresenta um mosaico de áreas de ocorrência de basalto da formação Serra Geral, arenito da formação Rosário do Sul, arenito da formação Botucatu e depósitos do Quaternário junto aos corpos de água principais. Nesse segmento localizam-se as principais sedes municipais de Candelária, Rio Pardo, Vera Cruz e Santa Cruz do Sul, sendo que essa última cidade corresponde ao maior núcleo urbano da Bacia, onde se concentram os maiores contingentes populacionais e grande parte da atividade industrial.

Com vistas a possibilitar uma análise técnica mais adequada à problemática dos recursos hídricos, foi estabelecida uma divisão interna para a Bacia, em compartimentos homogêneos em termos físicos, bióticos e sócio-econômicos, denominados de **Unidades de Estudo**. O processo de divisão interna da Bacia foi realizado com a participação direta do Comitê Pardo.

O processo de definição da divisão interna da Bacia foi seqüencial, iniciando pelas divisões hidrográficas primárias (por exemplo: Pardo e Pardinho), seguindo com as grandes divisões originadas pela diferenciação no relevo e no uso dos solos (por exemplo: trechos alto, médio e baixo, associados ao planalto, escarpas e planícies/depressão, respectivamente) e culminando com a definição de algumas sub-bacias relativas a cursos de água que apresentam importâncias específicas (por exemplo: arroios Andréas e Plumbs e rio Pequeno). O processo assim conduzido resultou na definição das Unidades de Estudo de forma consensual e colegiada. Como resultado do processo decisório, foram definidas 13 Unidades de Estudo para a Bacia do Rio Pardo (Quadro 1.1).

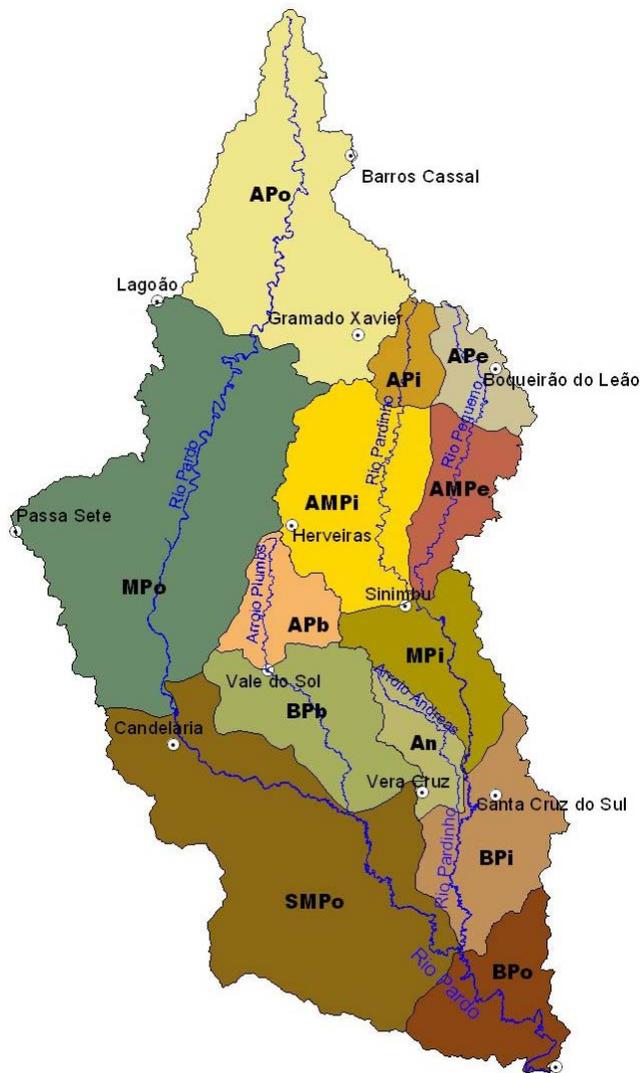
Quadro 1.1 - Unidades de Estudo definidas pelo Comitê na Bacia do Rio Pardo

Unidade	Sigla	Sub-Bacia	Área (km <sup>2</sup> )
Alto Pardo	APo	Pardo	512,05
Médio Pardo	MPo	Pardo	773,54
Sub-Médio Pardo	SMPo	Pardo	728,04
Baixo Pardo	BPo	Pardo	190,02
Alto Plumbs	APb	Pardo	110,03
Baixo Plumbs	BPb	Pardo	236,92
<b>Sub-Total Pardo</b>	-	-	<b>2.550,60</b>
Alto Pardinho	APi	Pardinho	64,60
Alto-Médio Pardinho	AMPi	Pardinho	306,70
Alto Pequeno	APe	Pardinho	92,90
Alto-Médio Pequeno	AMPe	Pardinho	134,71
Médio Pardinho	MPi	Pardinho	187,63
Andréas	An	Pardinho	80,19
Baixo Pardinho	BPi	Pardinho	219,46
<b>Sub-Total Pardinho</b>	-	-	<b>1.086,19</b>
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>3.636,79</b>

Fonte: Ecoplan, 2004.

Os valores constantes no Quadro 1.1 permitem observar que:

- ✓ da área total da Bacia do Rio Pardo, cerca de 70% encontra-se na própria vertente do rio Pardo e os restantes 30% na sub-bacia do rio Pardinho;
- ✓ a maior Unidade de Estudo corresponde ao Médio Pardo, com 773,54 km<sup>2</sup> (cerca de 1/5 da área total da Bacia), enquanto a menor é a do Alto Pardinho, com 64,60 km<sup>2</sup> (apenas 1,8% da área total da Bacia); e
- ✓ na sub-bacia do rio Pardinho encontra-se um maior número de Unidades de Estudo (sete de um total de treze), sendo que suas áreas, em média, são bastante inferiores às da vertente do Pardo (cerca de três vezes menor, em média).



Mapa 1.1: Unidades de Estudo

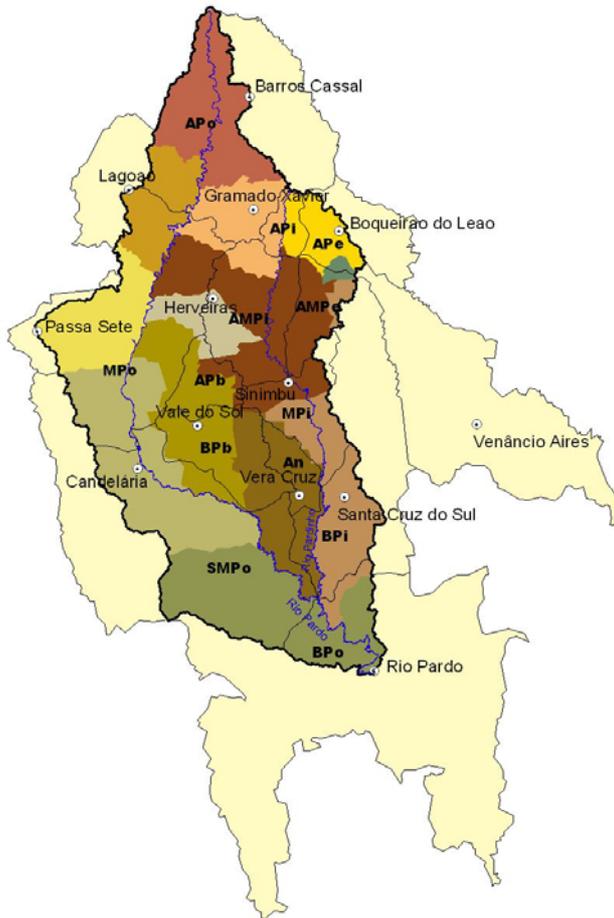
A maioria das Unidades de Estudo definidas encontra-se na sub-bacia do rio Pardinho, evidenciando uma maior compartimentação de áreas homogêneas ou de áreas com interesse especial nesse setor da Bacia do Rio Pardo. Igualmente, nessa sub-bacia é possível observar uma grande pressão antrópica sobre os recursos hídricos, como será visto mais adiante.

O Mapa 1.1 possibilita a visualização das Unidades de Estudo da Bacia do Rio Pardo, definidas pelo Comitê Pardo.

O cruzamento da malha municipal da Bacia do Rio Pardo com as Unidades de Estudo é essencial para possibilitar a definição de uma série de informações e temas derivados, como é o caso das informações socio-econômicas – notadamente a distribuição populacional – e de todos os outros temas que foram inicialmente estruturados e estudados segundo os municípios.

O resultado desse cruzamento é apresentado no Mapa 1.2 e no Quadro 1.2, onde os percentuais referem-se às parcelas dos municípios na Bacia. Destaca-se o fato de as manchas urbanas dos municípios da Bacia pertencerem, sempre, a uma única Unidade de Estudo, ainda que algumas não estejam totalmente inseridas na Bacia.

Consolidação do Conhecimento sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e  
Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho



Quadro 1.2 - Áreas totais dos municípios na Bacia e percentagem das áreas dos municípios na Bacia

Município	Área Total do Município na Bacia (km <sup>2</sup> )	% da Área Total na Bacia
Barros Cassal	312,79	48,26
Boqueirão do Leão	118,06	44,47
Candelária	495,05	52,47
Gramado Xavier	216,73	99,94
Herveiras	117,84	100,00
Lagoão	183,06	47,71
Passa Sete	234,04	76,79
Rio Pardo	474,34	23,13
Santa Cruz do Sul	336,15	45,76
Sinimbu	490,68	95,91
Vale do Sol	328,05	100,00
Venâncio Aires	18,17	2,35
Vera Cruz	309,66	100,00
<b>Total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>3.634,62*</b>	<b>--</b>

\* A soma das áreas destes municípios não é igual à área total calculada para a Bacia (3.636,79 km<sup>2</sup>) porque esta considera uma pequena parcela de outros municípios (Soledade e Segredo), devido às diferenças entre a cartografia dos limites municipais e a cartografia sobre a qual foi trabalhada a delimitação da Bacia.

Mapa 1.2: Unidades de Estudo e Malha Municipal

A demografia (população estimada pela FEE para o ano de 2003) foi particularizada para cada uma das Unidades de Estudo com base nos dois mapas anteriormente apresentados. No Quadro 1.3 estão apresentadas as populações urbana, rural e total para cada uma das Unidades de Estudo, bem como as densidades demográficas verificadas.

Quadro 1.3 - População e Densidade Demográfica das Unidades de Estudo

Unidade de Estudo	Pop. Urbana (hab)	Pop. Rural (hab)	Pop. Total (hab)	Área Total (km <sup>2</sup> )	Dens. Dem. (hab/km <sup>2</sup> )
AMPe	0	2.495	2.495	134,7	18,52
AMPi	492	5.726	6.218	306,7	20,27
An	11.183	2.964	14.147	80,2	176,40
APb	0	2.988	2.988	110,0	27,16
APe	1.754	2.200	3.954	92,9	42,56
APi	0	1.315	1.315	64,6	20,36
APo	2.527	6.596	9.123	512,1	17,82
BPb	851	7.726	8.577	236,9	36,20
BPI	98.892	4.729	103.621	219,5	472,17
BPo	13.501	1.381	14.882	190,0	78,32
MPi	1.383	3.353	4.736	187,6	25,24
MPo	1.876	13.190	15.066	773,5	19,48
SMPo	15.106	10.303	25.409	728,0	34,90
Total da Bacia	147.565	64.966	212.531	3.636,8	58,44

Os valores apresentados permitem verificar que a concentração populacional localiza-se nas Unidades Baixo Pardinho (onde se encontra a área urbana de Santa Cruz do Sul) e, numa segunda ordem de grandeza, na Unidade Sub-Médio Pardo, que conta com a sede municipal de Candelária e parte dos municípios de Rio Pardo e Vera Cruz. Em termos de densidade demográfica, a segunda colocação fica com a Unidade Andréas, com a segunda menor área da Bacia e a quinta maior população.

Com objetivo de oferecer uma primeira visualização da problemática relacionada aos recursos hídricos da Bacia, apresenta-se, no Quadro 1.4, uma listagem dos principais problemas percebidos pela sociedade e pelo Comitê Pardo, através da aplicação de questionários específicos, dinâmicas de grupo e relatos informais. Tais problemas podem ser agrupados em quatro categorias, segundo a sua natureza ou origem: problemas relacionados à quantidade de água; problemas vinculados à qualidade da água; problemas associados à morfologia fluvial; e problemas de ordem ambiental, mas vinculados aos recursos hídricos.

Quadro 1.4 - Síntese preliminar da problemática dos recursos hídricos na Bacia do Rio Pardo

Natureza dos Problemas	Problemas	Localização na Bacia (Unidades de Estudo com ocorrências críticas do problema)
Quantidade de Água Superficial	excesso – cheias	MPo, SMPo e BPi
	escassez – secas	BPb, An e BPi
Qualidade da Água Superficial	degradação de origem urbana	BPi, BPo, BPb
	degradação de origem rural	SMPo, BPo, MPi, BPi e BPb
Morfologia Fluvial	assoreamento dos cursos de água	SMPo, MPi e BPi
	desbarrancamento de margens	SMPo, BPo, BPb, MPi, An e BPi
	retificação de traçado	SMPo, BPb, MPi, An e BPi
	obstrução das calhas fluviais	SMPo, MPi e BPi
Ambiental	déficit de mata ciliar	APo, SMPo, BPo, BPb, An e BPi
	uso inadequado do solo	MPo, APb, AMPi, MPi e An

Fonte: Ecoplan, 2005.

No decorrer deste documento serão abordados e comentados estes e outros importantes problemas relacionados direta ou indiretamente aos recursos hídricos da Bacia do Rio Pardo.

## 2. SITUAÇÃO ATUAL DA BACIA QUANTO AOS ASPECTOS DIRETAMENTE RELACIONADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS

A situação atual da Bacia do Rio Pardo, no que se refere aos aspectos diretamente relacionados aos recursos hídricos, é apresentada neste capítulo agrupada em três grandes itens: quantidade de água na Bacia, qualidade das águas e temas vinculados à água.

### 2.1. QUANTIDADE DE ÁGUA NA BACIA

Os aspectos relacionados à quantidade de água na Bacia do Rio Pardo englobam três temas específicos: disponibilidade hídrica, usos da água e balanços hídricos, que confrontam as disponibilidades com as demandas. Esses temas são apresentados e comentados a seguir.

#### a) Disponibilidade Hídrica

A disponibilidade de água na Bacia do Rio Pardo foi avaliada tanto em termos superficiais, como subterrâneos. No entanto, face à expressiva maior utilização das águas superficiais, a disponibilidade hídrica relacionada a esses recursos, foi objeto de maior aprofundamento e detalhamento. Vale lembrar, que a divisão da Bacia do Rio Pardo em Unidades de Estudo é aplicável às disponibilidades superficiais, visto que as subterrâneas são regidas por outros condicionantes (geológicos e estruturais) que não orientaram a divisão da Bacia.

##### *Disponibilidade de Água Superficial*

As disponibilidades hídricas superficiais na Bacia do Rio Pardo foram determinadas para cada Unidade de Estudo, com base nos parâmetros fluviométricos calculados para os principais rios (Pardo e Pardinho). Para fins de determinação da disponibilidade hídrica média foram consideradas as vazões médias de longo período; já para situações de mínimos, foram adotadas as vazões com 90% e 95% de permanência no tempo ( $Q_{90\%}$  e  $Q_{95\%}$ ).

O objetivo de apresentar a disponibilidade hídrica média, com base nas vazões médias mensais, para a Bacia do Rio Pardo, reside no fato desse parâmetro representar o limite máximo de regularização hídrica; significando a máxima disponibilidade hídrica a ser obtida na Bacia (às custas de obras de regularização: reservatórios, por exemplo).

Dessa forma, as disponibilidades hídricas em cada Unidade de Estudo foram determinadas a partir das vazões reais observadas. A disponibilidade hídrica superficial, para toda a Bacia do Rio Pardo, é da ordem de 107 m<sup>3</sup>/s, em termos médios anuais, variando mensalmente de um máximo de 169 m<sup>3</sup>/s (em julho) a um mínimo de 51 m<sup>3</sup>/s (em março). A disponibilidade associada a uma permanência temporal de 90%, característica de situações de menor disponibilidade, é de 8,5 m<sup>3</sup>/s em termos anuais, variando entre 24,2 m<sup>3</sup>/s (em julho) e 5,2 m<sup>3</sup>/s (em abril). Para permanência de 95% (situações mais críticas ainda) esses valores alteram-se para 5,2 m<sup>3</sup>/s, 18,2 m<sup>3</sup>/s (em julho) e 3,3 m<sup>3</sup>/s (em abril), respectivamente.

Observando estes números, constata-se que as vazões mínimas (com permanência de 95%) representam apenas 8% das vazões médias. Enquanto as vertentes do Pardo e do Pardinho apresentam vazões médias por unidade de área bastante próximas, no caso das mínimas isso não ocorre, demonstrando a forte influência do regime de escoamento torrencial na sub-bacia do Rio Pardinho, onde as águas das chuvas são escoadas rapidamente, não possibilitando um armazenamento natural que garanta fluxos hídricos razoáveis nos períodos sem precipitações (o que não ocorre com tanta intensidade na vertente do Pardo).

Consolidação do Conhecimento sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e  
Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho

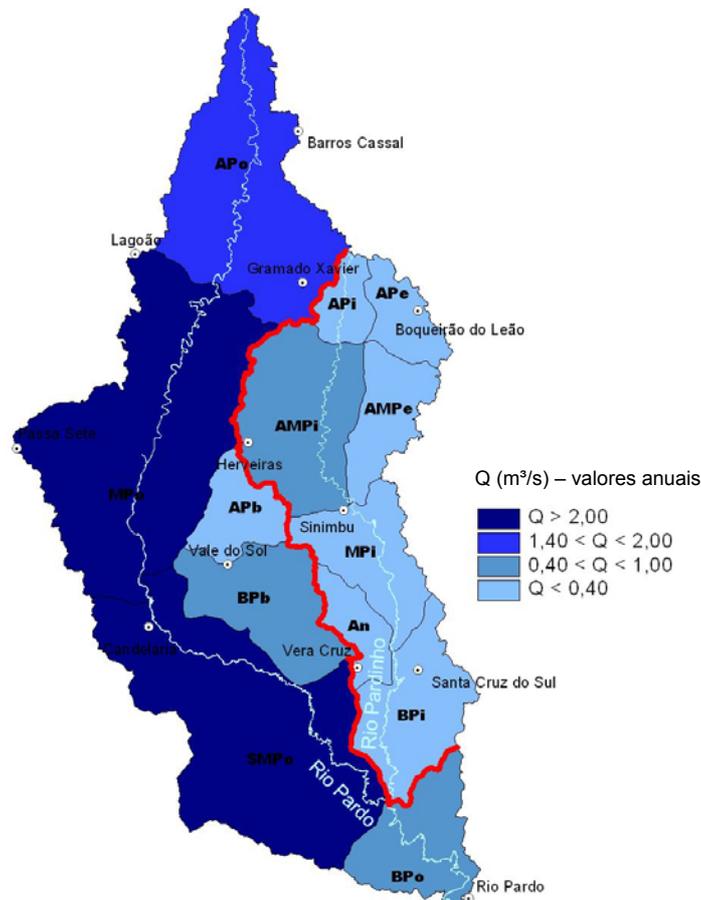
O Quadro 2.1 apresenta as disponibilidades hídricas superficiais mensais, médias e referenciais de mínimas (Q<sub>90%</sub>), para cada Unidade de Estudo da Bacia do Rio Pardo, ao longo do ano.

Quadro 2.1 - Disponibilidades Hídricas Superficiais para as Unidades de Estudo da Bacia do Rio Pardo (m<sup>3</sup>/s)

Unidade	Sub-Bacia	Garantia	Ano												Média Anual
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
APo (512,05 km <sup>2</sup> )	Pardo	Q <sub>média</sub>	8,04	10,60	7,02	15,41	16,64	20,12	24,58	18,38	22,43	18,54	15,41	7,78	15,46
		Q <sub>90%</sub>	1,03	1,35	0,90	0,88	1,21	1,57	3,47	2,79	2,32	3,59	1,80	0,81	1,43
MPo (773,54 km <sup>2</sup> )	Pardo	Q <sub>média</sub>	12,14	16,01	10,60	23,28	25,14	30,40	37,13	27,77	33,88	28,00	23,28	11,76	23,36
		Q <sub>90%</sub>	1,56	2,04	1,36	1,33	1,83	2,37	5,24	4,21	3,50	5,42	2,72	1,22	2,17
APb (110,03 km <sup>2</sup> )	Pardo	Q <sub>média</sub>	1,73	2,28	1,51	3,31	3,58	4,32	5,28	3,95	4,82	3,98	3,31	1,67	3,32
		Q <sub>90%</sub>	0,22	0,29	0,19	0,19	0,26	0,34	0,75	0,60	0,50	0,77	0,39	0,17	0,31
BPb (236,92 km <sup>2</sup> )	Pardo	Q <sub>média</sub>	3,72	4,90	3,25	7,13	7,70	9,31	11,37	8,51	10,38	8,58	7,13	3,60	7,15
		Q <sub>90%</sub>	0,48	0,63	0,42	0,41	0,56	0,72	1,61	1,29	1,07	1,66	0,83	0,37	0,66
SMPo (728,04 km <sup>2</sup> )	Pardo	Q <sub>média</sub>	11,43	15,07	9,97	21,91	23,66	28,61	34,95	26,14	31,89	26,36	21,91	11,07	21,99
		Q <sub>90%</sub>	1,47	1,92	1,28	1,25	1,73	2,23	4,94	3,96	3,30	5,10	2,56	1,15	2,04
BPo (190,02 km <sup>2</sup> )	Pardo	Q <sub>média</sub>	2,98	3,93	2,60	5,72	6,18	7,47	9,12	6,82	8,32	6,88	5,72	2,89	5,74
		Q <sub>90%</sub>	0,38	0,50	0,33	0,33	0,45	0,58	1,29	1,03	0,86	1,33	0,67	0,30	0,53
API (64,60 km <sup>2</sup> )	Pardinho	Q <sub>média</sub>	0,92	1,29	0,94	1,66	1,79	2,20	2,80	2,20	2,42	2,48	1,99	0,85	1,80
		Q <sub>90%</sub>	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,22	0,41	0,15	0,37	0,35	0,11	0,08	0,09
AMPI (306,70 km <sup>2</sup> )	Pardinho	Q <sub>média</sub>	4,36	6,13	4,48	7,88	8,50	10,43	13,28	10,46	11,47	11,78	9,45	4,02	8,53
		Q <sub>90%</sub>	0,18	0,26	0,25	0,25	0,29	1,02	1,95	0,71	1,75	1,68	0,52	0,36	0,41
APe (92,90 km <sup>2</sup> )	Pardinho	Q <sub>média</sub>	1,32	1,86	1,36	2,39	2,57	3,16	4,02	3,17	3,47	3,57	2,86	1,22	2,58
		Q <sub>90%</sub>	0,05	0,08	0,08	0,07	0,09	0,31	0,59	0,22	0,53	0,51	0,16	0,11	0,12
AMPe (134,71 km <sup>2</sup> )	Pardinho	Q <sub>média</sub>	1,91	2,69	1,97	3,46	3,73	4,58	5,83	4,59	5,04	5,17	4,15	1,76	3,74
		Q <sub>90%</sub>	0,08	0,11	0,11	0,11	0,13	0,45	0,86	0,31	0,77	0,74	0,23	0,16	0,18
MPI (187,63 km <sup>2</sup> )	Pardinho	Q <sub>média</sub>	2,66	3,75	2,74	4,82	5,20	6,38	8,12	6,40	7,02	7,20	5,78	2,46	5,22
		Q <sub>90%</sub>	0,11	0,16	0,15	0,15	0,18	0,63	1,19	0,44	1,07	1,03	0,32	0,22	0,25
An (80,19 km <sup>2</sup> )	Pardinho	Q <sub>média</sub>	1,14	1,60	1,17	2,06	2,22	2,73	3,47	2,73	3,00	3,08	2,47	1,05	2,23
		Q <sub>90%</sub>	0,05	0,07	0,07	0,06	0,08	0,27	0,51	0,19	0,46	0,44	0,14	0,10	0,11
BPI (219,46 km <sup>2</sup> )	Pardinho	Q <sub>média</sub>	3,12	4,39	3,20	5,64	6,08	7,46	9,50	7,48	8,21	8,43	6,76	2,87	6,10
		Q <sub>90%</sub>	0,13	0,19	0,18	0,18	0,21	0,73	1,40	0,51	1,25	1,20	0,38	0,26	0,29

Observa-se que as Unidades de Estudo do Alto, Médio e Sub-Médio Pardo, que apresentam as maiores disponibilidades hídricas (tanto médias, quanto mínimas), em conjunto representam cerca de 56% da disponibilidade média da Bacia e 66% da disponibilidade referencial mínima (Q<sub>90%</sub>). Apenas para fins comparativos, somente o Médio Pardo disponibiliza, em termos referenciais mínimos, cerca de 50% mais água de que toda a sub-bacia do rio Pardinho (2,17 m<sup>3</sup>/s contra 1,44 m<sup>3</sup>/s).

O Mapa 2.1 apresenta as disponibilidades hídricas superficiais na Bacia do Rio Pardo, para as Unidades de Estudo, em termos referenciais mínimos (Q<sub>90%</sub>), onde as cores mais fortes indicam disponibilidades maiores. É possível observar tonalidades mais intensas na vertente do Pardo, comparativamente à do Pardinho.

Mapa 2.1: Disponibilidade de Água Superficial ( $Q_{90\%}$ )

Cabe, ainda, comentar a capacidade de açudagem atual na Bacia do Rio Pardo que, conforme os valores obtidos no mapeamento de uso do solo, são significativos, principalmente para algumas Unidades de Estudo. Considerando apenas os açudes com áreas superiores a 2 ha, para fins de determinação das reservas que possam representar uma real complementação às disponibilidades hídricas, o valor total do somatório dessas áreas alagadas é de 1.255 ha, segundo as imagens de satélite (Landsat) de 2002. Para essa situação destacam-se as seguintes Unidades de Estudo: Sub-Médio Pardo (com 764 ha), Baixo Pardo (com 207 ha) e Baixo Pardinho (com 196 ha); justamente aquelas que possuem forte presença de lavouras de arroz irrigado. Ou seja, a reserva artificial de água na Bacia do Rio Pardo ocorre próxima aos pontos de uso para a irrigação, exceção para o Lago Dourado, com 128 ha, localizado no Baixo Pardinho e destinado à acumulação de água para o abastecimento público da cidade de Santa Cruz do Sul.

A capacidade total de acumulação dos açudes de maior porte (excetuando-se o Lago Dourado), para as Unidades de Estudo antes referidas, considerando uma profundidade média de 3 m, é da ordem de 31 milhões de  $m^3$  (ou 31 bilhões de litros). Esse volume, acumulado normalmente no período chuvoso, permite regularizar uma vazão de aproximadamente  $2,9 m^3/s$ , para 100 dias de duração (período médio de irrigação do arroz). Assim, pode-se dizer que cerca de 30% da área total irrigada (com arroz) na Bacia do Rio Pardo conta com água reservada em açudes. Como resultado, tem-se um incremento na disponibilidade hídrica superficial, para fins de balanço hídrico, de  $2,12 m^3/s$ ,  $0,57 m^3/s$  e  $0,19 m^3/s$ , nas Unidades de Estudo Sub-Médio Pardo, Baixo Pardo e Baixo Pardinho, respectivamente (mas somente para um período de 100 dias, compreendidos entre os meses de novembro e fevereiro).

### Disponibilidade de Água Subterrânea

Dentre as várias unidades estratigráficas ocorrentes na Bacia, foram identificadas quatro com potencial aquífero: aquífero da Formação Serra Geral; aquíferos indivisos da Formação Botucatu e Formação Caturrita; aquíferos do Membro Passo das Tropas (I e II) da Formação Santa Maria; e os aquíferos formados pelos sedimentos aluvionares Quaternários. Para a definição do potencial de água subterrânea na Bacia, foram consideradas as informações de produção dos poços associadas às litologias. O resultado dessa análise é apresentado no Mapa 2.2, que apresenta o potencial de água subterrânea da Bacia.

Na Bacia do Pardo observam-se três zonas distintas de produtividade: a porção alta da Bacia onde ocorrem aquíferos fraturados; a franja de encosta e meia encosta da serra; e as zonas baixas, junto à calha dos rios.

Na porção alta da Bacia, nas Unidades APo, APe, APi, MPo, AMPi, AMPe, predominam os aquíferos fraturados dos derrames vulcânicos da Formação Serra Geral, com uma tendência de maior produtividade, onde as vazões podem atingir mais de 20 m<sup>3</sup>/h. Em termos gerais os poços desta zona tendem a fornecer vazões pequenas, entre 5 e 10 m<sup>3</sup>/h.

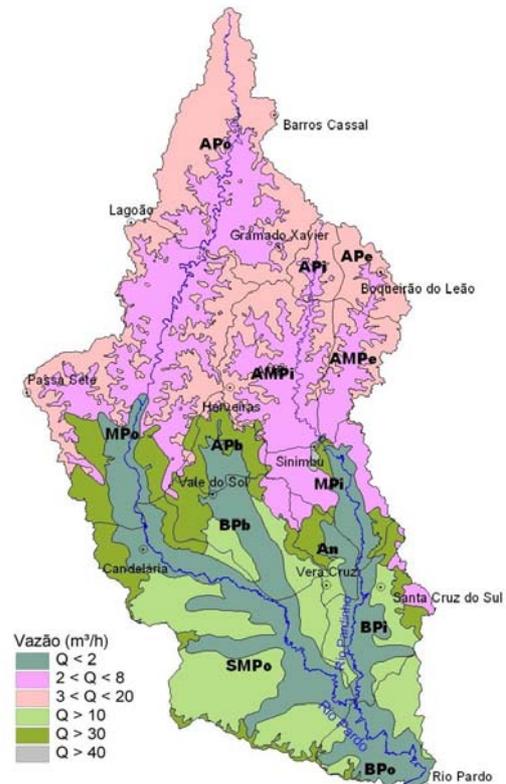
Nas Unidades MPo (parte inferior), SMPo, APb, BPb, MPi, An e BPI, que compreendem a franja de encosta e meia encosta, afloram arenitos onde as vazões podem chegar até 200 m<sup>3</sup>/h, sendo que as médias são da ordem de 30 m<sup>3</sup>/h. Quando confinados, estes aquíferos alcançam rendimento máximo.

Na porção mais plana da Bacia, incluindo as Unidades SMPo, BPb, BPI e BPo, situam-se as zonas de mais baixa potencialidade, onde são encontrados aquíferos em cujos poços as vazões obtidas são bastante baixas.

### Considerações Específicas sobre o Sistema Aquífero Guarani (SAG)

Os estratos sedimentares do Grupo Rosário do Sul associados aos arenitos da Formação Botucatu fazem parte do renomado Sistema Aquífero Guarani (SAG) que ocorre na região centro-sul da América Latina incorporando regiões da Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. Enquanto corpo hídrico, trata-se de um grande reservatório de água subterrânea o qual possui um papel estratégico dentro da região, dado o potencial quali-quantitativo de suas águas e a ocorrência de águas termais.

Do ponto de vista regional, toda a Bacia do Rio Pardo, principalmente em suas porções baixas e de encosta da serra, caracteriza-se por ser parte da grande área de recarga do SAG. Destaca-se na região a predominância das intercalações de arenitos finos, além da forte fragmentação dos arenitos Botucatu, fazendo com que sua importância em termos de recarga seja relativamente pequena quando



Mapa 2.2: Potencial de Água Subterrânea

comparadas a outras áreas de afloramentos. Entretanto, do ponto de vista da Bacia, as áreas de meia-encosta, onde afloram estratos mais arenosos, em especial toda a mancha onde afloram os arenitos das Formações Botucatu e Caturrita, devem ser consideradas como áreas de recarga específicas e merecem atenção especial.

A Figura 2.1 apresenta as áreas de recarga do SAG para a Bacia do Pardo. Observa-se uma área de recarga na região de Santa Cruz do Sul, a partir da qual as linhas de fluxo apontam para áreas confinadas do SAG (a norte e nordeste em direção à região de Lajeado e Soledade) e outra na região de Candelária com descargas apontando para a encosta e áreas baixas da Bacia. Atualmente não existe restrição legal quanto ao uso e ocupação de áreas de recarga, no entanto, é prudente evitar que atividades potencialmente poluidoras ali se desenvolvam, ou mesmo sejam incentivadas por políticas públicas.

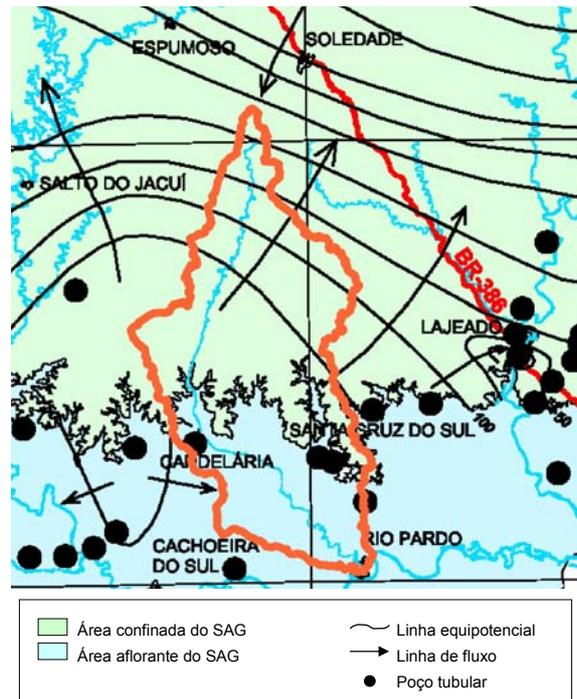


Figura 2.1 - Mapa esquemático das áreas de recarga do Sistema Aquífero Guarani no contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo.

### *Sustentabilidade dos Aquíferos e a Relação Água Superficial e Água Subterrânea*

No que concerne à sustentabilidade dos aquíferos, vale destacar o aumento progressivo do consumo de água subterrânea na Bacia do Rio Pardo. As principais razões podem ser atribuídas a: i) deterioração progressiva da qualidade dos recursos hídricos superficiais e crescentes custos de captação e tratamento; ii) vulnerabilidade das reservas superficiais aos períodos de estiagem; iii) avanços tecnológicos das bombas elétricas, o que possibilita a extração segura de grandes vazões a grandes profundidades; iv) expansão da oferta de energia elétrica; v) progressivo barateamento, redução dos prazos e dos riscos econômicos da construção dos poços; vi) impactos ambientais de difícil detecção associados às extrações de água subterrânea.

De um cenário onde a água subterrânea era utilizada para suprir demandas familiares, observa-se hoje uma tendência de busca intensa pelo recurso subterrâneo para suprir demandas do parque industrial, da agroindústria, das atividades agrícolas e das próprias cidades através dos poços públicos. Especialmente nas imediações do município de Santa Cruz do Sul, constata-se a existência de grande número de poços tubulares. O rebaixamento dos níveis dinâmico e estático dos aquíferos já se faz sentir nesta região e é consequência direta das múltiplas retiradas de água subterrânea.

O Rio Pardo, à medida que se aproxima da planície, atravessa formações aquíferas, das quais recebe importantes aportes, os quais são responsáveis pela manutenção do seu fluxo de base. O fluxo de base médio na Bacia do Rio Pardo varia na ordem de 20 a 30% da vazão média de longo período. Este valor pode ser considerado como uma aproximação do somatório da recarga gerada pelos distintos aquíferos da Bacia e um balizador dos máximos volumes de água subterrânea possíveis de extração. Portanto, além da própria perda de pressão por parte dos aquíferos, é importante salientar que a exploração indevida dos mesmos acarreta perda das descargas naturais dos aquíferos aos canais superficiais, o que, a longo prazo e sob condições drásticas, levaria a uma contínua diminuição das vazões médias do Rio Pardo.

## b) Usos da Água

Existem dois grandes grupos de usos da água, relativamente às formas com que interagem com os mananciais hídricos superficiais: os usos consuntivos e os usos não-consuntivos. Ao primeiro grupo pertencem aqueles usos que importam na retirada (derivação) de água do manancial, diminuindo, por consequência, a disponibilidade de água a jusante. Constitui-se, talvez, no principal grupo, merecendo tal destaque não apenas pelas implicações quantitativas, mas também pelas alterações qualitativas que podem provocar aos mananciais utilizados. Já os usos não-consuntivos, como o próprio nome denota, caracterizam-se pela ausência de retirada de água do manancial, embora demandem certas vazões ou quantidades disponíveis para que tenham condições plenas de ocorrência. Podem também englobar aqueles usos que retiram água dos mananciais, mas que as devolvem sem haver subtração significativa em termos quantitativos. Os principais usos consuntivos na Bacia são: irrigação, abastecimento humano, dessedentação animal e uso industrial. Entre os não-consuntivos são identificados: proteção do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; recreação, lazer e turismo; harmonia paisagística; pesca; navegação; aquicultura e geração de energia.

Para permitir uma melhor visualização quanto à localização dos usos das águas na Bacia, é apresentado um mapeamento dos usos consuntivos e não-consuntivos identificados na Bacia (Mapa 2.3, na página seguinte), mostrando tanto a localização quanto a intensidade desses usos. O enfoque utilizado neste mapa adota uma abordagem regional e integrada, tendo a Bacia do Rio Pardo como objeto e macro-unidade de análise e abrangendo tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas.

As demandas de água – tanto superficial quanto subterrânea – foram calculadas para cada um dos usos consuntivos identificados na Bacia do Rio Pardo, atingindo um total anual da ordem de 123 milhões de m<sup>3</sup>. Deste total, apenas 4,6% refere-se ao uso de águas subterrâneas.

Em termos volumétricos totais anuais, observa-se que 84,4% das demandas hídricas superficiais destinam-se para a irrigação, 10,4% para o abastecimento humano, 4,8% para a dessedentação animal e 0,4% para o uso industrial. O percentual aparentemente baixo que representa a demanda industrial superficial na Bacia pode ser explicado pelo fato de tal demanda estar mascarada pela parcela embutida na demanda do abastecimento humano da população urbana (diversas indústrias se abastecem diretamente das redes de água das grandes cidades). Ainda, é importante ratificar que se está tratando de demandas que utilizam os mananciais superficiais, e o uso industrial, mormente, utiliza mananciais subterrâneos, principalmente quando se trata de unidades industriais que contam com captações independentes (privadas).

É importante abordar dois conceitos relacionados aos usos consuntivos: demanda e consumo (e suas diferenças). Entende-se por demanda hídrica a quantidade de água necessária ou que é solicitada para a execução de uma determinada atividade; representa, assim, a quantidade de água que é extraída do manancial. Já o conceito de consumo hídrico é entendido como a parcela da demanda que é efetivamente utilizada (ou gasta) no desenvolvimento dessa atividade, seja por sua inclusão como matéria-prima no processo, seja por perdas como a evaporação e infiltração, ou mesmo a degradação da água demandada de tal forma que impeça a sua posterior utilização.

A diferença quantitativa entre a demanda e o consumo é denominada de retorno, que consiste na parcela restante da demanda que volta ao manancial, através do sistema de drenagem e sistemas de esgotamento sanitários, e em condições de ser utilizada a jusante.



Consolidação do Conhecimento sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e  
Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho

O Quadro 2.2 mostra as vazões mensais totais demandadas, e a representatividade, em termos percentuais, de cada um dos usos consuntivos nos meses de maior e menor demanda (respectivamente, janeiro, e o trimestre de junho a setembro). Já o Quadro 2.3 mostra o cenário espacial das demandas hídricas, na medida em que apresenta a distribuição das demandas por Unidade de Estudo, também enfocando o percentual da demanda correspondente a cada Unidade nos meses de pico, ou seja, nos períodos onde a demanda é máxima e mínima.

Quadro 2.2 - Demanda superficial (m³/s) na Bacia do Rio Pardo, por tipo de uso consuntivo

Tipo de Uso	Ano												Participação dos usos nos meses de pico (%)	
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	maior demanda (JAN)	menor demanda (JUN a SET)
Humano	0,405	0,405	0,405	0,386	0,386	0,366	0,366	0,366	0,366	0,386	0,386	0,405	3,35	65,30
Animal	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	1,49	32,13
Irrigação	11,469	11,059	2,220	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,294	11,099	95,03	0,00
Industrial	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,12	2,57
TOTAL	12,068	11,659	2,819	0,580	0,580	0,561	0,561	0,561	0,561	0,580	2,874	11,698	100,00	100,00

Quadro 2.3 - Demanda superficial (m³/s) na Bacia do Rio Pardo, por Unidade de Estudo

Unidade	Ano												Participação das Unidades nos meses de pico (%)	
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	maior demanda (JAN)	menor demanda (JUN a SET)
APo	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,024	0,024	0,024	0,024	0,025	0,025	0,025	0,21	4,36
MPo	0,170	0,166	0,069	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,070	0,166	1,41	8,08
APb	0,013	0,013	0,008	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,008	0,013	0,11	1,16
BPb	0,882	0,851	0,182	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,188	0,854	7,31	2,47
SMPo	7,117	6,866	1,433	0,068	0,068	0,066	0,066	0,066	0,066	0,068	1,477	6,890	58,98	11,74
BPo	1,793	1,730	0,357	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,368	1,736	14,86	2,14
APi	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,03	0,54
AMPi	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,13	2,76
APe	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,04	0,93
AMPe	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,07	1,50
MPi	0,205	0,198	0,050	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,052	0,198	1,70	2,40
An	0,272	0,263	0,069	0,020	0,020	0,019	0,019	0,019	0,019	0,020	0,070	0,264	2,25	3,40
BPi	1,558	1,515	0,593	0,345	0,345	0,328	0,328	0,328	0,328	0,345	0,584	1,519	12,91	58,52
TOTAL	12,068	11,659	2,819	0,580	0,580	0,561	0,561	0,561	0,561	0,580	2,874	11,698	100,00	100,00

Os resultados apresentados indicam a expressividade da irrigação na demanda total no período em que ocorre tal uso. Já nos meses em que não há demanda para irrigação, o abastecimento humano é a demanda predominante, cabendo destacar, novamente, que se está tratando apenas da demanda de água superficial. Já o Quadro 2.3 mostra a localização das demandas hídricas superficiais nas Unidades de Estudo, com destaque para o Sub-Médio e Baixo Pardo e para o Baixo Pardinho.

Analogamente às demandas, os Quadros 2.4 e 2.5, mostram os resultados em termos de consumo (também considerando apenas os consumos referentes às captações de mananciais superficiais), respectivamente, para os diferentes usos consuntivos identificados e para cada uma das Unidades de Estudo consideradas.

Consolidação do Conhecimento sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e  
Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho

Quadro 2.4 - Consumo superficial (m³/s) na Bacia do Rio Pardo, por tipo de uso consuntivo

Tipo de Uso	Ano												Participação dos usos nos meses de pico (%)	
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	maior consumo (JAN)	menor consumo (JUN a SET)
Humano	0,081	0,081	0,081	0,077	0,077	0,073	0,073	0,073	0,073	0,077	0,077	0,081	1,04	36,21
Animal	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	1,62	62,36
Irrigação	7,570	7,299	1,465	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,514	7,325	97,30	0,00
Industrial	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,04	1,43
TOTAL	7,780	7,509	1,675	0,206	0,206	0,202	0,202	0,202	0,202	0,206	1,720	7,535	100,00	100,00

Quadro 2.5 - Consumo superficial (m³/s) na Bacia do Rio Pardo, por Unidade de Estudo

Unidade	Ano												Participação das Unidades nos meses de pico (%)	
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	maior consumo (JAN)	menor consumo (JUN a SET)
APo	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,17	6,53
MPo	0,108	0,105	0,042	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,042	0,106	1,39	12,80
APb	0,009	0,009	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,009	0,12	2,25
BPb	0,583	0,562	0,121	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,124	0,564	7,49	4,80
SMPo	4,682	4,516	0,931	0,030	0,030	0,029	0,029	0,029	0,029	0,030	0,960	4,532	60,18	14,57
BPo	1,183	1,141	0,235	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,242	1,145	15,20	3,48
APi	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,03	1,04
AMPi	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,14	5,36
APe	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,05	1,80
AMPe	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,08	2,92
MPi	0,136	0,131	0,034	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,035	0,132	1,74	4,67
An	0,172	0,166	0,038	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,039	0,167	2,21	2,99
BPi	0,871	0,843	0,234	0,078	0,078	0,074	0,074	0,074	0,074	0,078	0,236	0,846	11,20	36,79
TOTAL	7,780	7,509	1,675	0,206	0,206	0,202	0,202	0,202	0,202	0,206	1,720	7,535	100,00	100,00

A comparação entre demandas e consumos (Quadros 2.2 e 2.4) oferece uma interessante observação: a despeito da irrigação ser o uso predominante em ambos os casos, a segunda colocação passa a ser do uso para dessedentação animal quando considerado o consumo, no lugar do abastecimento humano, no caso da demanda, como resultado dos diferentes coeficientes de retorno adotados. A participação percentual de cada Unidade de Estudo no contexto da Bacia (considerando o mês de maior consumo) é similar ao cenário observado no quadro de demandas, pois o que afeta esta distribuição é a irrigação, e esta é determinada principalmente pelo fator “localização” (muito mais que pelo fator “coeficiente de retorno”).

O Mapa 2.4 retrata a distribuição espacial dos consumos de água superficial na Bacia do Rio Pardo, para o mês de janeiro, onde as cores mais intensas indicam a localização dos maiores valores.



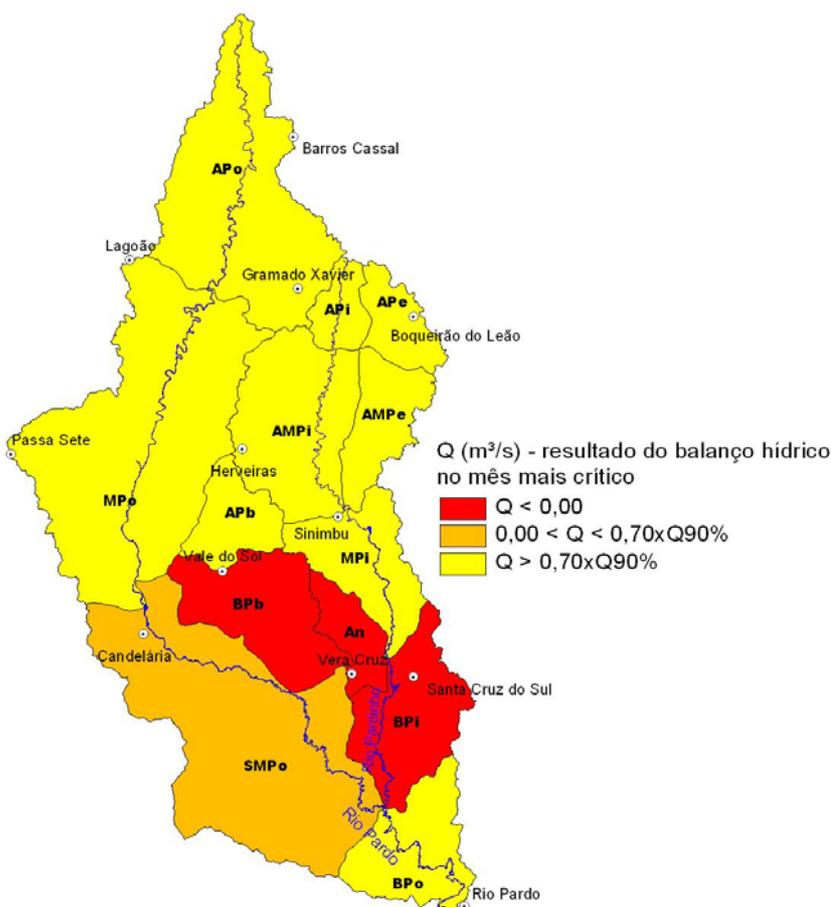
disponibilidades *versus* consumos representam situações mais próximas da realidade para as Unidades de Estudo. Já os balanços considerando as demandas retratam com mais propriedade situações localizadas e específicas quanto a déficits, visto que os retornos podem ocorrer em locais mais distantes (a jusante das captações). Por outro lado, os balanços que consideram as disponibilidades mínimas oferecem melhor visibilidade da situação real quanto às captações de água nos mananciais, enquanto para as disponibilidades médias indicam as possibilidades máximas de utilização destes recursos hídricos, mediante a implantação de obras de acumulação e regularização.

Os balanços hídricos abrangem os doze meses do ano, permitindo incorporar a forte variação sazonal que ocorre na Bacia, tanto para as disponibilidades, quanto para as demandas, notadamente em razão da irrigação do arroz que ocorre basicamente entre os meses de verão. Da forma como foram estruturados, os balanços hídricos permitem identificar situações específicas, tanto no espaço (Unidades de Estudo), quanto no tempo (ao longo dos doze meses do ano). Complementarmente, foram consideradas as capacidades hídricas dos açudes nas Unidades de Estudo onde essas quantidades hídricas acumuladas são expressivas.

O Quadro 2.6 apresenta o balanço hídrico comparando as disponibilidades mínimas ( $Q_{90\%}$ ) acrescidas das contribuições dos açudes com os consumos de água. Nota-se nessa situação, que apenas as Unidades de Estudo do Baixo Plumbs, Arroio Andréas e Baixo Pardinho apresentam ocorrência de déficit hídrico, embora no Baixo Plumbs, o déficit em dezembro possa ser considerado não significativo.

Na Unidade do Baixo Pardinho observa-se déficit hídrico em janeiro, no entanto o Lago Dourado tem capacidade de atender aos consumos urbanos de Santa Cruz do Sul; desta forma, não há a ocorrência dessa deficiência.

O Mapa 2.5 apresenta os resultados do balanço hídrico entre disponibilidades mínimas ( $Q_{90\%}$ ) e consumos, considerando a açudagem. Pode-se concluir, então, que não ocorrem, atualmente, déficits hídricos significativos na Bacia do Rio Pardo (no que tange aos usos consuntivos), quando se considera, como condição referencial para a disponibilidade mínima, uma garantia (ou permanência) de 90% e a capacidade de açudagem na Bacia. De fato, esta constatação faz sentido, visto que não seria viável economicamente a manutenção de atividades – principalmente



Mapa 2.5: Balanço Hídrico Superficial Disponibilidades Mínimas *versus* Consumos (considerando açudagem)

Consolidação do Conhecimento sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e  
Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho

produtivas – sem uma garantia mínima de sucesso ou retorno. Cabe destacar, ainda, que o Lago Dourado apresenta-se como solução para a regularização do abastecimento de água para a cidade de Santa Cruz do Sul nos meses de menor disponibilidade hídrica no Rio Pardinho.

Quadro 2.6 - Balanço Hídrico Superficial 5: Disponibilidades Mínimas (Q90%) mais Açudagem versus Consumos (m³/s)\*

Unidade	Sub-Bacia	Item do Balanço	Ano											
			JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
APo	Pardo	Q <sub>90%</sub>	1,040	1,357	0,907	0,886	1,219	1,572	3,477	2,791	2,325	3,595	1,808	0,815
		Consumo	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
		<b>Balanço</b>	<b>1,026</b>	<b>1,344</b>	<b>0,893</b>	<b>0,873</b>	<b>1,205</b>	<b>1,559</b>	<b>3,463</b>	<b>2,777</b>	<b>2,311</b>	<b>3,581</b>	<b>1,794</b>	<b>0,801</b>
MPo	Pardo	Q <sub>90%</sub>	1,575	2,054	1,373	1,342	1,845	2,378	5,255	4,219	3,515	5,434	2,734	1,234
		Consumo	0,108	0,105	0,042	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,042	0,106
		<b>Balanço<sup>[1]</sup></b>	<b>2,493</b>	<b>3,293</b>	<b>2,225</b>	<b>2,189</b>	<b>3,024</b>	<b>3,911</b>	<b>8,693</b>	<b>6,970</b>	<b>5,800</b>	<b>8,989</b>	<b>4,486</b>	<b>1,930</b>
APb	Pardo	Q <sub>90%</sub>	0,225	0,293	0,196	0,191	0,263	0,339	0,748	0,601	0,500	0,773	0,389	0,176
		Consumo	0,009	0,009	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,009
		<b>Balanço</b>	<b>0,215</b>	<b>0,284</b>	<b>0,190</b>	<b>0,187</b>	<b>0,258</b>	<b>0,334</b>	<b>0,744</b>	<b>0,596</b>	<b>0,496</b>	<b>0,769</b>	<b>0,384</b>	<b>0,167</b>
BPb	Pardo	Q <sub>90%</sub>	0,485	0,632	0,424	0,414	0,568	0,731	1,612	1,295	1,079	1,667	0,840	0,381
		Consumo	0,583	0,562	0,121	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,124	0,564
		<b>Balanço<sup>[1]</sup></b>	<b>0,118</b>	<b>0,354</b>	<b>0,494</b>	<b>0,591</b>	<b>0,817</b>	<b>1,056</b>	<b>2,346</b>	<b>1,881</b>	<b>1,566</b>	<b>2,426</b>	<b>1,100</b>	<b>-0,016</b>
SMPo	Pardo	Q <sub>90%</sub>	1,478	1,930	1,289	1,260	1,733	2,235	4,943	3,968	3,305	5,111	2,570	1,158
		Açudagem	2,120	2,120	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,120
		Consumo	4,682	4,516	0,931	0,030	0,030	0,029	0,029	0,029	0,029	0,030	0,960	4,532
		<b>Balanço<sup>[1]</sup></b>	<b>1,527</b>	<b>3,180</b>	<b>3,077</b>	<b>4,010</b>	<b>5,544</b>	<b>7,172</b>	<b>15,953</b>	<b>12,790</b>	<b>10,642</b>	<b>16,497</b>	<b>7,196</b>	<b>0,676</b>
BPo	Pardo	Q <sub>90%</sub>	0,385	0,503	0,336	0,328	0,452	0,583	1,290	1,035	0,862	1,334	0,670	0,302
		Açudagem	0,570	0,570	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,570
		Consumo	1,183	1,141	0,235	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,242	1,145
		<b>Balanço<sup>[1]</sup></b>	<b>1,300</b>	<b>3,223</b>	<b>3,814</b>	<b>5,157</b>	<b>6,967</b>	<b>11,334</b>	<b>24,103</b>	<b>16,308</b>	<b>17,658</b>	<b>23,722</b>	<b>9,222</b>	<b>0,852</b>
APi	Pardinho	Q <sub>90%</sub>	0,039	0,056	0,054	0,053	0,062	0,217	0,412	0,151	0,370	0,354	0,111	0,078
		Consumo	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
		<b>Balanço</b>	<b>0,037</b>	<b>0,054</b>	<b>0,052</b>	<b>0,051</b>	<b>0,060</b>	<b>0,215</b>	<b>0,410</b>	<b>0,149</b>	<b>0,368</b>	<b>0,352</b>	<b>0,109</b>	<b>0,076</b>
AMPI	Pardinho	Q <sub>90%</sub>	0,186	0,266	0,256	0,250	0,293	1,029	1,955	0,719	1,756	1,682	0,529	0,370
		Consumo	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
		<b>Balanço<sup>[1]</sup></b>	<b>0,212</b>	<b>0,309</b>	<b>0,297</b>	<b>0,290</b>	<b>0,342</b>	<b>1,232</b>	<b>2,354</b>	<b>0,857</b>	<b>2,112</b>	<b>2,024</b>	<b>0,628</b>	<b>0,435</b>
APE	Pardinho	Q <sub>90%</sub>	0,058	0,082	0,079	0,077	0,090	0,313	0,594	0,219	0,533	0,511	0,162	0,114
		Consumo	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
		<b>Balanço</b>	<b>0,054</b>	<b>0,079</b>	<b>0,076</b>	<b>0,074</b>	<b>0,087</b>	<b>0,310</b>	<b>0,590</b>	<b>0,216</b>	<b>0,530</b>	<b>0,508</b>	<b>0,158</b>	<b>0,110</b>
AMPe	Pardinho	Q <sub>90%</sub>	0,081	0,116	0,112	0,109	0,128	0,451	0,858	0,315	0,771	0,738	0,232	0,162
		Consumo	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
		<b>Balanço<sup>[1]</sup></b>	<b>0,130</b>	<b>0,189</b>	<b>0,182</b>	<b>0,177</b>	<b>0,209</b>	<b>0,755</b>	<b>1,443</b>	<b>0,525</b>	<b>1,295</b>	<b>1,240</b>	<b>0,384</b>	<b>0,266</b>
MPI	Pardinho	Q <sub>90%</sub>	0,115	0,163	0,158	0,154	0,180	0,630	1,197	0,441	1,075	1,030	0,325	0,227
		Consumo	0,136	0,131	0,034	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,035	0,132
		<b>Balanço<sup>[1]</sup></b>	<b>0,321</b>	<b>0,530</b>	<b>0,603</b>	<b>0,611</b>	<b>0,721</b>	<b>2,608</b>	<b>4,984</b>	<b>1,814</b>	<b>4,473</b>	<b>4,285</b>	<b>1,302</b>	<b>0,797</b>
An	Pardinho	Q <sub>90%</sub>	0,060	0,081	0,079	0,077	0,088	0,280	0,522	0,199	0,470	0,451	0,150	0,108
		Consumo	0,172	0,166	0,038	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,039	0,167
		<b>Balanço</b>	<b>-0,112</b>	<b>-0,085</b>	<b>0,040</b>	<b>0,070</b>	<b>0,082</b>	<b>0,274</b>	<b>0,516</b>	<b>0,193</b>	<b>0,464</b>	<b>0,445</b>	<b>0,110</b>	<b>-0,059</b>
BPI	Pardinho	Q <sub>90%</sub>	0,176	0,233	0,226	0,221	0,252	0,779	1,441	0,557	1,299	1,246	0,421	0,307
		Açudagem	0,190	0,190	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,190
		Consumo	0,871	0,843	0,234	0,078	0,078	0,074	0,074	0,074	0,074	0,078	0,236	0,846
		<b>Balanço<sup>[1]</sup></b>	<b>-0,185</b>	<b>0,110</b>	<b>0,636</b>	<b>0,826</b>	<b>0,978</b>	<b>3,587</b>	<b>6,867</b>	<b>2,490</b>	<b>6,161</b>	<b>5,898</b>	<b>1,598</b>	<b>0,449</b>

[1] balanço acumulado; considerando as células de montante, conforme Modelo Lógico de Cálculo

  Unidade final do Modelo Lógico de Transferência, onde está o resultado final do Balanço Hídrico da Bacia do Rio Pardo

\* (considerando a parcela de retorno proveniente da demanda de água subterrânea - esta parcela foi acrescentada na disponibilidade).

Observa-se, também, que os consumos estão, atualmente e para algumas Unidades de Estudo, próximos das disponibilidades referenciais de mínimas (90% de garantia), visto que saldos positivos dos balanços devem ser considerados como necessários para a manutenção dos ambientes aquáticos e ribeirinhos, bem como de outros usos não consuntivos da água. As Unidades de Estudo em que a situação atual já está próxima de um limite aceitável, quanto ao balanço hídrico e considerando a necessidade de se dispor de vazão nos cursos de água para satisfazer os demais usos não consuntivos, são: Baixo Plumbs, Sub-Médio Pardo, Baixo Pardo, Andréas e Baixo Pardinho.

Os balanços hídricos para outras situações (disponibilidades médias e demandas e consumos sem considerar a açudagem) foram calculados e os resultados estão apresentados no RE-A.

## 2.2. QUALIDADE DAS ÁGUAS

Neste item são apresentados os resultados dos estudos realizados com o objetivo de caracterizar, ao longo da Bacia do Rio Pardo, a qualidade das águas, tanto superficiais quanto subterrâneas. Tais resultados são apresentados de forma sintética e analítica, sendo que as informações de origem constam dos relatórios técnicos anteriormente elaborados. Inicialmente são apresentadas as características das águas superficiais através dos resultados das campanhas de amostragem em pontos selecionados ao longo da rede hidrográfica da Bacia do Rio Pardo e uma análise quanto à compatibilidade entre a qualidade atual das águas superficiais e o padrão qualitativo requerido face aos usos atuais verificados (conforme estabelecido na Resolução CONAMA 357/05), em cada Unidade de Estudo. Na seqüência são comentadas as principais características das águas subterrâneas, com base em estudos realizados e dados históricos.

### a) Águas Superficiais

As águas superficiais da Bacia do Rio Pardo foram estudadas, quanto às suas características qualitativas, a partir da análise de dados históricos e da realização de amostragem direta, sobre a rede hidrográfica, em pontos especialmente selecionados para o presente trabalho. A localização desses pontos de amostragem foi resultado de reunião de trabalho entre a equipe técnica da Consultora e técnicos da FEPAM. Como resultado, foram definidos oito pontos de coleta localizados de forma a possibilitar uma ampla abrangência espacial da Bacia e em locais representativos face às atividades produtivas e à ocupação do solo. Para esses pontos, foram realizadas duas campanhas de amostragem: uma caracterizando o período mais úmido (outubro de 2004) e outra típica de período seco (fevereiro de 2005). Para alguns pontos especiais foram realizadas análises quanto à presença de princípios ativos relativos aos principais agrotóxicos utilizados na Bacia (essa análise somente para a campanha de período seco). Também foram consideradas as informações decorrentes dos quatro pontos de amostragem monitorados trimestralmente pela rede de monitoramento do Pró-Guaíba na Bacia. Tais pontos são apresentados no Mapa 2.6.

A seguir, são comentados os resultados das duas campanhas, de forma comparativa, abordando os aspectos referentes às Classes de Uso (Resolução CONAMA 357/05) e ao Índice de Qualidade das Águas (IQA), para cada um dos oito pontos amostrados. Cabe destacar que na análise de compatibilidade foram incluídos os quatro pontos operados pela rede do Pró-Guaíba.

Os resultados da avaliação da qualidade das águas, utilizando o IQA, indicaram um nível melhor de qualidade para a campanha de fevereiro de 2005, observada especialmente pela redução no nível de contaminação fecal destes recursos hídricos, particularmente no ponto Po7 (no arroio Plumbs). Os resultados do IQA na campanha de outubro de 2004 indicaram um decréscimo da qualidade da água em direção à foz dos rios Pardo e Pardinho. A causa para a degradação qualitativa das águas entre as



Consolidação do Conhecimento sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e  
Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho

Quadro 2.7 - Classificação dos parâmetros para os pontos de amostragem nas campanhas de período úmido e seco, segundo as Classes de Uso da Resolução 357/05 do CONAMA

Parâmetros	Unidade	Padrões CONAMA 357/05				Pontos FEPAM				Pontos CORSAN				Pontos ECOPLAN (UNISC)														
		1	2	3	4	JA 194 PD 117	JA 194 PD 005	JA 194 PD 104	JA 194 PD 037 PN 027	Po 1		Po 2		Po 6		Po 7		Pi 3		Pi 4		Pi 5		Pi 8				
		< 200	< 1.000	entre 1000 e 1000 (depende do uso)	> 2	Umidade	Seco	Umidade	Seco	Umidade	Seco	Umidade	Seco	Umidade	Seco	Umidade	Seco	Umidade	Seco	Umidade	Seco	Umidade	Seco	Umidade	Seco	Umidade	Seco	
Coliformes fecais	NMP/100 mL					2400		40	10	120	10	140	500	220	80	270	80	3000	80	110	170	260	80	330	110	90	500	
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	≤ 3	≤ 5	≤ 10	-	1	4	1	1,6	0,6	3,7	0,8	0,1	2,4	0,9	0,8	6,1	1,6	1,0	0,1	1,6	0,5	0,9	4,0	0,7	0,4		
Oxigênio Dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	≥ 6	≥ 5	≥ 4	> 2	9,2	4,5	7,8	5,8	8	6,1	10	6,1	8,8	6,1	8,4	5,6	8,8	6,4	10	5	9,5	6	9	5,7	10	6,1	
Turbidez	UNT	40	100	100	-	24	9	104	39	14	5,8	12	51	62	13,2	73	13,6	39,4	9,8	10,2	0,2	7,3	1,2	30,9	11,1	10,5	1	
pH	-	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6,7	6,7	6,4	7,5	7,4	7,5	6,9	7,0	7,0	7,0	5,3	7,2	7,6	7,9	7,2	7,3	7,2	7,5	7,0	8,3	7,1	7,3	
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L N	3,7 (pH=7,5); 2,0 (7,5<pH=8,0); 1,0 (8,0<pH=8,5); 0,5 (pH=8,5)	3,7 (pH=7,5); 2,0 (7,5<pH=8,0); 1,0 (8,0<pH=8,5); 0,5 (pH=8,5)	13,3 (pH=7,5); 5,6 (7,5<pH=8,0); 2,2 (8,0<pH=8,5); 1,0 (pH=8,5)	-	0,0248	0,18	0,0517	1,2	0,1	0	0	0,4	< 0,1	0,28	0,34	0,65	0,23	0,1	0,46	0,1	< 0,1	0,1	0,4	0,52	1,38	0,1	0,34
Cádmio	mg/L Cd	< 0,001	< 0,001	< 0,01	-	Z	Z	NA	NA	NA	NA	NA	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	
Chumbo	mg/L Pb	< 0,01	< 0,01	< 0,033	-	ND	ND	< 0,003	NA	< 0,006	NA	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Cobre Dissolvido	mg/L Cu	< 0,009	< 0,009	< 0,013	-	0,007	0,007	< 0,02	NA	< 0,02	NA	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Cromo	mg/L Cr	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-	ND	ND	< 0,003	NA	< 0,003	NA	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	
Ferro Dissolvido	mg/L Fe	< 0,3	< 0,3	< 5,0	-	0,668	3,08	0,9	NA	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Fósforo total	mg/L P	< 0,1	< 0,1	< 0,15	-	Z	0,0457	Z	0,276	0,03	0,05	0,04	0,07	0,11	0,04	0,12	0,03	0,11	0,03	0,19	< 0,01	0,05	0,03	0,11	0,06	0,03	< 0,01	
Mercurio	mg/L Hg	< 0,0002	< 0,0002	< 0,002	-	ND	ND	< 0,0025	NA	< 0,0025	NA	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	
Níquel	mg/L Ni	< 0,025	< 0,025	< 0,025	-	ND	ND	< 0,008	NA	< 0,008	NA	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	< 500	< 500	< 500	-							8,2	22,4	20,4	56,6	21,8	56,1	41,2	136,4	16,6	45,6	21,2	72,0	25,4	154,6	18,8	46,8	
Zinco	mg/L Zn	< 0,18	< 0,18	< 5,0	-	ND	0,108	< 0,06	NA	< 0,06	NA	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,03	< 0,02	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Atrazina	mg/L	2	2	2	-			< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Simazina	mg/L	2	2	2	-			< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
2,4 - D <sup>1)</sup>	mg/L	4,0	4,0	30	-			< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Classe do ponto no período		3	3	3	4	3	3	3	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	4	2	1	2	3	1	3	2	
Parâmetros fora da Classe 2 (Classe do Parâmetro)		Fe (3)	OD (3)	CF (4) Turb (4) Fe (3)	Fe (3)	Fe (3)	Fe (3)	Fe (3)	Fe (3)	Fe (3)	Fe (3)	Fe (3)	Fe (3)	Fe (3)	Fe (3)	Fe (3)	CF (4) DBO (3) Pt (3)	CF (4) DBO (3) Pt (3)	CF (4) DBO (3) Pt (3)	Pt (4)	Pt (3)	Pt (3)	Pt (3)	Pt (3)	Nit (3)	Nit (3)		

Nota: A campanha do período úmido foi realizada em outubro de 2004 e campanha do período seco foi realizada em fevereiro de 2005.

[1] Parâmetro analisado pela EcoPLAN (Unisc) em 3 pontos, sendo um deles no ponto da CORSAN JA 194 PD 104.

Convenções:

Pontos da FEPAM: Z e CC = análise não realizada (por diferentes motivos); ND = não detectado;

Pontos da CORSAN: NA = não analisado

Pontos da ECOPLAN (UNISC): as células em vermelho indicam análise para Nitrogênio Total.

Paralelamente, para cada Unidade de Estudo foram identificados os principais usos das águas superficiais e, com base nesses usos, foram definidas as Classes de Uso requeridas (conforme a Resolução 357/05). Importante comentar que, afora os usos da água identificados na Bacia, foi considerado também o uso “proteção de comunidades aquáticas”, o que implicou na exigência de enquadramento de todas as Unidades na Classe 2.

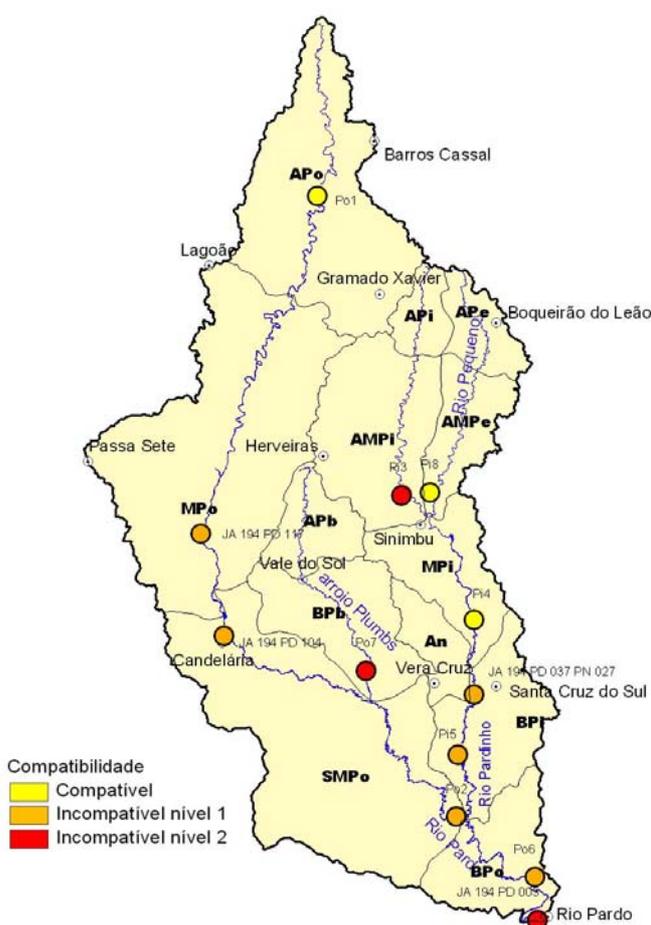
Para possibilitar uma comparação quanto à compatibilidade entre a qualidade atual das águas superficiais e aquela requerida pelos usos identificados, foi elaborado o Quadro 2.8. Nesse quadro, foi definido, também, qual o ponto de amostragem representativo para cada Unidade de Estudo, sendo que para aquelas que não possuíam, em sua área de abrangência espacial pontos de amostragem, não foi atribuída qualquer Classe. A última coluna do quadro apresenta a situação de compatibilidade entre qualidade e uso. Esta situação está retratada no Mapa 2.7, onde foi utilizado um sistema de cores para representar os níveis de incompatibilidade resultantes do confronto entre qualidade e usos. Assim,

foi atribuída a cor amarela para os pontos que apresentaram compatibilidade entre qualidade e usos, cor laranja para incompatibilidade nível 1 (distância entre a qualidade requerida e a atual de uma Classe, ou seja, como para todos os pontos a Classe requerida é a Classe 2, a cor laranja corresponde aos pontos de Classe 3) e cor vermelha para os pontos onde a incompatibilidade mostrou-se mais severa (pontos de Classe 4).

Nos casos em que foram identificados ou considerados dois pontos de amostragem para uma mesma Unidade de Estudo, a situação quanto à compatibilidade foi definida com base na condição mais restritiva.

Com base nos resultados relativos à compatibilidade entre a qualidade atual das águas e aquela requerida em função dos seus usos, é possível observar uma nítida tendência de maior incompatibilidade nos pontos localizados nas Unidades de Estudo posicionadas na porção média e baixa da Bacia do Rio Pardo.

Na Unidade de Estudo do Médio Pardo, observa-se incompatibilidade dos parâmetros Ferro e Oxigênio Dissolvido. Na Unidade Sub-



Mapa 2.7: Compatibilidade entre Qualidade e Usos

Médio Pardo, onde estão localizados dois pontos de amostragem, os parâmetros que ultrapassaram os limites da Classe 2, enquadrando os pontos de amostragem na Classe 3 foram o Ferro e o Fósforo total. Na Unidade de Estudo do Baixo Pardinho, que conta com dois pontos de amostragem, três parâmetros apresentaram concentrações de Classe 3: Ferro, no ponto da CORSAN, onde está situada a captação de Santa Cruz do Sul no Rio Pardinho e Fósforo total e Nitrogênio total no ponto Pi5, sendo que este foi ultrapassado na campanha de período úmido e aquele na campanha de período seco. No Baixo Plumbs o ponto de amostragem representativo apresentou três parâmetros fora da Classe

Consolidação do Conhecimento sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e  
Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho

Quadro 2.8 - Compatibilidade entre Qualidade das Águas Superficiais e os Usos Atuais

Unidades de Estudo	Sigla	Principais Usos Atuais das Águas	Classe de Uso Requerida	Ponto de Amostragem	Classe de Uso mais Restritiva [1]	Parâmetros fora da Classe de Uso Requerida	Compatibilidade Qualidade/Uso [2]
Alto Pardo	APo	Abast. Humano Dessed. Animal Recreação Proteção*	2	Po1 (ECOPLAN/UNISC)	2	--	Compatível
Médio Pardo	MPo	Abast. Humano Dessed. Animal Recreação Proteção*	2	JA 194 PD 117 (FEPAM)	3	Ferro (U) OD (S)	Incompatível 2 parâmetros
Alto Plumbs	APb	Dessed. Animal Proteção*	2	--	SI		
Baixo Plumbs	BPb	Dessed. Animal Irrigação Proteção*	2	Po7 (ECOPLAN/UNISC)	4	Colif., DBO e Fosf. Total (U)	Incompatível 3 parâmetros
Sub-Médio Pardo	SMPo	Abast. Humano Dessed. Animal Recreação Irrigação Proteção*	2	JA 194 PD 104 (CORSAN)	3	Ferro (U)	Incompatível 1 parâmetro
				Po2 (ECOPLAN/UNISC)	3	Fosfato Total (U)	Incompatível 1 parâmetro
Baixo Pardo	BPo	Dessed. Animal Irrigação Recreação Proteção*	2	JA 194 PD 005 (FEPAM)	4	Colif., Turb. e Fe (U) Fosf. Total (S)	Incompatível 4 parâmetros
				Po6 (ECOPLAN/UNISC)	3	Fosf. Total (U)	Incompatível 1 parâmetro
Alto Pardinho	APi	Dessed. Animal Proteção*	2	--	SI		
Alto-Médio Pardinho	AMPi	Dessed. Animal Proteção*	2	Pi3 (ECOPLAN/UNISC)	4	Fosf. Total (U)	Incompatível 1 parâmetro
Alto Pequeno	APe	Dessed. Animal Proteção*	2	--	SI		
Alto-Médio Pequeno	AMPe	Dessed. Animal Proteção*	2	Pi8 (ECOPLAN/UNISC)	2		Compatível
Médio Pardinho	MPi	Abast. Humano Dessed. Animal Recreação Irrigação Proteção*	2	Pi4 (ECOPLAN/UNISC)	2		Compatível
Andréas	An	Abast. Humano Dessed. Animal Recreação Irrigação Proteção*	2	--	SI		
Baixo Pardinho	BPi	Dessed. Animal Irrigação Recreação Proteção*	2	JA 194 PD 037 (CORSAN)	3	Ferro (U)	Incompatível 1 parâmetro
				Pi5 (ECOPLAN/UNISC)	3	Fosf. Total (U) Nitrogênio Amon. (S)	Incompatível 2 parâmetros

OBS.: \*Proteção = proteção de comunidades aquáticas (cfe. Resolução CONAMA 357/05)

[1] Corresponde à Classe de Uso do parâmetro em condição mais desfavorável.

[2] Situações: Compatível se nenhum parâmetro estiver fora da Classe de Uso Requerida; Incompatível se ao menos um parâmetro estiver fora da Classe de Uso Requerida.

(U) Campanha do período úmido; (S) Campanha do período seco.

Fonte de Dados: FEPAM, 2004/2005; CORSAN 2004/2005; UNISC, 2004/2005

Elaboração: EcoPlan, 2005.

requerida, tendo inclusive sido enquadrado na Classe 4 (por decorrência dos altos níveis de Coliformes fecais). Por fim, no Baixo Pardo, no ponto junto à cidade de Rio Pardo, operado pela FEPAM, houve a pior situação de incompatibilidade, com quatro parâmetros acima dos limites estabelecidos para a Classe de Uso requerida: Coliformes fecais (Classe 4), Turbidez (Classe 4), Ferro (Classe 3) e Fósforo total (Classe 4), demonstrando os efeitos dos lançamentos de esgotos urbanos (domésticos) e de efluentes rurais (excessos das lavouras). Nesta mesma Unidade, no ponto Po6 (após a confluência do Rio Pardinho no Rio Pardo), apenas o Fósforo total ficou fora dos limites estabelecidos para a Classe requerida, enquadrando o ponto na Classe 3.

Em termos gerais, sete parâmetros superaram as concentrações limites estabelecidas pelas Classes de Uso requeridas nos pontos analisados: o Fósforo total, com maior número de ocorrências (em 6 pontos), o Ferro (apresentou nível Classe 3 em todos os pontos analisados, que foram apenas os da rede do Pró-Guaíba, e somente na campanha de período úmido), o índice de Coliformes Fecais (encontrado em dois pontos, ambos no Rio Pardo, na campanha do período úmido), a Turbidez, o Oxigênio Dissolvido, a Demanda Bioquímica de Oxigênio e o Nitrogênio Amoniacal. Tal como o Fósforo Total, as concentrações de Ferro parecem decorrer mais de fatores naturais da Bacia, do que de ações antrópicas.

Importante esclarecer que a turbidez na água é causada pela presença de materiais em suspensão, resultantes tanto dos processos naturais de erosão, como descargas de esgotos domésticos e industriais. Pelo fato de ter ocorrido associada a número elevado de Coliformes Fecais, a origem da turbidez pode estar associada à presença de lançamentos de esgotos domésticos (junto à cidade de Rio Pardo), assim como a DBO. O baixo índice de OD encontrado, muito provavelmente, é decorrente das baixas (até nulas) vazões fluviais durante a realização da campanha de amostragem do período seco. Já o Nitrogênio Amoniacal ocorreu em níveis elevados apenas na Unidade de Estudo do Baixo Pardinho, no período seco, e sua origem, provavelmente, está associada aos esgotos domésticos provenientes de Santa Cruz de Sul e às atividades pecuárias – notadamente de suínos e aves.

No entanto, em termos gerais e combinados, observa-se que a qualidade das águas na Unidade do Baixo Pardinho apresenta situação global bastante degradada, com diversos parâmetros em situação de baixa qualidade, o que também é observado no ponto de amostragem da Unidade do Baixo Pardo, constituindo-se esses os pontos críticos da Bacia em termos de qualidade geral da água.

## **b) Águas Subterrâneas**

As características químicas e de qualidade das águas subterrâneas da Bacia do Rio Pardo foram definidas com base nas análises hidrogeoquímicas das águas dos sistemas aquíferos realizadas através de projetos de pesquisa acadêmicos, nas análises de águas provenientes de poços públicos e privados encontrados nos bancos de dados SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas).

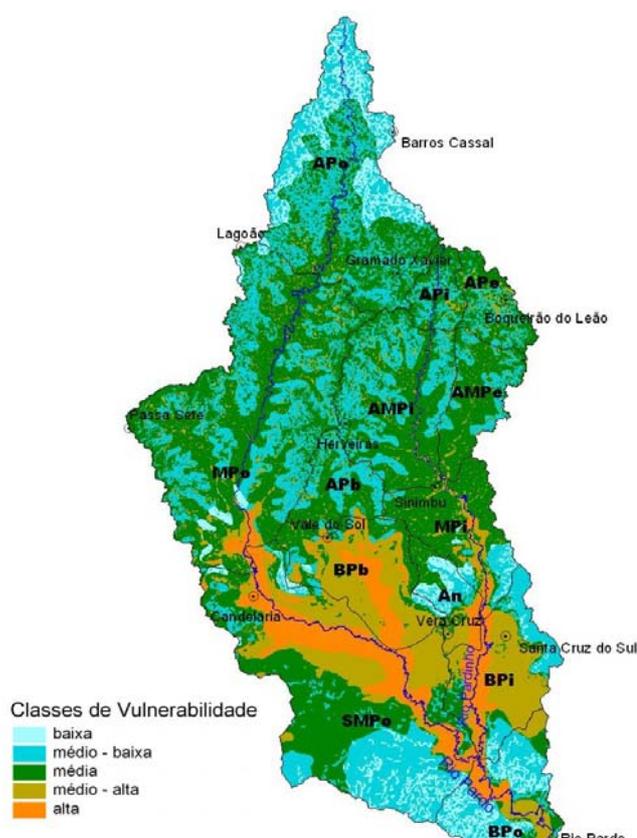
O resultado da pesquisa evidencia a existência de dois campos hidrogeoquímicos nas águas do sistema aquífero Serra Geral, na Bacia do Rio Pardo: campo das águas bicarbonatadas calcomagnesianas, com pH ácido e campo das águas bicarbonatadas sódicas, com pH alcalino.

Para as águas de intemperismo do Sistema Aquífero Serra Geral, verifica-se uma estratificação hidrogeoquímica, com progressivo enriquecimento dos teores de cálcio e magnésio e sólidos totais do topo para a base do aquífero, não havendo restrição para o consumo humano, animal, irrigação e industrial devido a seu baixo conteúdo iônico. A ocorrência de águas bicarbonatadas sódicas alcalinas indica uma potencialidade para o desenvolvimento de estações hidrominerais e indústrias de produção de águas minerais na região.

A pesquisa indicou, também, possibilidade de contaminação decorrente da proximidade com fontes contaminantes ou da inadequação do selamento sanitário superficial. Essa situação não é preocupante, uma vez que os poços em áreas urbanas são utilizados, predominantemente, para fins industriais. Aqueles poços que integram os sistemas de abastecimento municipal, usualmente, recebem, no mínimo, cloração. Já a grande quantidade de poços em zonas rurais está menos sujeita à contaminação, mas, para tanto, é necessário que os poços sejam construídos com a técnica adequada (com revestimento e selamento, e atingindo os aquíferos apropriados).

A presença sistemática de teores de flúor elevados é, também, um fator de preocupação na Bacia do Rio Pardo. Trabalhos realizados pela UNISC abrangendo 155 poços em 19 municípios da região mostraram que aproximadamente 12% dos poços fornecem águas com teores excessivos de Flúor. Por sua vez, trabalhos desenvolvidos pela UFSM, em 2004, descrevem a existência de 118 poços com excesso de Flúor numa faixa de 320 km da chamada depressão periférica, incluindo plenamente a área da Bacia do Rio Pardo. Ainda, segundo estudos regionais, tem-se verificado a ocorrência de fluorose dentária em crianças em nível da comunidade, agravando a questão relacionada a esta substância.

Com relação às Unidades de Estudo, pode-se concluir que, nas proximidades dos maiores centros urbanos (Santa Cruz do Sul, Candelária, Rio Pardo e Vera Cruz) e ao extrair água de aquíferos mais superficiais, há maior potencial de contaminação das águas subterrâneas, exigindo, assim, maiores cuidados na construção dos poços. Ou seja, nas Unidades do Sub-Médio Pardo, Baixo Pardo, Alto e Médio Plumbs, Andréas e Médio e Baixo Pardinho, há maior possibilidade de contaminação das águas subterrâneas.



Mapa 2.8: Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos

Cabe destacar a importância da preservação das áreas vulneráveis à contaminação de água subterrânea da Bacia, com vistas a garantir um adequado nível de qualidade hídrica. A vulnerabilidade natural dos aquíferos é representada pelas características intrínsecas que determinam a suscetibilidade de um aquífero a ser afetado por uma carga contaminante, por exemplo: a textura e a condutividade hidráulica dos solos, a geologia, a topografia, e as áreas de recarga. O Mapa 2.8 apresenta a situação de vulnerabilidade natural dos aquíferos da Bacia do Rio Pardo.

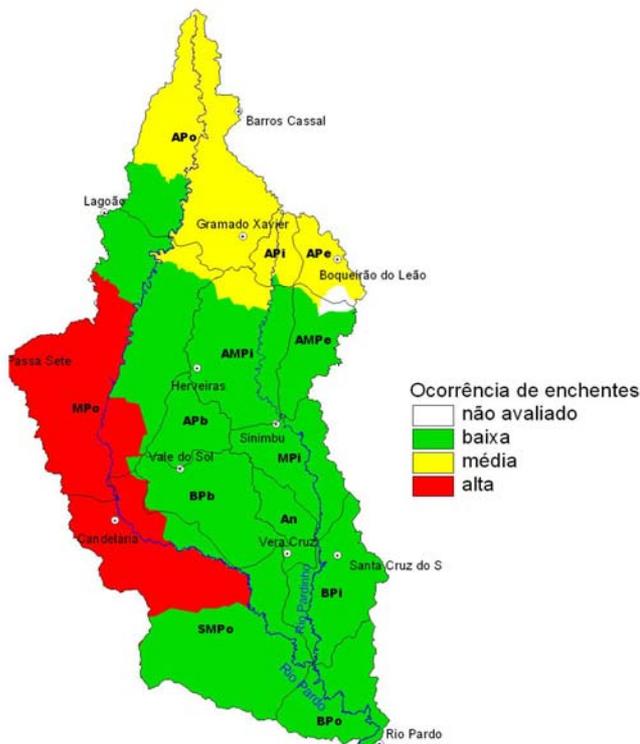
Em termos de localização, verifica-se que todas as Unidades de Estudo com incidência nas regiões de encosta (BPb, BPI, MPi, SMPo, An) apresentam maiores vulnerabilidades. Outras, como a MPo, a APb e a BPo apresentam pequenas áreas consideradas vulneráveis, enquanto as demais (AMPi, AMPe, APi, APe, APo) apresentam vulnerabilidade baixa.

### 2.3. TEMAS VINCULADOS À ÁGUA

Entre os temas estudados, diretamente vinculados aos recursos hídricos, sobressaem-se os seguintes: enchentes, uso de agrotóxicos, efluentes, alteração da morfologia e regime fluvial e carga orgânica de origem suína.

#### a) Enchentes

O tema enchentes foi inicialmente estudado através de abordagem utilizada anteriormente na Atualização do Diagnóstico da Região Hidrográfica do Guaíba (PRÓ-GUAÍBA, 2003), que considerou uma contabilização de “eventos adversos”, conforme os municípios da Bacia e entre 1991 e 2004, quanto à ocorrência de enchentes, inundações e enxurradas, tendo por referência o Banco de Dados da Defesa Civil. Embora esse tipo de abordagem tenha possibilitado identificar as zonas com maiores incidências de eventos adversos, não se mostrou eficiente no sentido de diagnosticar a situação real.



Mapa 2.9: Ocorrência de Enchentes (Registros na Defesa Civil)

O Mapa 2.9 apresenta a ocorrência e distribuição de zonas com alta, média e baixa ocorrência de eventos adversos, segundo as informações do Banco de Dados da Defesa Civil, considerando para o período pesquisado (1991-2004) as seguintes classes: de 1 a 2 eventos – baixo potencial; de 3 a 4 eventos – potencial médio; e acima de 5 eventos – potencial alto. Conforme o referido mapa, as Unidades de Estudo do Médio e Sub-Médio Pardo são as que apresentam maior número de registros de eventos adversos. Na porção alta da Bacia (Alto Pardo, Alto Pardiniho e Alto Pequeno) o potencial é médio e nas demais Unidades de Estudo há baixo potencial de ocorrência desses eventos adversos. Assim, não fica demonstrada a suscetibilidade real a enchentes que a Unidade de Estudo do Baixo Pardiniho apresenta, principalmente nas várzeas localizadas junto à cidade de Santa Cruz do Sul.

Com o objetivo de incorporar, ao presente diagnóstico, a situação real dessa Unidade de Estudo, quanto à ocorrência de enchentes, apresenta-se, a seguir, uma abordagem específica e direcionada principalmente à referida área. Primeiramente, é importante entender que, em zonas urbanas, podem ocorrer dois tipos de fenômenos relacionados ao excesso hídrico: as cheias por extravasão da calha fluvial e os alagamentos por deficiências nos sistemas de drenagem e macro-drenagem urbanos (incapacidade de esgotar a vazão afluente das áreas de montante). Obviamente, esses dois fenômenos dependem diretamente dos condicionantes topográficos (no caso a existência de zonas baixas próximas a cursos de água, para a ocorrência de cheias, e a existências de bacias de drenagem com áreas consideráveis, declividades elevadas e graus consideráveis de impermeabilização da superfície, para os alagamentos). Esses condicionantes estão presentes na zona urbana de Santa Cruz do Sul e, em conjunto com o regime pluviométrico regional, são responsáveis pelos eventos observados.

As características morfológicas, geológicas, geométricas e climáticas da Bacia contribuem para o rápido escoamento das precipitações, resultando em elevados deflúvios imediatamente (e durante) as precipitações mais intensas. Os volumes precipitados são rapidamente esgotados sem que haja tempo suficiente para a adequada infiltração e retenção. Isso significa que as características naturais da Bacia são propícias à geração de vazões elevadas, após e durante as chuvas. O relevo da Bacia, caracterizado por grandes declividades e desníveis entre as partes alta e baixa, da ordem de 400 a 500 m, a geologia, com a predominância de rochas basálticas cobertas com camadas de solo de pequena espessura, resultam na baixa permeabilidade do terreno natural. Também o relevo da Bacia influencia a formação de chuvas intensas e concentradas ao longo da região escarpada. A associação desses fatores naturais resulta em um quadro bastante acentuado quanto à ocorrência de elevados e concentrados escoamentos fluviais.

A mudança do escoamento rápido para um regime mais lento (função da mudança de declividade), faz com que a vazão escoada necessite de maior área; é quando ocorrem os transbordamentos das calhas fluviais e as inundações das várzeas e zonas ribeirinhas mais planas e contíguas (por exemplo, aquelas situadas na cidade de Santa Cruz do Sul). Essa situação é agravada pelas alterações na morfologia fluvial, que contribuem para a redução da capacidade de escoamento das calhas fluviais (assoreamento e entulhamento nos leitos e desbarrancamentos nas margens). Essa situação evidencia a importância das matas ciliares e das zonas tampão ao longo dos principais cursos de água da Bacia.

Nos estudos hidrológicos realizados foram efetuadas análises de frequência (ou ocorrência) para cotas e vazões máximas em dois locais: no Rio Pardo, próximo à cidade de Candelária (série abrangendo 18 anos), e no Rio Pardinho, junto à cidade de Santa Cruz do Sul (série histórica com 24 anos). No caso do Rio Pardinho, observa-se que há probabilidade de inundação das planícies ribeirinhas no mínimo a cada 2 anos. Uma análise específica das vazões máximas em cada uma das seções estudadas indica situações diferentes: enquanto no Rio Pardo há um comportamento mensal, com as vazões máximas anuais variando entorno de um valor médio histórico, para o Rio Pardinho isso não ocorre; ao contrário, observa-se nítida tendência de elevação gradual nas vazões máximas anuais a medida em que o tempo passa, conforme pode ser visto nos gráficos a seguir.

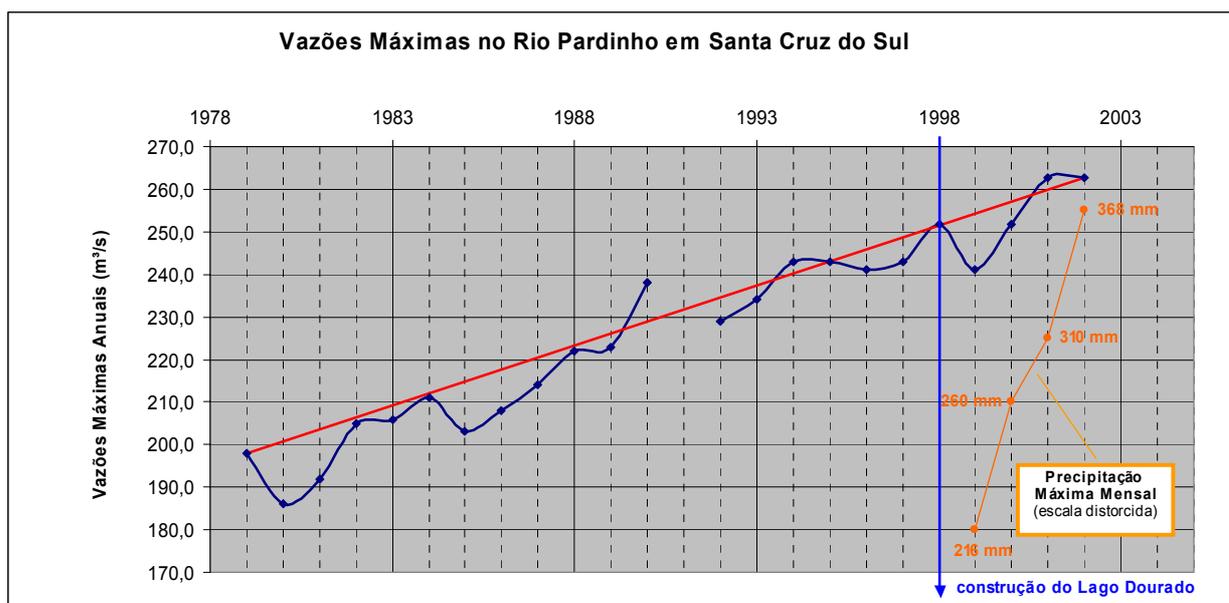


Gráfico 2.1 - Comportamento das vazões máximas anuais no rio Pardinho

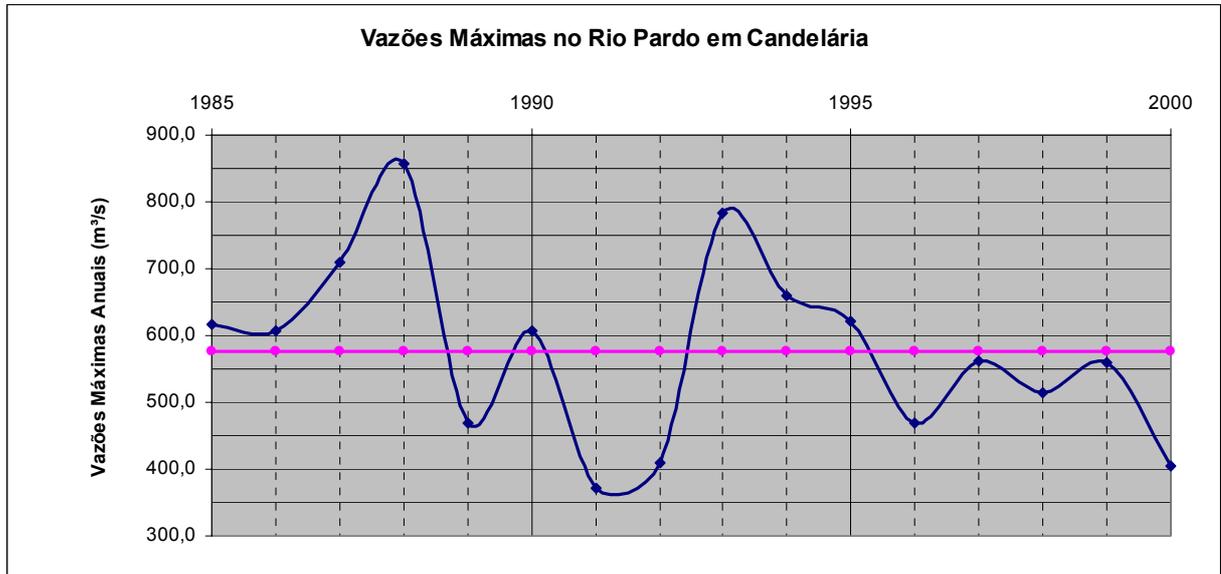


Gráfico 2.2 - Comportamento das vazões máximas anuais no rio Pardo

A explicação para o comportamento anômalo do Rio Pardinho reside em um conjunto de fatores, que de forma associada e gradativa tem elevado as vazões máximas junto à cidade de Santa Cruz do Sul. O uso inadequado do solo e a adoção de práticas agrícolas que resultam no aumento da impermeabilização dos solos, a existência restrita de faixas-tampão e de matas ciliares ao longo dos cursos de água e as obstruções nas calhas dos rios, entre outros, certamente vem influenciando o regime fluvial do Rio Pardinho, resultando na elevação das vazões máximas e, conseqüentemente, na ocorrência de enchentes nas planícies de inundação.

Com base no exposto, pode-se concluir que a ocorrência de cheias nas várzeas do Rio Pardinho é um fenômeno natural, porém agravado pela ação do homem a partir da alteração na cobertura vegetal da bacia hidrográfica (a montante) e das condições de escoamento nas calhas fluviais.

Também é verdade que o empreendimento Lago Dourado (cujo ano de construção está indicado no Gráfico 2.1) interfere nos níveis das cheias nas várzeas do Rio Pardinho, mas de forma pouco significativa. Por outro lado, a barragem de captação da CORSAN, a jusante da ponte da RS-409 não tem influência na elevação dos níveis de cheia de montante e, provavelmente, a própria ponte e os aterros da rodovia sobre a várzea tenham maior influência na elevação desses níveis d'água.

## b) Uso de Agrotóxicos

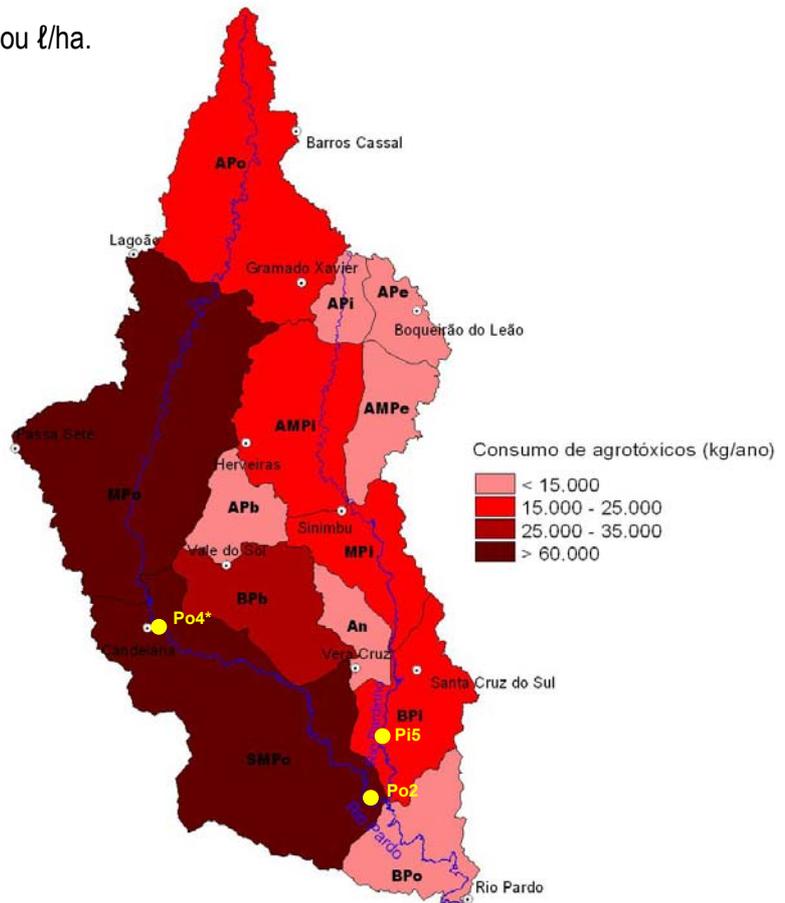
A partir do levantamento das principais lavouras cultivadas na Bacia do Rio Pardo, foi determinada a intensidade de uso de agrotóxicos. As culturas anuais de fumo, milho, soja e arroz irrigado foram selecionadas como as mais representativas da Bacia, com áreas cultivadas de 29.066, 34.958, 8.001 e 7.441 ha, respectivamente.

Para a determinação do consumo dos diversos insumos (agrotóxicos e fertilizantes) foram efetuados ajustes entre as recomendações técnicas, feitas para cada cultura, pelas comissões de pesquisa (companhias fumageiras, no caso do fumo), empresas revendedoras de insumos e técnicos de empresas de assessoria agrônômica. Desta forma, foram escolhidos aqueles produtos que têm a preferência dos produtores e que melhor representam a solução adotada. O cálculo dos volumes consumidos e dos tipos de embalagens dos produtos é resultado dessa determinação.

Assim, obteve-se o seguinte consumo médio anual (de produto comercial) na Bacia para as quatro principais culturas consideradas:

- ✓ cultura do fumo: 4,2 kg ou ℓ/ha;
- ✓ cultura do milho: 4,3 kg ou ℓ/ha;
- ✓ cultura da soja: 6,4 kg ou ℓ/ha;
- ✓ cultura do arroz irrigado: 1,03 kg ou ℓ/ha.

O Mapa 2.10 apresenta as quantidades totais utilizadas a cada ano, por Unidade de Estudo. Verifica-se que a utilização mais intensa de agrotóxicos ocorre nas Unidades do Sub-Médio Pardo e do Médio Pardo, que juntas respondem por 43% do total da Bacia do Rio Pardo, com um consumo superior a 60.000 kg de agrotóxicos por ano em cada Unidade. Em outro patamar, aparecem, nas colocações seguintes, respectivamente, as Unidades do Baixo Plumbos, Baixo Pardinho e Alto Pardo, com consumo médio anual entre 33.000 e 19.000 kg de agrotóxicos. Na outra ponta, as Unidades menos representativas deste problema são as do Alto Pardinho, Alto Pequeno e Alto-Médio Pequeno, onde o consumo anual de agrotóxicos não supera 10.000 kg.



Mapa 2.10: Utilização Anual de Agrotóxicos

Na campanha de qualidade da água realizada no verão de 2005, foi investigada a presença de princípios ativos dos agrotóxicos identificados. Foram analisados três pontos representativos de áreas com intensa atividade agrícola (Po2, Po4\* e Pi5 – indicados no Mapa 2.10). Dos diversos princípios ativos analisados, quatro apresentaram concentrações acima do limite mínimo dos equipamentos, embora ainda abaixo dos valores indicados na legislação como perigosos para a saúde humana: a Flumetralina (regulador de crescimento utilizado na cultura do fumo), o Imidacloprido (inseticida utilizado nas culturas de arroz, fumo, milho e soja), o Clomazone (herbicida utilizado no arroz, fumo, milho e soja) e o 2,4-D (herbicida utilizado nas culturas de arroz, milho e soja).

Os perigos para a saúde humana, acarretados por essas substâncias, obviamente dependem da concentração dos mesmos, porém a sua simples presença, mesmo abaixo de concentrações nocivas já é preocupante, visto que, normalmente (em outras bacias hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul) tais princípios não são detectados, face à sua rápida transmutação na água. Assim, a simples detecção é um indicativo do intenso uso destas substâncias nas lavouras da Bacia.

### c) Efluentes

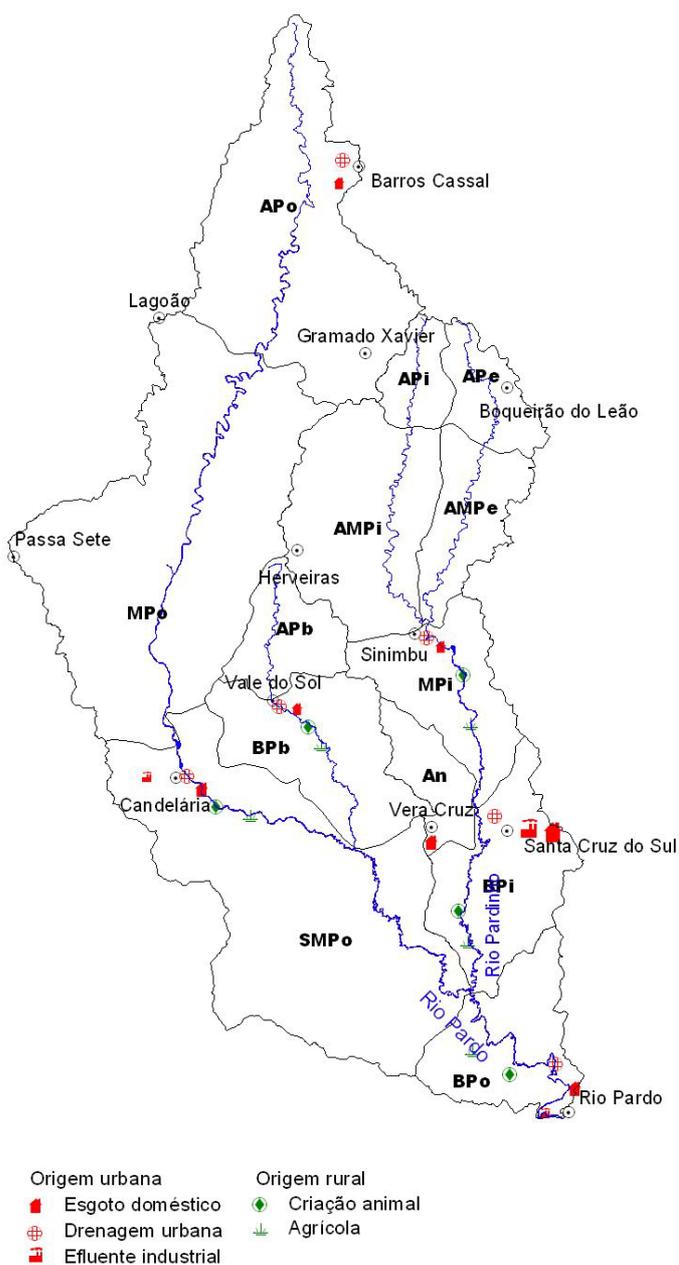
Os efluentes lançados na rede hidrográfica da Bacia do Rio Pardo foram identificados, localizados e classificados quanto aos seus principais tipos (origens). Esses efluentes, ao atingirem os corpos hídricos, provocam, em diversas modalidades e magnitudes, alterações notadamente de ordem qualitativa. Assim, a forma mais adequada de avaliar as repercussões de tais lançamentos sobre os recursos hídricos é através da análise direta da qualidade dos recursos hídricos, principalmente os superficiais, o que foi realizado no item 2.2 deste documento.

Os efluentes identificados na Bacia do Rio Pardo são resultado das atividades humanas sobre o ambiente e apresentam repercussões diretas sobre os recursos hídricos, servindo como um indicador da pressão antrópica. Em termos de origem, os efluentes foram divididos em duas classes conforme a origem: urbana e rural.

#### *Efluentes de Origem Urbana*

Os efluentes de origem urbana ocorrem de forma concentrada e localizados juntos aos principais núcleos urbanos da Bacia do Rio Pardo, onde, além de uma maior concentração populacional, ocorrem, também, atividades industriais de maior porte e intensidade. Desta forma, essa classe de efluentes ocorre com maior destaque junto às cidades de Santa Cruz do Sul, Candelária, Rio Pardo e Vera Cruz, que em conjunto são responsáveis por aproximadamente 95% da população urbana da Bacia. Neste contexto, destaca-se a cidade de Santa Cruz do Sul, principal pólo urbano-industrial da Bacia. As modalidades de efluências que ocorrem junto às áreas urbanas são: doméstica, industrial, lançamento de resíduos sólidos e de seus efluentes diretamente nos corpos hídricos e os lançamentos resultantes das drenagens urbanas.

Quanto aos esgotos domésticos, tema que merece destaque por ser um dos maiores responsáveis pela situação qualitativa dos recursos hídricos da Bacia do Rio Pardo, é importante comentar que apenas Santa Cruz do Sul conta com uma Estação de Tratamento de Esgotos (responsável pelo tratamento de 7% dos domicílios urbanos), enquanto que a maior parcela das grandes cidades utiliza o sistema de fossas



Mapa 2.11: Efluentes

sépticas para tratamento dos esgotos domésticos. Com uma população urbana de aproximadamente 150 mil habitantes, a Bacia gera uma carga bruta de DBO da ordem de 8.000 kg/dia e, após a redução decorrente do tratamento, a carga remanescente é de 2.800 kg/dia.

#### *Efluentes de Origem Rural*

Na Bacia do Rio Pardo ocorrem quatro tipos principais de efluentes de origem rural: os efluentes originados da atividade agrícola relacionada aos cultivos mais significativos (arroz, soja, fumo e milho), com destaque para os lançamentos oriundos do volume excedente de água aplicada à área irrigada (arroz); os efluentes provenientes das criações animais, notadamente as de caráter intensivo; os efluentes resultantes da exploração dos recursos minerais; e os efluentes das residências localizadas fora das áreas urbanas. Os três primeiros tipos de efluentes apresentam maior expressividade na Bacia. Os efluentes de origem humana nas áreas rurais ocorrem de forma distribuída e em pequena intensidade.

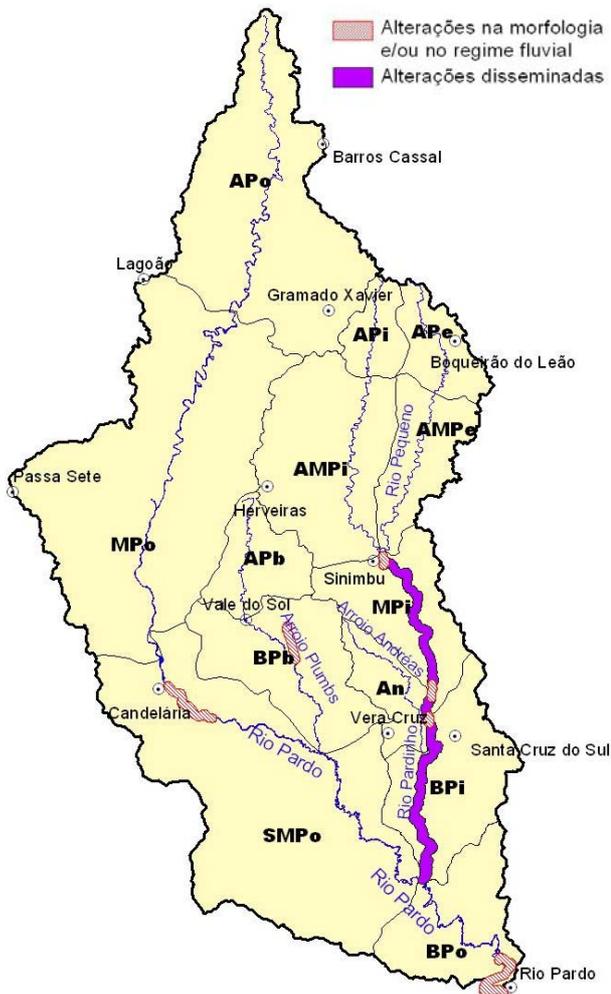
Conforme os critérios utilizados para identificar e localizar os principais efluentes resultantes das atividades humanas na Bacia do Rio Pardo, fica evidente a existência de uma região onde ocorre alta concentração desse tipo de impacto, seja de origem urbana, seja de origem rural. O Mapa 2.11 apresenta a localização das principais ocorrências dessas origens de efluentes. Observa-se que nas Unidades de Estudo da porção superior da Bacia do Rio Pardo há baixa incidência desses lançamentos. No entanto, na porção média e inferior da Bacia, já se observam incidências mais intensas e variadas. Nas Unidades de Estudo do Sub-Médio Pardo, Baixo Pardinho e Baixo Pardo foram identificados todos os cinco tipos de efluentes considerados, indicando uma situação de maior carga poluidora sobre as águas superficiais da Bacia.

#### **d) Alteração da Morfologia e Regime Fluvial**

A alteração na morfologia ou no regime fluvial dos cursos de água apresenta destacada importância com relação à situação dos recursos hídricos superficiais. Tais alterações, fruto da ação direta ou indireta do homem, implicam em mudanças nas condições físicas, químicas e biológicas, não só dos cursos de água e de suas águas, mas também dos ecossistemas presentes nessas regiões (incluindo as áreas ribeirinhas).

Neste sentido, a identificação das áreas ou dos trechos de cursos de água na Bacia que apresentam alterações de morfologia ou regime fluvial é essencial a uma melhor compreensão da situação atual dos seus recursos hídricos (inclusive das formas como a ação antrópica vem alterando essa situação original). O objetivo da presente avaliação consiste na identificação de tais trechos, sob o ponto de vista das modificações não naturais impostas à rede de drenagem da Bacia. Ou seja, estas alterações podem ser resultado de modificações provocadas pelo homem (uso inadequado dos solos e deficiência de matas ciliares, ocasionando o aporte de significativas quantidades de solos aos cursos de água) e podem por si provocar alterações no regime de escoamento natural dos rios e arroios: o assoreamento obstrui as seções das calhas fluviais e provoca uma redução na capacidade natural de escoamento; como resultado tem-se o agravamento das inundações ribeirinhas.

Em termos de alterações na morfologia fluvial, foram consideradas aquelas modificações de traçado original nos cursos de água. Já como alterações de regime fluvial, normalmente associadas às modificações na morfologia (mas também ocorrendo em situações específicas), foram consideradas as situações em que houve mudança no regime original (ou natural) de escoamento das águas. Assim, foram identificados os trechos da rede hidrográfica da Bacia do Rio Pardo, onde existem alterações de morfologia e/ou de regime fluvial, apresentados no Mapa 2.12.



Mapa 2.12: Alterações na Morfologia e/ou no Regime Fluvial

Com base na avaliação realizada e objetivando classificar os tipos de ocorrências vinculadas a esse tema na Bacia do Rio Pardo, foram identificados os seguintes problemas: (i) assoreamentos dos leitos dos cursos de água, (ii) desbarrancamentos das margens, (iii) retificação no traçado fluvial natural e (iv) entulhamento das calhas dos rios e arroios. É necessário ressaltar que esses problemas, em sua maioria, possuem vinculação direta com os problemas de ordem ambiental, notadamente com a retirada da vegetação ciliar e com o uso inadequado do solo. As alterações na morfologia fluvial concentram-se na porção central da Bacia, conforme pode ser observado no mapa citado.

Assim, para cada classe de problema vinculada à alteração da morfologia e do regime fluvial, foram elaboradas as seguintes análises sobre as relações de causa-efeito:

- i. Os assoreamentos verificados nos leitos dos cursos de água resultam na redução da capacidade de escoamento da rede de drenagem; portanto, na modificação das condições do regime natural de escoamento, alterando, por conseqüência, os ambientes aquáticos e ribeirinhos. Como repercussão imediata tem-se o agravamento das cheias sobre as planícies de inundações, várzeas e áreas ribeirinhas, face à reduzida disponibilidade da seção de escoamento junto às calhas fluviais (não havendo espaço para o escoamento nas calhas hidrográficas, a onda de cheia extravasa para as áreas ribeirinhas). Entre as causas para o assoreamento nos leitos dos cursos de água tem-se o aporte elevado de sólidos, seja através dos processos erosivos em solos próximos às drenagens, seja pelo próprio desbarrancamento das margens.
- ii. Os desbarrancamentos das margens ocorrem nas situações em que não há a adequada proteção dessas áreas (margens) frente ao impacto e à ação direta do fluxo da água do próprio curso de água. Tais desbarrancamentos contribuem para o assoreamento e entulhamento das calhas fluviais, seja pelo simples desmoronamento, seja pelo tombamento da vegetação no leito dos rios e arroios. A proteção adequada e natural das margens ocorre através da simples presença da vegetação ciliar, normalmente adaptada às condições de escoamento do local. Os desbarrancamentos resultam na alteração dos traçados naturais dos cursos de água, das condições ambientais locais e na modificação do regime fluvial (pelo assoreamento e entulhamento que provocam).

- iii. A retificação no traçado fluvial natural da rede de drenagem da Bacia do Rio Pardo ocorre por ação direta do homem. Normalmente essas retificações são realizadas com um dos seguintes objetivos: para aumentar ou facilitar o escoamento fluvial, para recuperar áreas sujeitas à inundação permanente, para facilitar o acesso local ou para possibilitar a obtenção de materiais naturais (cascalho, areia e argila). Como principais resultados desta ação do homem tem-se a modificação das condições naturais de escoamento (regime fluvial) e a perda de ambientes naturais.
- iv. O entulhamento das calhas dos rios e arroios ocorre através da deposição de material gráudo (galhos, troncos, blocos de rochas e resíduos sólidos grosseiros) na seção de escoamento fluvial. Entre suas principais causas tem-se a ação humana provocando desbarrancamentos das margens (e conseqüentes tombamentos de vegetação) ou com o objetivo da retificação fluvial. A principal conseqüência é a alteração do regime de escoamento fluvial, através da obstrução do fluxo hidráulico na calha da rede de drenagem.

Em termos de localização dessas alterações, observa-se uma nítida concentração na porção média da Bacia do Rio Pardo, nas Unidades de Estudo Sub-Médio Pardo, Baixo Plumbs, Médio Pardinho, Baixo Pardinho e Baixo Pardo.

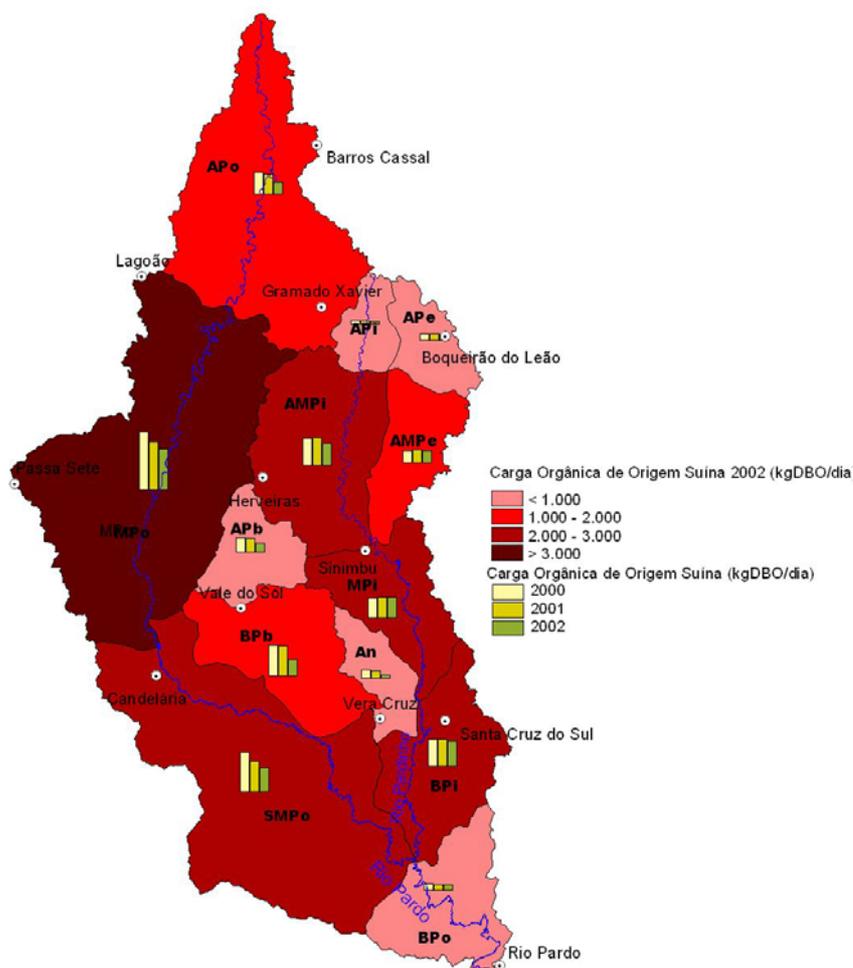
#### **e) Carga Orgânica de Origem Suína**

Os dejetos de suínos, que se compõem de esterco, urina, desperdícios de água de bebedouros ou de limpeza, resíduos de rações, etc., têm uma carga poluente de 4 a 5 vezes maior que a do homem. A parte sólida dos dejetos de suínos contém aproximadamente 5 kg de Fósforo, 1,1 kg de Potássio e 3,2 kg de Nitrogênio, por m<sup>3</sup>. O volume de dejetos gerado por indivíduo pode ser avaliado sob dois aspectos: a quantidade de matéria seca em peso (200 g/cabeça/dia) e o volume em litros (8,6 L/cabeça/dia). Em termos de DBO<sub>5</sub>, foi adotada uma carga bruta diária gerada pelos rebanhos de suínos de 240 g/cabeça, que equivale a 4,5 vezes à carga humana (per capita). Assim, a importância de se considerar a poluição de origem suína está justamente no potencial de geração de carga e de degradação ambiental deste tipo de poluente.

Com base no número de cabeças do rebanho suíno, em 2002, conforme o IBGE, e considerando uma carga bruta de DBO<sub>5</sub> de 0,24 kg/dia/cabeça, foi calculada a carga bruta de DBO<sub>5</sub>, para cada Unidade e para a Bacia (totalizando 20.485 kg/dia).

Os dados resultantes das informações e parâmetros considerados estão retratados no Mapa 2.13, onde as cores de fundo atribuídas a cada uma das Unidades de Estudo estão baseadas nos dados de 2002, enquanto os gráficos de barras demonstram o crescimento/ decréscimo da carga bruta de suínos (decorrente do comportamento da população suína) no período de 2000 a 2002.

Importante comentar que a carga orgânica representa um potencial de degradação, e não a degradação efetivamente gerada, pois não se avaliou se o criador utiliza algum sistema de manejo para diminuir a poluição gerada pela atividade. Sobre os valores globais, é interessante estabelecer uma comparação com a carga orgânica gerada pela população humana da Bacia do Rio Pardo. Estima-se que a carga orgânica bruta de origem humana seja de 11.300 kg de DBO<sub>5</sub> por dia, ou seja, quase a metade da carga potencial gerada pelo rebanho suíno da Bacia. Ainda, considerando a parcela tratada do esgoto doméstico da Bacia – seja por estações de tratamento, por fossas sépticas ou outras formas, cada uma com seu respectivo percentual de redução de carga, vinculada à eficiência do tratamento (Pró-Guaíba, 2003) – esta resultou em 3.100 kg DBO/dia de carga remanescente, cerca de sete vezes menor que a carga orgânica bruta de origem suína.



Mapa 2.13: Carga Orgânica de Origem Suína

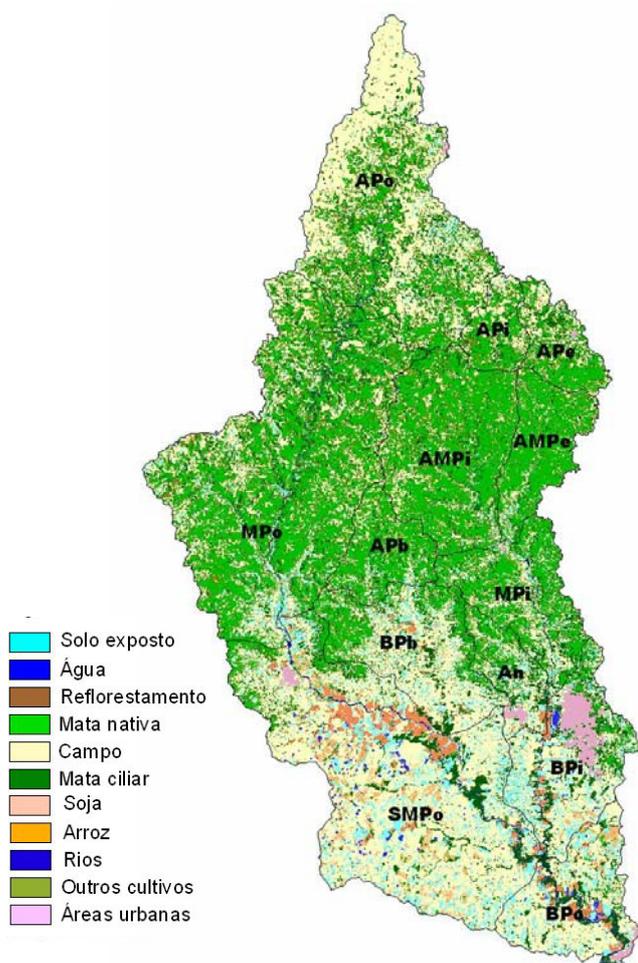
Vale lembrar a importância do cálculo das cargas potenciais geradas na Bacia para a configuração dos cenários futuros e, conseqüentemente, para o processo de enquadramento dos cursos de água.

Especialmente, as Unidades de Estudo Médio Pardo, Baixo Pardino, Sub-Médio Pardo, e Alto-Médio Pardino e Médio Pardino, em ordem decrescente, são as principais responsáveis pela carga orgânica bruta de origem suína gerada na Bacia do Rio Pardo, respondendo, juntas, por 65% do total.

### 3. SITUAÇÃO AMBIENTAL ATUAL

A situação ambiental da Bacia do Rio Pardo foi estudada naqueles aspectos que, embora não estando diretamente relacionados aos recursos hídricos, apresentam uma forte interface com esses, podendo ser considerados como importantes condicionantes da situação em que eles atualmente se encontram. Os temas apresentados são: uso do solo e cobertura vegetal, remanescentes de mata ciliar, unidades de conservação e adequação do uso do solo.

#### 3.1. USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL



Mapa 3.1: Uso e Cobertura do Solo

O uso do solo e a cobertura vegetal na Bacia do Rio Pardo foram determinados com base no mapeamento de 11 classes de uso, a partir de imagens do satélite Landsat TM7. O Mapa 3.1 apresenta o resultado desse mapeamento e o Quadro 3.1 a quantificação das áreas ocupadas em cada uma das classes de mapeamento na Bacia.

Quadro 3.1 - Uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Pardo

Classe	ha	%
Campo	134.783,28	37,09
Mata nativa	106.304,67	29,25
Mata ciliar	40.182,03	11,06
Arroz	7.440,84	2,05
Soja	7.998,66	2,20
Outros cultivos	29.818,62	8,20
Solo exposto	28.957,50	7,97
Áreas urbanas	4.084,92	1,12
Água	1.961,28	0,54
Rios	1.550,16	0,43
Reflorestamento	350,73	0,10
TOTAL	363.432,69	100,00

Os resultados do mapeamento do Uso e Cobertura do Solo podem, também, ser apresentados de uma forma sintética, agrupando-se os usos afins, para uma avaliação das principais feições da Bacia, conforme indicado no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 - Uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Pardo (sintético)

Classe	ha	%
Água	3.511,44	0,97
Campo	134.783,28	37,09
Mata nativa	146.486,70	40,31
Agricultura	74.566,35	20,52
Áreas urbanas	4.084,92	1,12
TOTAL	363.432,69	100,00

Destaca-se a preponderância, em termos territoriais, das áreas ocupadas por vegetação arbórea nativa, tanto no que se refere às áreas de encosta como às áreas de mata ciliar remanescentes, que correspondem a 40,3% da Bacia. Uma simples inspeção visual do mapa de uso e cobertura torna possível avaliar essa condição, com a identificação de extensas áreas ocupadas por vegetação florestal, notadamente nas encostas da porção intermediária da Bacia.

Apesar da inegável importância dessas áreas em termos da conservação da vida silvestre e da própria proteção dos recursos hídricos, mais uma vez é importante destacar o fato de que o mapeamento, como qualquer tentativa de traduzir de forma cartográfica a realidade de um dado território, apresenta diversas generalizações, agrupando em uma mesma classe situações marcadamente diversas. Como exemplo, cita-se o caso da classe de mata nativa, encontrada em alguns remanescentes em bom estado de conservação, nas áreas de maior declividade das encostas do Planalto, e também em áreas em processo de regeneração, que ocupam locais anteriormente utilizados para cultivos agrícolas.

A segunda classe de importância em termos territoriais corresponde aos campos, que ocupam 37,1% da Bacia. Os campos apresentam uma distribuição marcadamente disjunta na Bacia, ocupando tanto suas porções mais altas, onde são dominantes, como a porção baixa, onde ocorrem de forma esparsa, entremeados por áreas agrícolas e demais usos, sem apresentar o grau de continuidade territorial que é típico das áreas de campo do alto da Bacia. Essas áreas são utilizadas essencialmente para a pecuária extensiva, variando sua composição em termos de espécie em função de fatores que incluem sua lotação, as condições gerais do solo e a eventual introdução de espécies forrageiras.

As áreas destinadas ao cultivo agrícola, que no Quadro 3.2 incluem também as áreas de cultivo de essências florestais exóticas, ocupam 20,5% da Bacia e concentram-se na sua porção baixa, onde a topografia e as características dos solos oferecem as condições necessárias para sua utilização agrícola.

Visando a uma análise de caráter integrador da situação nas Unidades de Estudo, pode-se fazer um agrupamento das feições dominantes em cada uma delas, permitindo uma visualização rápida de suas características mais marcantes, relacionadas diretamente com os padrões e as necessidades de uso da água. Nesse sentido, foram estabelecidos quatro grandes domínios, que agrupam os dois usos dominantes em termos territoriais. O Quadro 3.3 apresenta a distribuição das Unidades de Estudo nos principais domínios de uso e cobertura dos solos mapeados.

Quadro 3.3 - Distribuição das Unidades de Estudo nos domínios de uso e cobertura do solo

Domínios	Unidades
Campo/Mata	APo
Campo/Agricultura	SMPo, BPo, BPi
Mata/Campo	MPo, APb, APe, MPi, An
Mata/Agricultura	APo, AMPi, AMPe

### 3.2. REMANSCENTES DE MATA CILIAR

O grau de preservação das matas ciliares, em qualquer bacia hidrográfica, é uma variável de fundamental importância como indicador da qualidade dos ambientes associados aos recursos hídricos superficiais, haja vista as interações estabelecidas entre esse descritor e as condições gerais dos recursos hídricos, tanto em termos de qualidade como de quantidade.

Na Bacia do Rio Pardo, esse tema adquire especial relevância, uma vez que, principalmente nas porções baixas da Bacia, registram-se vários problemas que podem decorrer diretamente da marcante

redução no grau de proteção oferecido pela vegetação ribeirinha, ao verificar-se a intensa utilização das margens para a agricultura e a construção de estradas, mesmo nas áreas definidas como de preservação permanente nos termos da legislação. Por outro lado, nas zonas intermediárias e altas da Bacia, em razão dos condicionantes topográficos e da própria natureza dos solos, há menor uso destas áreas (ciliares), resultando na maior presença deste tipo de mata.

Visando à definição das condições dos remanescentes de mata ciliar, foi executada uma avaliação da presença da vegetação arbórea nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) que acompanham os cursos de água na Bacia. Foram, para tanto, geradas faixas-tampão de 30 m de largura em cada margem dos rios e arroios mapeados. Embora tenha sido executada, nas etapas precedentes, uma avaliação das faixas de APP proporcionais às larguras dos rios, conforme determina a legislação, para essa etapa do estudo optou-se por trabalhar com uma faixa padrão de 30 m em cada margem (que é o mínimo exigido na Lei).

O Mapa 3.2 apresenta a distribuição das faixas de APPs mapeadas, sobre o mapa com os remanescentes florestais encontrados na Bacia. O Quadro 3.4 traz a quantificação das áreas ocupadas em cada uma das classes de mapeamento na Bacia.



Mapa 3.2: Remanescentes Florestais

Quadro 3.4 - Remanescentes de mata ciliar e Áreas de Preservação Permanente (considerando faixa de 30 m)

Unidade de Estudo	Área Total		Área APP (ha)	Mata na APP (ha)	% Déficit
	(ha)	% Bacia			
AMPe	13.321,21	3,66	973,09	539,84	44,52
AMPi	30.948,33	8,51	2.369,76	1.446,46	38,96
An	8.233,87	2,26	619,25	260,88	57,87
APb	10.934,62	3,01	852,82	510,73	40,11
APe	8.975,79	2,47	660,05	285,41	56,76
APi	6.619,33	1,82	500,31	224,78	55,07
APo	51.411,87	14,14	3.841,95	1.281,94	66,63
BPb	23.627,36	6,50	1.536,61	456,77	70,27
BPi	22.165,35	6,09	1.577,98	294,66	81,33
BPo	19.113,79	5,26	1.162,91	54,43	95,32
MPi	18.433,69	5,07	1.318,54	709,77	46,17
MPo	77.108,73	21,20	6.178,39	3.296,14	46,65
SMPo	72.786,80	20,01	5.380,57	694,94	87,08
TOTAL	363.680,74	100,00	26.972,24	10.056,74	62,71

Verifica-se que a Bacia do Rio Pardo apresenta um déficit de mata ciliar de 62,7%, mais da metade do esperado. É interessante destacar que, conforme estudo desenvolvido em 2003 (Pró-Guaíba), foi calculado um déficit médio para toda a Região Hidrográfica do Guaíba de 75,4%. Das nove bacias que compõem a região, somente as bacias do rio Pardo e do rio dos Sinos apresentaram valores inferiores à média, o que revela um melhor estado de conservação da vegetação arbórea nessas bacias, relativamente à RHG.

Analisando-se a situação das Unidades de Estudo, é possível agrupá-las de acordo com a intensidade com que se distribuem os déficits de mata ciliar. Assim sendo, a Unidade Alto-Médio Pardinho é a única que apresenta déficit inferior a 40%, o que permite apontá-la como a que apresenta as melhores condições de manutenção da vegetação arbórea na Bacia do Rio Pardo. Em uma situação intermediária, com déficit entre 40 e 50%, tem-se as seguintes Unidades: Alto Plumbs, Alto-Médio Pequeno, Médio Pardinho e Médio Pardo. Na faixa de déficits superiores a 70% do esperado na APP, encontram-se as Unidades Baixo Plumbs, Baixo Pardinho, Sub-Médio Pardo e Baixo Pardo.

Nota-se claramente que o grau de integridade da vegetação arbórea está diretamente relacionada ao tipo de relevo que predomina nas Unidades, com aquelas Unidades vinculadas às áreas mais escarpadas das encostas apresentando os menores déficits. Já na parte alta da Bacia, cujas Unidades se encontram na faixa intermediária de déficit, verifica-se uma mistura de situações, com remanescentes restritos às encostas, mas com a ocorrência de áreas de topografia mais favorável, onde a atividade agrícola afeta marcadamente o grau de proteção das florestas. A Unidade Alto Pardo – com déficit de 67% – não se ajusta a essa assertiva, o que se deve principalmente a uma maior participação das áreas de relevo mais favorável, ocupadas pela agricultura e pecuária.

Compondo o grupo de Unidades de Estudo que apresentam os maiores déficits, encontram-se aquelas localizadas nas áreas mais planas da Bacia, e que conseqüentemente são mais intensivamente modificadas por atividades econômicas e onde, não por acaso, verificam-se os maiores problemas associados à ausência de mata ciliar, como o atulhamento da calha dos rios, o assoreamento e o desbarrancamento de margens.

### 3.3. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A quantificação de áreas legalmente protegidas revela-se um importante indicador para fins de avaliação do alcance da proteção à natureza. Claro está que a simples criação de áreas protegidas não significa necessariamente que se consiga a efetiva proteção dos recursos naturais, mas diante da complexidade de fatores que atuam para que esse objetivo seja atingido, a avaliação da proteção formal da terra representa uma abordagem adequada para a análise, em caráter preliminar, do grau de proteção existente sobre um dado território.

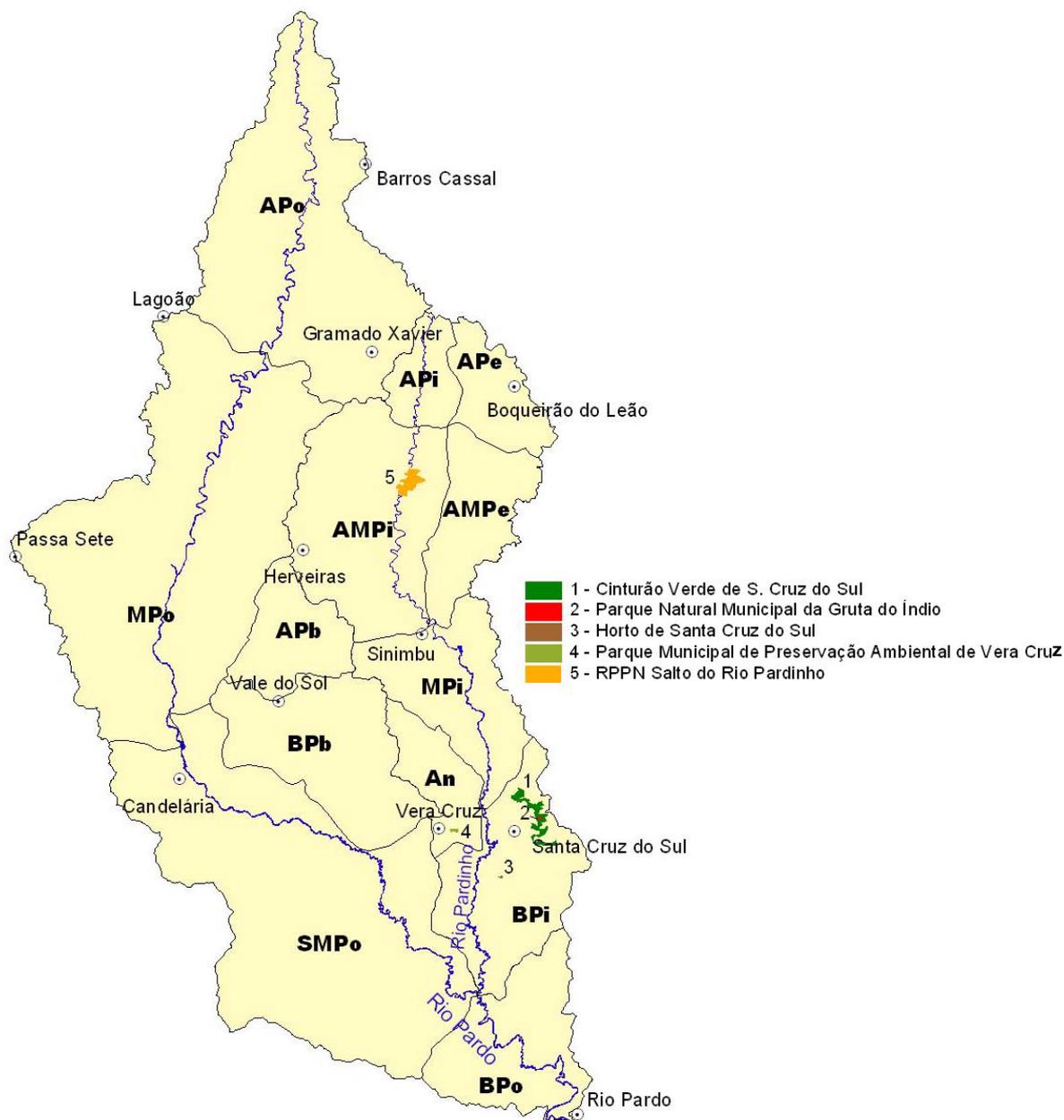
O Quadro 3.5 sintetiza os principais aspectos relacionados às áreas sob proteção legal na Bacia do Rio Pardo, enquanto o Mapa 3.3 apresenta a distribuição das unidades de conservação existentes na Bacia.

Consolidação do Conhecimento sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e  
Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho

Quadro 3.5 - Unidades de Conservação na Bacia do Rio Pardo

Unidade de Conservação	Área (ha)	%	Unidade
Horto de Santa Cruz do Sul	3,83	0,41	BPi
Parque Natural Municipal da Gruta do Índio	16,16	1,74	BPi
Parque Municipal de Preservação Ambiental de Vera Cruz	16,82	1,81	An
Cinturão Verde de Santa Cruz do Sul	440,64	47,44	BPi
RPPN Salto do Rio Pardinho	366,48	39,45	AMPi
Parque Ambiental da Souza Cruz*	85,00	9,15	BPi
Total	928,93	100,00	

\* polígono não disponibilizado no sistema de informações geográficas – área aproximada.



Mapa 3.3: Unidades de Conservação

A maior área avaliada corresponde ao Cinturão Verde de Santa Cruz do Sul, que embora não seja uma unidade de conservação conforme preconiza o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC - Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000), foi incluída no estudo tendo em vista as restrições impostas ao uso das áreas nele localizadas, de acordo com o que foi estabelecido no Plano Diretor do município (Lei Complementar 06/1998). Seus 440 ha correspondem a quase a metade do que se encontra sob proteção na Bacia.

A segunda área em importância corresponde à Reserva Particular do Patrimônio Natural Salto do Rio Pardinho, que no mês de fevereiro de 2005 foi doada pela empresa Souza Cruz à UNISC, que será encarregada da sua administração. Essas duas áreas em conjunto respondem por praticamente 90% das áreas protegidas da Bacia do Rio Pardo, com os restantes distribuídos entre o Parque Natural Municipal da Gruta do Índio e o Horto de Santa Cruz do Sul, nesse município, o Parque Municipal de Preservação Ambiental de Vera Cruz e o Parque Ambiental da Souza Cruz, também localizado em Santa Cruz do Sul.

Os cerca de 929 ha que foram considerados correspondem a 0,26% da área da Bacia, o que pode ser considerado um valor muito baixo, visto que para a Região Hidrográfica do Guaíba como um todo, as UC's representam 2,9% da área total. O Quadro 3.6 apresenta a distribuição das áreas legalmente protegidas com relação às Unidades de Estudo.

Quadro 3.6 - Distribuição das Unidades de Conservação nas Unidades de Estudo

Unidade	Área Total (ha)	Área UCs (ha)	% Unidade
AMPi	30.948,33	366,48	1,18
An	8.233,87	16,82	0,20
BPi	22.165,35	545,63	2,46

A análise desse quadro permite que se façam algumas considerações quanto ao grau de proteção oferecido pelas áreas legalmente protegidas mapeadas na Bacia do Rio Pardo. Em primeiro lugar, destaca-se o fato que das 13 Unidades de Estudo em que foi dividida a Bacia, apenas três possuem áreas legalmente protegidas, o que por si só já revela o baixo grau de proteção dos recursos naturais em seu território. Das três unidades que possuem alguma forma de proteção institucionalizada, a Unidade Baixo Pardinho é aquela que apresenta uma melhor condição, com 2,46% de seu território sob proteção. Ao compararem-se os resultados obtidos no mapeamento de uso e cobertura do solo, que apontou a ocorrência de áreas significativas de matas, principalmente nas Unidades que ocorrem nas áreas de relevo mais acidentado, com o grau de proteção legal de áreas da Bacia, revela-se claramente um grande descompasso entre a oferta de ambientes que apresentam características que os fazem merecedores de uma proteção especial e a intensidade em que ela ocorre, o que é também corroborado pelos diversos registros na Bacia de animais listados no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul.

#### 3.4. ADEQUAÇÃO DO USO DO SOLO

A adequação do uso do solo na Bacia do Rio Pardo foi avaliada através da comparação entre a capacidade de uso da terra e o uso que efetivamente se faz dela, a partir dos resultados obtidos no mapeamento das classes de solo e do uso e cobertura do solo. A capacidade de uso da terra foi conceituada como a sua adaptabilidade para fins agrícolas diversos (cultivos anuais, cultivos perenes, pastagens, reflorestamento ou preservação da vida silvestre), sem que esse uso gere o depauperamento de suas condições.

As classes de capacidade de uso identificadas na Bacia do Rio Pardo são as seguintes:

III - terras sem limitações sérias de uso, podendo ser utilizadas para exploração de cultivos anuais adaptados aos fatores de fertilidade e clima.

IVi - terras para uso temporário com culturas anuais, apresentando limitações sérias por má drenagem e/ou por inundação periódica.

IVt - terras para uso temporário com culturas anuais, apresentando limitações sérias por declividade acentuada.

IVp - terras para uso temporário com culturas anuais, apresentando limitações sérias por pedregosidade nos horizontes superficiais

VI - terras para uso com culturas permanentes, apresentando limitações por relevo montanhoso, pedregosidade intensa e/ou solos rasos.

VII - terras para uso com culturas permanentes, mas com severas restrições impostas pelas limitações de relevo, profundidade do solo e pedregosidade.

As classes encontradas mostram que as limitações existentes estão relacionadas principalmente aos fatores erosão, declividade e pedregosidade, nas áreas mais altas, e ao risco de inundação, nas áreas de várzea. A distribuição espacial das classes mapeadas na Bacia é apresentada no Quadro 3.7, enquanto a distribuição de cada categoria de adequação do solo na Bacia é mostrada no Quadro 3.8.

Quadro 3.7 - Classes de capacidade de uso do solo na Bacia

Classes de capacidade de uso	% da Bacia
III	29,63
IVi	2,00
IVp	4,45
IVt	6,61
VI	23,88
VII	34,43
Total	100,00

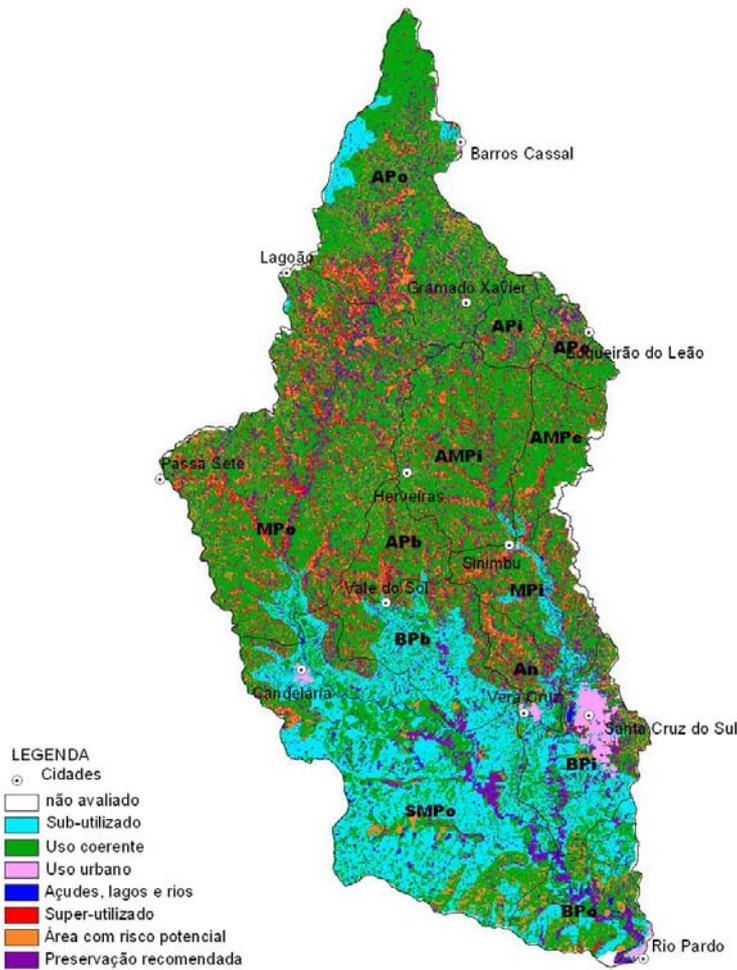
Quadro 3.8 - Enquadramento do uso atual do solo de acordo com a sua capacidade e participação na Bacia

Categoria	% da Bacia
Áreas sub-utilizadas	17,3
Uso coerente	52,4
Áreas com risco potencial	10,8
Áreas super-utilizadas	6,2
Preservação recomendada	11,0

OBS: os restantes 2,3% correspondem a áreas urbanas e áreas ocupadas por rios, lagos e açudes.

O Mapa 3.4 apresenta a situação, na Bacia, quanto à adequação do uso dos solos.

A distribuição das áreas com usos inadequados na Bacia, com relação às Unidades de Estudo, é apresentada no Quadro 3.9.



Mapa 3.4: Adequação do Uso do Solo

Quadro 3.9 - Distribuição das categorias “super-utilizadas” e “áreas com risco potencial” nas Unidades de Estudo

Unidades	Uso inadequado (ha)	% da Unidade
APo	9.722,43	18,91
MPo	20.527,02	26,62
SMPo	3.522,69	4,84
BPo	1.884,06	9,86
APb	3.187,35	29,16
BPb	2.592,81	10,97
APi	1.237,68	18,70
AMPi	6.818,58	22,03
APe	1.611,09	17,94
AMPe	2.648,7	19,89
MPi	4.054,05	22,00
An	1.998,27	24,26
BPi	1.428,84	6,44

As Unidades que apresentam as maiores proporções de usos inadequados, com mais de 20% de suas áreas ocupadas por usos potencialmente danosos aos recursos hídricos são Alto Plumbs, Médio Pardo, Arroio Andréas, Alto-Médio Pardinho e Médio Pardinho, correspondendo àquelas Unidades em que se deveriam buscar alternativas de uso do solo capazes

de atenuar os efeitos adversos da incompatibilidade dos usos verificados e o seu potencial. Em uma situação intermediária encontram-se Alto-Médio Pequeno, Alto Pardo, Alto Pardinho, Alto Pequeno e Baixo Plumbs, com um percentual de áreas de uso inadequado que variam entre 10% e 20%.

### 3.5. OUTROS ASPECTOS

Além dos aspectos anteriormente abordados, existem outros condicionantes ambientais que apresentam interferência indireta com os recursos hídricos, porém, no caso da Bacia do Rio Pardo, em magnitude bastante limitada. É o caso da mineração, que ocorre de forma localizada e dispersa. Essa atividade, quando presente em maior porte, normalmente encontra-se ambientalmente licenciada, o que resulta na adoção de cuidados mínimos frente aos impactos ambientais e, conseqüentemente, aos recursos hídricos. Outro aspecto que apresenta interferência limitada nos recursos hídricos, face à situação atual na Bacia do Rio Pardo, são os resíduos sólidos urbanos. De forma geral, a disposição desses resíduos vem ocorrendo de forma adequada, inclusive fora da própria Bacia. Embora se constitua uma solução temporária, a disposição dos resíduos sólidos urbanos dos municípios da Bacia atualmente ocorre fora dos limites da mesma: os resíduos sólidos são encaminhados para o Aterro Sanitário de Minas do Leão, localizado na bacia contígua do Baixo-Jacuí. Importante comentar que esta destinação refere-se aos resíduos sólidos coletados (aqui excluídos os resíduos gerados nas zonas rurais e aqueles que são depositados ou queimados na propriedade ou em locais lindeiros).

Esses dois aspectos podem assumir, em determinados momentos e locais, caráter condicionador dos recursos hídricos, mas não chegam a representar, em termos da bacia hidrográfica, risco significativo para os recursos hídricos, ao menos a curto prazo.

#### **4. DINÂMICA SOCIAL DA BACIA**

Para a análise da dinâmica social na Bacia do Rio Pardo, foi compilada a documentação histórica disponível e foram realizadas entrevistas com representantes de instituições locais, somando ao todo 58, sendo a maioria membros do Comitê de Bacia do Rio Pardo, mas contando também com outros atores sociais não vinculados institucionalmente ao Comitê, em especial prefeituras, órgãos de governo e instituições representativas da sociedade civil.

Posteriormente, através de estudo de caso com 29 produtores rurais da região, foram perfilados e analisados os principais sistemas de produção primária, ou seja, os principais modelos de organização produtiva rural, vinculando sistemas de produção agropecuária com modelos de organização do trabalho e referenciais culturais. Verificou-se a presença de 11 sistemas de produção distintos, predominando o sistema familiar comercial de fumo, arroz, soja e milho.

O foco da abordagem foi a percepção dos recursos hídricos e ambientais que os atores sociais possuem, bem como a percepção da problemática das comunidades do entorno, nos aspectos relacionados principalmente com o tema do desenvolvimento econômico e social. Estes elementos compuseram um importante pano de fundo para a abordagem focada especificamente sobre a gestão de recursos hídricos na Bacia, o conhecimento dos atores sociais sobre o tema, bem como a avaliação dos problemas identificados e a indicação de soluções propostas.

A percepção dos atores sociais analisados se organiza em termos temporais e espaciais, basicamente através de uma periodização que compreende três etapas, estando elas relacionadas a três regiões distintas dentro da Bacia.

A primeira se caracteriza pela ocupação europeia original, capitaneada pelos portugueses com fins militares e de comércio, associada à exploração da pecuária em grandes propriedades. Esta primeira fase está diretamente associada a um modelo apropriativo predatório não apenas do meio ambiente e dos recursos naturais, mas também dos elementos culturais diferenciados, no caso, as populações indígenas que habitavam a região e as populações africanas transferidas como escravos. Esta ocupação deu-se através do eixo formado pelo Rio Pardo, tendo como núcleo original o município de Rio Pardo.

A segunda fase se inicia em 1849 com a chegada de imigrantes alemães, os quais transferiram seus modelos de organização societária para a região e os mantiveram mais ou menos preservados da aculturação em diversos aspectos até os dias atuais. O modelo de relacionamento com o ambiente pode ser classificado como exploratório, diferindo do anterior pela estruturação sobre a pequena propriedade familiar, forte organização associativista para fins de defesa de interesses econômicos e para convívio comunitário e alto investimento na valorização do patrimônio com base no acúmulo de trabalho. Este modelo registra grande abertura para técnicas de manejo de recursos naturais com vistas ao aumento da produtividade. A religiosidade desempenha um importante papel como elemento agregador cultural e societário, regulando, pelo menos no período inicial, uma extensa gama de elementos culturais que extrapolam os aspectos espirituais. Este modelo está associado mais diretamente com o eixo de ocupação constituído em torno do Rio Pardinho, tendo Santa Cruz do Sul desempenhando papel de pólo regional.

A terceira fase desenvolve-se plenamente a partir da década de 1940, caracterizando-se pelo desenvolvimento de uma agropecuária empresarial e a integração da agricultura familiar em cadeias de produção, especialmente a do fumo e da soja, mas também com a de produção de suínos e aves. Desenvolvem-se, também, a agricultura irrigada para produção de arroz, exigindo elevado investimento de implantação e modificando o perfil produtivo regional. A região passa a registrar um significativo incremento de urbanização, expulsão de população das áreas rurais, fracionamento de propriedades familiares e desarticulação parcial das redes comunitárias de vizinhança, retirando uma parte significativa da influência organizadora da identidade religiosa sobre a cultura e a sociedade local. Nesta terceira fase, registra-se a criação de um conjunto de novas municipalidades, a maioria delas localizadas ao norte da Bacia, as quais passam a adotar como referência temporal sua instituição e não mais a fase anterior.

A partir deste cenário de formação histórica regional, identifica-se de forma predominante entre os atores uma percepção positiva com relação ao grau de desenvolvimento da região, ou seja, é minoritária a postura que identifica que a região não está se desenvolvendo. Tal percepção está amparada na perspectiva de que a região já conta com um considerável acúmulo de riqueza, embora para muitos, o crescimento econômico esteja perdendo vigor em sua evolução. É difundida uma percepção geral de estabilização ou esgotamento da base econômica agropecuária que sustentou o desenvolvimento até então e não há clareza quanto às perspectivas para sustentar novos fluxos de crescimento econômico na região, a não ser a retomada da atividade agropecuária em bases de maior lucratividade.

Resulta desta percepção demandas formuladas pelos atores sociais, em relação a suas comunidades, sobre necessidades de melhoria de qualidade de vida, a exemplo de sistemas de saúde, educação, transporte e comunicação mais acessíveis e eficientes, melhoria da infra-estrutura de escoamento da produção e, de uma maneira geral, a ampliação e a extensão da rede de equipamentos e serviços urbanos para o meio rural. Neste particular, identificou-se um elevado grau de "urbanização" da população residente no meio rural, no sentido de que muitas de suas necessidades são supridas atualmente por redes urbanas e pólos regionais próximos, dispondo não apenas de um padrão de vida similar ao da população urbana da região, mas também de vínculos com as cidades próximas.

Foi muito comentado o esgotamento do parcelamento das terras, divididas em sucessivas gerações, restando unidades de alto valor comercial e pouca lucratividade para a atividade agropecuária, comparativamente a oportunidades de trabalho urbano. Muitos temem que esta situação conduza a um despovoamento da área rural, retirando o dinamismo econômico da região, o qual tem se sustentado pela atividade agropecuária. Especificamente, com relação aos recursos hídricos, detectou-se uma fraca percepção de uma problemática ambiental que demande ações efetivas para gestão, isto é, não é percebido ainda como fator de eminente ameaça as dificuldades e problemas causados pela má gestão dos recursos naturais. De maneira geral, há uma percepção relativamente difundida entre os representantes de instituições locais no sentido de que há problemas ambientais gerados atualmente e que tenderão a se agravar com o tempo. Porém, esta não é uma pauta colocada em evidência, sendo colocada em segundo plano em função do atendimento de necessidades mais imediatas relacionadas ao desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida das populações locais.

Do ponto de vista dos representantes de instituições locais, os principais problemas a serem gerenciados estão relacionados: ao saneamento básico e tratamento de esgotos dos centros urbanos; à supressão da mata ciliar e ao desmatamento provocado pela expansão de áreas agrícolas, bem como o consumo de lenha para os fornos de secagem de fumo; à contaminação dos solos e das águas por agrotóxicos utilizados intensivamente nas lavouras, em especial a de fumo; e ao assoreamento dos rios provocado por práticas agrícolas inadequadas.

Para os produtores entrevistados, a problemática dos recursos hídricos ganha outro contorno. Foram mencionados, principalmente: as cheias que alagam lavouras próximas dos cursos de água e as perdas decorrentes; a escassez de água nos períodos de verão, o que eleva os custos de produção por necessitar de obras de açudagem ou provoca perdas importantes na produção; e problemas de qualidade dos cursos de água mais próximos de centros urbanos como Santa Cruz do Sul, bem como das águas subterrâneas, as quais se encontram já bastante contaminadas em muitos locais, exigindo o abandono de poços e fontes anteriormente utilizadas e a escavação de novos poços, cada vez mais profundos, para obtenção de água de boa qualidade para consumo humano.

Apesar dos problemas identificados, como foi mencionado anteriormente, não há uma percepção difundida de que estes ameacem imediatamente os interesses e as necessidades das comunidades, podendo ser contornados com medidas apropriadas, a serem tomadas especialmente por autoridades públicas municipais. Não são identificados, também, conflitos significativos com relação ao uso dos recursos hídricos. O único conflito identificado com certa frequência entre os entrevistados é o que opõe o uso da água para irrigação com necessidades de abastecimento humano. Contudo, este é visto como um conflito que pode estar presente, mas que se realiza em pequena escala na medida em que ocorre com maior importância na porção de jusante dos rios Pardo e Pardinho, não afetando diretamente o abastecimento das sedes municipais mais importantes, a exemplo de Candelária e Santa Cruz do Sul, bem como os demais municípios que se posicionam a montante. Assim, nesta condição, este conflito não se apresenta como demandante de ações imediatas, sendo antes percebido muito mais como um “risco”, caso o uso para irrigação ou a demanda para abastecimento se intensifiquem.

Os demais aspectos relacionados à gestão dos recursos hídricos são percebidos antes como “problemas” que afetam de uma forma ou de outra a todos e não propriamente como conflitos. Nesta condição, a abordagem de gestão predominante é a que preconiza a necessidade de serem tomadas medidas de contenção de ações impactantes, educação ambiental e investimento em infra-estrutura, que precisam ser priorizadas entre outras tantas demandas das comunidades da região.

Nesta condição, os atores específicos responsáveis pela gestão e fiscalização da utilização dos recursos hídricos, a exemplo do próprio Comitê de Bacia, são percebidos como menos relevantes e influentes frente aos órgãos de governo, especialmente municipais, os quais são vistos como atores prioritários para a definição e implementação de ações de melhoria da gestão dos recursos hídricos na Bacia. Resulta deste cenário geral o predomínio de identidades regionais particulares no interior da Bacia em detrimento da possibilidade e da abertura dos atores sociais para a construção de uma identidade regional forjada em torno de uma noção de “bacia”, isto é, de interesses e perspectivas compartilhadas pelas comunidades locais por conta de sua pertinência a um espaço de percepção e gestão de problemas relacionados aos recursos hídricos.

## 5. CONSOLIDAÇÃO DO DIAGNÓSTICO

O diagnóstico dos recursos hídricos da Bacia do Rio Pardo foi baseado na determinação das situações atuais para os principais temas relacionados à água, dentre os quais podem ser citados: a disponibilidade hídrica; os usos, demandas e consumos da água; os balanços hídricos quantitativos (entre disponibilidade e demandas/consumos); a qualidade das águas; as enchentes; o uso de agrotóxicos; os efluentes; as alterações na morfologia e no regime fluvial; a carga orgânica de origem suína potencialmente gerada; o uso do solo e a cobertura vegetal; os remanescentes de mata ciliar; as Unidades de Conservação; e a adequação do uso do solo, juntamente com aqueles de ordem social, como a análise da dinâmica sócio-antropológica da Bacia.

Outros temas, de interesse ou interveniência secundária frente à análise da situação dos recursos hídricos na Bacia, também foram estudados e seus resultados apresentados nos relatórios técnicos já entregues (RT-1, RT-2 e RT-3), passando a constituir uma base de informações para a análise dos temas principais.

A consolidação do Diagnóstico da Bacia do Rio Pardo configura, por um lado, um fechamento dos estudos realizados ao longo dos primeiros oito meses de trabalho e, por outro, o estabelecimento de uma sólida base de conhecimento com vistas ao desenvolvimento da Etapa B, relativa aos cenários futuros quantitativos e qualitativos e ao processo de Enquadramento das águas superficiais da Bacia do Rio Pardo.

Nesse sentido, o resultado apresentado neste capítulo incorpora importantes contribuições originadas da participação efetiva da sociedade da Bacia, representada pelo Comitê Pardo, obtida através da realização de diversos e sistemáticos encontros de trabalho. Significa dizer que, além de um documento técnico, o diagnóstico apresentado resulta também da percepção que a própria sociedade da Bacia tem sobre a sua realidade.

O desafio, ao consolidar o diagnóstico dos recursos hídricos da Bacia do Rio Pardo, consistiu em integrar e sintetizar os resultados dos diversos temas estudados com vistas ao processo de planejamento e gestão ora em curso. Ou seja, a tradução de uma ampla gama de informações das mais diversas naturezas e origens em análises focadas nos recursos hídricos da Bacia e que expressassem, da forma mais direta possível, a realidade da problemática da água.

A essa problemática dos recursos hídricos, foi agregada uma análise sócio-antropológica, com o objetivo de (subsidiada nos estudos relativos à dinâmica social da Bacia) avaliar de que forma a sociedade da Bacia percebe os problemas identificados na Bacia e reage a eles, possibilitando a definição de restrições e potenciais (do ponto de vista social e institucional) para que a resolução desses problemas seja encaminhada.

Como opção mais viável para configurar o processo de identificação dos principais problemas relativos aos recursos hídricos na Bacia do Rio Pardo, determinando as suas magnitudes e espacializando a suas ocorrências, foi utilizada técnica de análise matricial, capaz de cruzar as diversas informações existentes. Para tanto, foram desenvolvidas três matrizes: a matriz dos principais problemas identificados segundo suas localizações e magnitudes; a matriz dos municípios dominantes para cada Unidade de Estudo; e a matriz de relações causa-efeito, que no seu conjunto permitem a consolidação do diagnóstico.

## 5.1. PROBLEMAS RELACIONADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS

O passo inicial da consolidação do diagnóstico consistiu na identificação dos problemas existentes (portanto atuais) diretamente relacionados aos recursos hídricos da Bacia do Rio Pardo. Na seqüência, os problemas identificados foram caracterizados em termos espaciais (ocorrências ao longo da Bacia) e do grau de interferência nos recursos hídricos (magnitude ou intensidade). Face à necessidade de se cruzar, simultaneamente, três informações distintas, foi utilizada técnica matricial, resultando na estruturação de uma matriz de problemas.

A identificação dos principais problemas diretamente relacionados aos recursos hídricos foi realizada em dois momentos: um primeiro de identificação dos temas diretamente relacionados à questão hídrica que indicaram a ocorrência de situações atuais preocupantes; e um segundo, quando, para os temas selecionados, foram identificados os principais problemas diretamente relacionados aos recursos hídricos. Posteriormente à identificação dos principais problemas, foi efetuada a caracterização individual, através da localização (em termos de Unidades de Estudo na Bacia) e da definição da magnitude ou intensidade.

A matriz sobre a qual foi desenvolvida a caracterização individualizada dos principais problemas diretamente relacionados aos recursos hídricos possui a seguinte estrutura: as colunas correspondem às Unidades de Estudo (localização); as linhas referem-se aos dezessete principais problemas identificados; e em cada célula matricial (intersecção linha-coluna) foi determinado o grau de magnitude ou intensidade do problema analisado na respectiva Unidade de Estudo considerada.

Os critérios utilizados para atribuir a magnitude dos problemas considerados a cada Unidade de Estudo são relativos, ou seja: atribui-se o grau máximo de intensidade às Unidades em que o problema identificado é considerado muito grave em relação às demais Unidades. A avaliação quanto ao grau de intensidade ou magnitude dos problemas foi baseada nos estudos técnicos precedentes e os critérios adotados estão descritos no relatório RE-A.

Para facilitar a compreensão e visualização da matriz de problemas, as magnitudes foram representadas por cores (vermelha, laranja e amarela). Para o cálculo da situação geral de cada Unidade houve a necessidade de atribuir valores (notas) a estas cores. Desta forma, a cor amarela corresponde à nota 1, a cor laranja corresponde à nota 2 e a vermelha 3 (da menor para a maior magnitude).

Como resultado foi configurada a Matriz de Problemas (Quadro 5.1), que apresenta a situação relativa de cada problema em cada Unidade de Estudo e a situação geral de cada Unidade de Estudo com relação à problemática dos recursos hídricos na Bacia.

Determinadas as magnitudes de cada problema em cada Unidade, para obter-se uma situação geral para cada Unidade com relação ao conjunto de problemas analisados, foi adotado o procedimento de calcular a nota média da Unidade, com base nas notas atribuídas a cada problema, conforme anteriormente comentado.

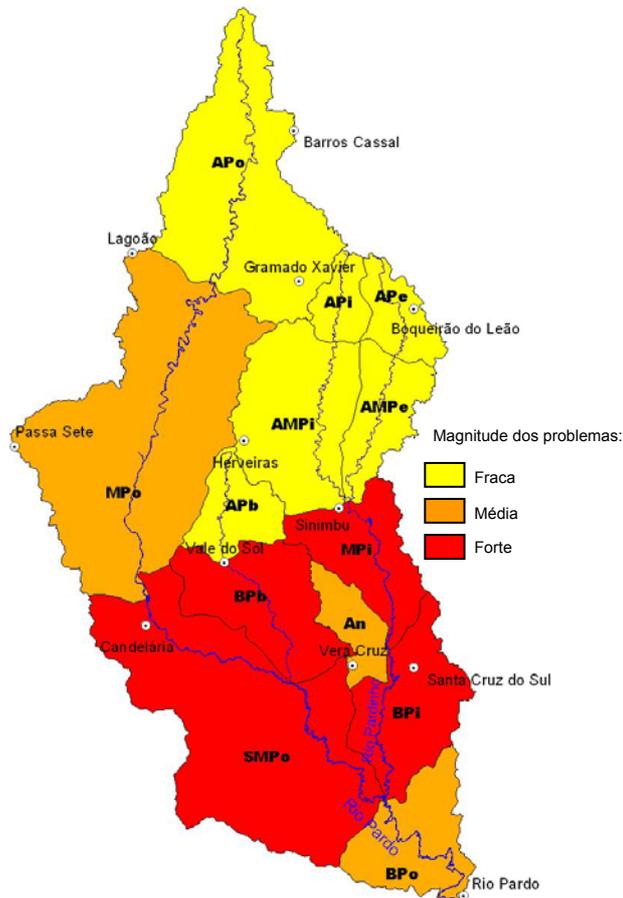
O resultado da análise quanto à intensidade dos problemas identificados em cada Unidade de Estudo da Bacia, através da avaliação da matriz de problemas deve ser realizado de forma individualizada. No entanto, é possível identificar alguns padrões gerais, em termos de problemas identificados (análise das linhas da matriz): as situações mais críticas (maior ocorrência de cores vermelhas) são verificadas para os problemas relativos à ausência de áreas protegidas, déficit de mata ciliar e desbarrancamento de margens. Situações intermediárias foram verificadas para os restantes dos problemas, com destaque para o uso inadequado do solo.

Consolidação do Conhecimento sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e  
Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho

Quadro 5.1 - Matriz da situação geral das Unidades de Estudo com relação à magnitude dos problemas

O que		Onde												
Tema	Problema Associado aos Recursos Hídricos	APo	MPo	SMPo	BPo	APb	BPb	API	AMPI	APe	AMPe	MPI	An	BPI
Balanço Hídrico Superficial	1	deficit hídrico (escassez)												
	2	cheias (excesso)												
Disponibilidade de Água Subterrânea	3	baixa potencialidade de exploração												
	4	incompatibilidade entre qualidade e usos												
Qualidade da Água Superficial	5	degradação por "contaminação"												
	6	multiplicidade de usos (tendência de conflito)												
Usos da Água	7	potencial de degradação de origem urbana												
	8	potencial de degradação de origem rural												
Efluentes	9	uso inadequado do solo												
	10	deficit de mata ciliar (APP = 30 m)												
Cobertura Vegetal	11	ausência de Áreas Protegidas												
	12	potencial de geração de carga orgânica												
Unidades de Conservação	13	intensidade do uso de agrotóxicos												
	14	assoreamento dos cursos de água												
Carga Orgânica de Origem Suína	15	desbarrancamento de margens												
	16	retificação de traçado												
Alteração na Morfologia e Regime Fluvial	17	obstrução das calhas fluviais												
	SITUAÇÃO GERAL DAS UNIDADES DE ESTUDO													
RANKING DAS UNIDADES DE ESTUDO		5º	7º	13º	9º	4º	10º	3º	6º	2º	1º	11º	8º	12º

LEGENDA: Magnitude dos problemas: Fraca Média Forte



Mapa 5.1: Situação das Unidades de Estudo Quanto à Magnitude dos Problemas Identificados

A análise por Unidade de Estudo permite identificar aquelas em que a situação geral quanto aos problemas relacionados aos recursos hídricos é mais grave. Classificadas em situação mais grave estão as Unidades Baixo Plumbos, Médio Pardinho, Baixo Pardinho e Sub-Médio Pardo, apresentando, respectivamente, 7, 8, 13 e 14 intensidades fortes para os 17 problemas avaliados. Por outro lado, seis Unidades encontram-se em situação menos preocupante: Alto Pardo, Alto Plumbos, Alto Pardinho, Alto-Médio Pardinho, Alto Pequeno e Alto-Médio Pequeno. As demais Unidades encontram-se em situação intermediária. Observa-se, assim, uma clara regionalização da intensidade da situação geral: Unidades mais a montante apresentam-se em melhores condições, enquanto as Unidades nas porções mais baixas (jusante) encontram-se em situações mais graves e preocupantes.

O Mapa 5.1 apresenta a situação das Unidades de Estudo quanto à magnitude dos problemas identificados e analisados, através das faixas de intensidade consideradas: vermelha (forte), laranja (médio) e amarela (fraca).

## 5.2. ANÁLISE SÓCIO-ANTROPOLÓGICA

A análise da dinâmica social da Bacia aponta para um conjunto de dificuldades e oportunidades do ponto de vista da construção de uma percepção adequada da problemática dos recursos hídricos, bem como da indicação de alternativas a serem exploradas para a gestão destes recursos.

Em primeiro lugar, identifica-se uma grande dificuldade das comunidades municipais que compõem a Bacia para desenvolverem uma identidade efetiva de pertencimento à Bacia do Rio Pardo. Do ponto de vista cultural, os eixos de ocupação do Rio Pardo, cujo principal núcleo encontra-se no município de Candelária, e o do Rio Pardinho, polarizado por Santa Cruz do Sul, apresentam significativa diferenciação cultural. Tal diferenciação cultural não é marcada apenas pela origem predominante em tradições tão distintas quanto a lusitana e a alemã, mas também se manifesta no perfil de ocupação e nos modelos de exploração agropecuária. Ao norte da Bacia, na área de encosta, além das variações culturais, com presença importante de descendentes italianos, modifica-se também o perfil de ocupação e exploração agropecuária, desenvolvendo uma grande diversidade de identidades locais. Do ponto de vista sócio-cultural, portanto, não há uma identidade predominante na Bacia.

Em segundo lugar, as diferenciações físicas e biológicas da paisagem da Bacia, representadas de forma mais evidente na variação de altitude entre o alto Pardo e Pardinho e as terras baixas para onde estes rios afluem, somadas aos diferentes perfis de ocupação relacionados às características sócio-

culturais indicadas anteriormente, fazem com que seja muito diferenciado o perfil de distribuição das características e dos problemas relacionados aos recursos hídricos. A matriz de identificação e dimensionamento dos principais problemas relacionados aos recursos hídricos não deixa dúvidas quanto à concentração do maior volume de problemas em três Unidades de Estudo, concentrando a maior parte dos problemas de maior intensidade na porção sul (ou de jusante) da Bacia. Nesta condição, a identificação de uma problemática comum à Bacia também se revela uma fonte limitada de potencial construção de identidades úteis à gestão da Bacia em seu conjunto.

Tendo em vista estas constatações, formuladas através dos estudos técnicos, coloca-se como desafio para a gestão dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo a necessidade de suas instâncias representativas, em especial seu Comitê de Bacia, estabelecerem estratégias eficazes que não ignorem as diferenciações regionais em seu interior, ao mesmo tempo em que construam soluções eficazes para o desenvolvimento de uma gestão que considere a necessidade de articulação interna entre as comunidades e municipalidades que compõem a Bacia.

Algumas importantes alternativas se apresentam para serem exploradas no sentido de realizar uma efetiva gestão dos recursos hídricos na Bacia. Os atores sociais, de maneira geral, se identificam fortemente com as instâncias de governança locais, entre as quais as prefeituras, mas também as instituições de sociedade civil, em especial as de cunho religioso e de defesa de interesses econômicos e sociais. Parece ser imperativo ao Comitê estabelecer uma relação de parceria mais aprofundada com estas instâncias de governança locais, não apenas na condição de representantes de categorias que compõem o Comitê, mas na condição de atores efetivos de implementação de ações de gestão e solução de problemas. De certa forma, cada unidade de identidade sócio-cultural e de problemática de recursos hídricos, identificadas aqui com as áreas de estudo do diagnóstico do Plano, pode estabelecer estratégias eficazes e eficientes para a articulação dos atores institucionais e da população local em uma atuação segmentada do Comitê, que respeite não apenas as pautas específicas da problemática dos recursos hídricos de cada região, mas também as diferenciações de identidade e de cultura que envolvem estas pautas específicas.

Tal estratégia de gestão não representa o abandono da identificação da bacia hidrográfica como unidade de gestão dos recursos hídricos no âmbito local. Antes pelo contrário, constitui-se em uma estratégia fundamental para gerenciar as diferenciações interna que a Bacia efetivamente encerra. Dito de outra forma, a especificação de pautas locais que acompanhem a identificação de problemáticas de recursos hídricos e de identidades sócio-culturais específicas é a condição para a construção de uma gestão efetiva dos recursos hídricos na Bacia do Rio Pardo.

O que há de comum na gestão dos recursos hídricos em toda a Bacia é, precisamente, a necessidade de se estabelecer um sistema eficiente de gerenciamento do uso da água, o que irá permitir sua gestão de forma que seja assegurada qualidade e quantidade deste recurso ao longo do tempo. Atualmente, o principal conflito identificado em relação a isso é o uso e consumo da água na produção de arroz irrigado e o uso e consumo de água para abastecimento humano. Todos os demais problemas importantes identificados não se configuram propriamente como conflitos, isto é, uma oposição de interesses na qual a condição de um grupo se beneficiar representa a condição de outro ser prejudicado. A maior parte dos problemas relacionados aos recursos hídricos na Bacia do Rio Pardo se configura como problemáticas que afetam diferentes grupos, porém, sem que seja estabelecido um conflito específico, e sim como problemas demandantes de solução em benefício de populações mais diretamente afetadas.

Tendo em vista estes últimos comentários, identifica-se com núcleo polarizador do desenvolvimento de uma gestão mais efetiva dos recursos hídricos na Bacia do Rio Pardo o município de Candelária, o qual

sedia a maior concentração de atividades produtivas de lavouras irrigadas na Bacia e onde o conflito de uso mais significativo se apresenta de forma mais concentrada. Nas demais regiões da Bacia, a gestão adequada dos problemas em escala municipal e micro-regional se apresenta como caminho mais eficaz para se lograr maior efetividade na gestão de seus recursos hídricos, estabelecendo as condições para que a implantação efetiva da gestão da água se desenvolva como instrumento genuíno de desenvolvimento regional.

Nesse sentido, o Quadro 5.2 apresenta as relações entre os municípios líderes e as Unidades de Estudo, evidenciando os papéis de Santa Cruz do Sul, para a sub-bacia do Rio Pardinho, e de Candelária no contexto geral da Bacia do Rio Pardo.

Quadro 5.2 - Matriz dos municípios líderes nas Unidades de Estudo

Município	Unidade de Estudo															
	APo	MPo	SMPO	BPo	APb	BPb	Pardo	API	AMPI	APe	AMPe	MPI	An	BPI	Pardinho	Bacia
Barros Cassal																
Boqueirão do Leão																
Candelária							*									*
Gramado Xavier																
Herveiras																
Lagoão																
Passa Sete																
Rio Pardo																
Santa Cruz do Sul															*	*
Sinimbu																
Vale do Sol																
Venâncio Aires																
Vera Cruz																

Legenda:

-  Município líder na Unidade considerada
-  Líder principal

### 5.3. ANÁLISE INTEGRADA

Com os resultados apresentados na Matriz de Problemas (Quadro 5.1), pode-se verificar que, com relação aos aspectos diretamente relacionados à quantidade e à qualidade das águas, há nítida concentração espacial de problemas com maior magnitude nas Unidades de Estudo localizadas na porção baixa (mais a jusante) da Bacia do Rio Pardo. O mesmo ocorre com os problemas associados à alteração na morfologia e no regime fluviais.

Os balanços hídricos realizados (considerando disponibilidades mínimas e consumos) indicaram existência de déficits hídricos, mesmo ao considerar a capacidade de açudagem nas Unidades de Estudo, apenas para o Baixo Plumbs, Andréas e Baixo Pardinho. Também foram observados déficits, mas para a situação sem açudagem, para as Unidades: Sub-Médio Pardo e Baixo Pardo. Para todas as demais Unidades de Estudo a situação é menos preocupante. Os déficits ocorrem sempre nos meses de verão, notadamente durante o período de irrigação do arroz, quando há intensa utilização da água.

Em termos de ocorrência de cheias observa-se situação crítica nas Unidades de Estudo: Médio e Sub-Médio Pardo e Baixo Pardinho, com destaque para a situação na cidade de Santa Cruz do Sul. No

entanto, o comportamento hidráulico-hidrológico natural da Bacia do Rio Pardo tem como resultado a geração de grandes volumes hídricos, em períodos concentrados, após a ocorrência de precipitações de intensidade média a elevada, culminando com a inundação das várzeas e zonas ribeirinhas. Essa situação natural, no entanto, está sendo agravada constantemente através da ação humana nas porções média e alta da Bacia, notadamente no Rio Pardinho.

Com relação à qualidade das águas superficiais (incompatibilidade entre qualidade e usos), novamente ocorrem as piores situações nas Unidades localizadas nas porções médio-inferiores da Bacia: as Unidades do Baixo Pardo e Baixo Plumbs apresentaram incompatibilidade severa (nível 2), enquanto as do Médio e Sub-Médio Pardo e Baixo Pardinho mostraram incompatibilidade de nível 1, ou seja, moderada. Essa situação comprova a influência direta da ação humana na degradação da qualidade das águas. Quanto às águas subterrâneas, tende a ocorrer situação semelhante à das águas superficiais, fruto da contaminação dos aquíferos, com algumas peculiaridades decorrentes da localização das zonas de recarga dos aquíferos. Nesse sentido, os recursos hídricos atuam nas Unidades de Estudo de jusante da Bacia como integradores dos efeitos da presença e da ação humanas.

Com relação ao uso inadequado dos solos, há uma dispersão de ocorrência, mas as melhores situações (usos mais adequados às capacidades dos solos) ocorrem justamente nas Unidades de Estudo da porção inferior da Bacia (Sub-Médio Pardo, Baixo Pardo e Baixo Pardinho), o que vem a comprovar algo até certo ponto lógico: a atividade agrícola localiza-se onde há viabilidade técnica para tanto (incluindo a capacidade produtiva da terra).

O déficit de mata ciliar, considerando faixas de apenas 30 metros em cada margem ao longo das drenagens da Bacia, ocorre de forma mais intensa (acima de 50%) nas Unidades de Estudo: Alto, Sub-Médio e Baixo Pardo, Baixo Plumbs, Andréas e Baixo Pardinho. Essa situação é menos crítica apenas no Alto Plumbs e Alto-Médios Pardinho e Pequeno, em razão das restrições topográficas. É importante reconhecer a função vital dessas áreas para a proteção das drenagens, tanto no que se refere aos aspectos quantitativos, como principalmente qualitativos dos recursos hídricos.

Quanto à ausência de Unidades de Conservação, a situação é preocupante em toda a Bacia do Rio Pardo, sendo menos crítica apenas no Alto-Médio Pardinho e no Baixo Pardinho e indicando um início de conscientização quanto à importância da existência de áreas protegidas. Essas áreas assumem caráter estratégico com vistas à conservação ambiental para toda a região com vinculações diretas com os recursos hídricos.

Com relação ao uso de agrotóxicos, há maior intensidade nas Unidades do Médio e Sub-Médio Pardo, resultado das atividades agrícolas relacionadas às culturas de fumo, soja, arroz e milho. Essa situação é menos preocupante apenas nas Unidades Alto Pardinho e Pequeno, Alto-Médio Pequeno e Andréas.

Uma avaliação integrada permite inferir, como já era esperado, que as piores situações gerais (resultado da soma de situações específicas de cada problema) ocorrem nas Unidades de Estudo da porção média-inferior da Bacia do Rio Pardo, onde há maior intensidade da presença e da ação humana: Sub-Médio Pardo, Baixo Pardinho, Médio Pardinho. Ao analisar a situação quanto às grandes vertentes da Bacia, observa-se que a situação geral é mais crítica na sub-bacia do Pardinho, relativamente à vertente do Pardo, justamente onde se localiza o maior centro urbano-industrial da região (Santa Cruz do Sul).

### Matriz de Relações Causa-Efeito

A matriz de relações causa-efeito foi elaborada com o objetivo de explicitar o relacionamento entre os diversos problemas diretamente vinculados aos recursos hídricos identificados na Bacia do Rio Pardo. Objetiva mostrar, de forma complementar, as origens dos principais problemas e quando há relação de sobreposição de efeitos, face à sobreposição de causas. Esse tipo de abordagem serve para identificar o que deve ser modificado (quais as causas) para que se possa alterar alguma situação indesejável (efeito em situação crítica). A formatação em uma matriz possibilita a visualização integrada de todas as relações, no entanto, essa abordagem é mais efetiva nas questões específicas (o que causa determinado efeito), sendo assim, essencial para as próximas etapas dos trabalhos (Etapas B e C).

Assim, foi elaborada uma matriz em que as linhas e colunas são constituídas pelos mesmos problemas anteriormente identificados. Nas células (intersecções entre linhas e colunas) são indicadas as existências de relação causa-efeito e os seus sentidos: quem condiciona quem (ou quem é causa e quem é efeito). A ponta da flecha indica o problema que é influenciado pela causa considerada. Quando o cruzamento dos problemas tiver uma seta bi-direcionada, significa que os problemas são mutuamente influenciados (ou seja, cada um é causa e efeito do outro, simultaneamente). A Matriz de relações causa-efeito é apresentada no Quadro 5.3.

Quadro 5.3 - Matriz de relações causa-efeito

TEMA	PROBLEMA	PROBLEMAS																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Balanço Hídrico Superficial	1 déficit hídrico (escassez)																	
Enchentes	2 cheias (excesso)																	
Disponibilidade de Água Subterrânea	3 baixa potencialidade de exploração																	
Qualidade da Água Superficial	4 incompatibilidade entre qualidade e usos																	
Qualidade da Água Subterrânea	5 degradação por "contaminação"																	
Usos da Água	6 multiplicidade de usos (tendência de conflito)																	
Efluentes	7 potencial de degradação de origem urbana																	
	8 potencial de degradação de origem rural																	
Uso dos Solos	9 uso inadequado do solo																	
Cobertura Vegetal	10 déficit de mata ciliar (APP = 30 m)																	
Unidades de Conservação	11 ausência de Áreas Protegidas																	
Carga Orgânica de Origem Suína	12 potencial de geração de carga orgânica																	
Uso de Agrotóxicos	13 intensidade do uso de agrotóxicos																	
Alteração na Morfologia e Regime Fluvial	14 assoreamento dos cursos d'água																	
	15 desbarrancamento de margens																	
	16 retificação de traçado																	
	17 obstrução das calhas fluviais																	

**Legenda:**

--	--	--	--

EFEITO COM MAIOR NÚMERO DE CAUSAS  
 CAUSA COM MAIOR NÚMERO DE EFEITOS

Observa-se, na Matriz de Relações Causa-Efeito, que os problemas mais influenciados – ou os principais efeitos – são: qualidade das águas superficiais e subterrâneas; degradação de origem rural, déficits hídricos e enchentes. Ou seja, problemas relacionados à qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Embora essa conclusão possa parecer óbvia, visto que se está buscando identificar repercussões nos recursos hídricos, serve para comprovar a eficiência da metodologia utilizada e para identificar, por decorrência, as causas que deverão ser enfrentadas ou ter suas situações atuais alteradas, para que esses problemas (efeitos) sejam minimizados.

Por outro lado, os problemas que mais influenciam são: uso inadequado dos solos, déficit de mata ciliar, ausência de áreas protegidas, assoreamento e obstrução das calhas. Os três primeiros encontram-se em um grupo associado ao uso dos solos e à cobertura vegetal, e os dois últimos pertencem ao grupo alteração na morfologia e no regime fluviais. Assim, ficam identificadas as cinco principais causas da problemática relacionada aos recursos hídricos na Bacia do Rio Pardo como um todo.

Conforme se pode observar na Matriz, o problema que aparece com maior número de relações é a “qualidade das águas superficiais” (incompatibilidade entre qualidade e usos das águas superficiais), sendo influenciado por nove diferentes causas. Esse fato indica que a qualidade das águas superficiais tem forte e múltipla relação com os demais problemas da Bacia, e que a magnitude deste problema pode ser afetada por decorrência da alteração das diversas causas identificadas. Já o uso dos solos e os assoreamentos e obstruções fluviais são as causas mais freqüentes dos problemas verificados na Bacia. O principal resultado da Matriz consiste na identificação das relações de causa-efeito para cada problema identificado na Bacia do Rio Pardo. Através dessas relações, é possível saber em que causa (ou causas) deve-se atuar para alterar determinado problema ou situação crítica. De forma a possibilitar uma visão integrada do complexo esquema relacional de causa-efeito para os problemas referentes aos recursos hídricos da Bacia do Rio Pardo, foi efetuada uma análise de grupos ou famílias, cujo resultado é apresentado na Figura 5.1, a seguir.

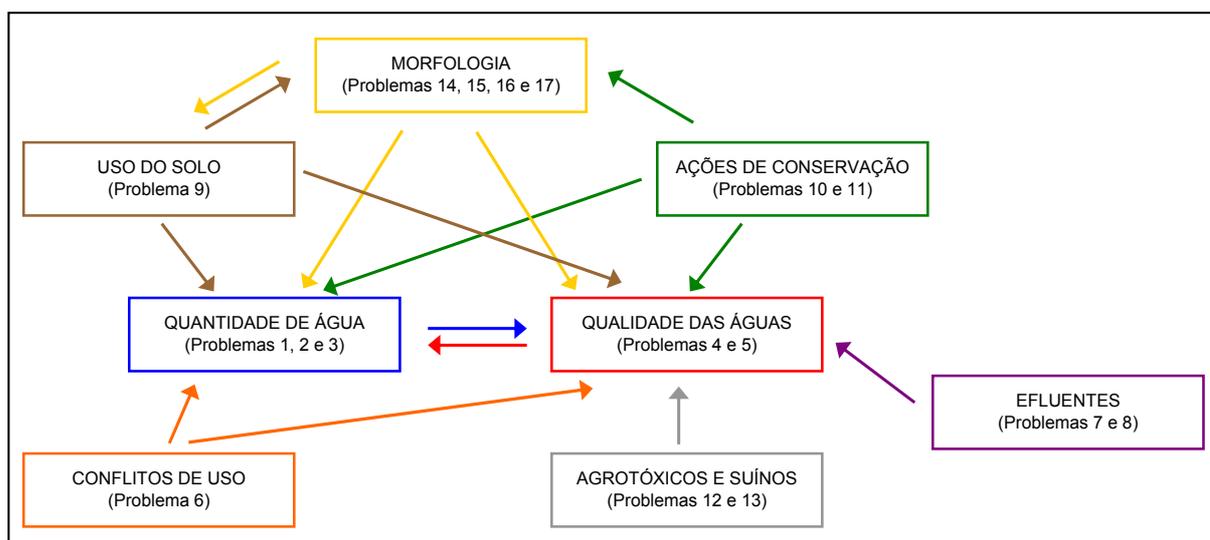


Figura 5.1 - Esquema das relações de Causa-Efeito

Dois principais famílias de problemas são identificadas como principais efeitos: quantidade e qualidade das águas. A partir delas foram identificadas as principais causas associadas em primeiro nível de relacionamento. Como conclusão, observa-se uma densa rede de ramificações, na qual diversas causas apresentam influências nas duas famílias, demonstrando a complexidade dessas relações e, por conseguinte, da resolução dos problemas associados aos recursos hídricos da Bacia do Rio Pardo.

#### 5.4. CONCLUSÕES GERAIS

Como conclusão geral do diagnóstico, pode-se dizer que a problemática atual dos recursos hídricos na Bacia do Rio Pardo está associada a dois principais condicionantes: às anomalias no comportamento hidráulico-hidrológico da Bacia e à intensidade e inadequação com que os solos de algumas importantes regiões da Bacia são utilizados. Embora esses condicionantes sejam universais (observados em diversas outras bacias hidrográficas), na Bacia do Rio Pardo assumem importância destacada. Assim sendo, as restrições e potencialidades associadas aos recursos hídricos relacionam-se diretamente com esses condicionantes.

O comportamento hidráulico-hidrológico da Bacia determina a ocorrência alternada de dois importantes problemas relacionados à quantidade das águas superficiais: enchentes, nos momentos imediatamente posteriores à ocorrência de precipitações em níveis concentrados ou elevados, e déficits hídricos após período relativamente pouco extenso sem precipitações, o que não é comum em outras bacias hidrográficas. Embora esses problemas tenham origem no regime fluvial da Bacia (até certo ponto natural), sofrem diretamente a influência da ação humana que, ao alterar as condições originais de uso e ocupação dos solos, desequilibra ainda mais essa dicotomia excesso-déficit hídrico. Como resultado, nas áreas de montante da Bacia a capacidade de retenção de água é praticamente inexistente, o que gera a brusca oscilação entre excesso e falta de água, notadamente no Rio Pardinho.

Especificamente quanto ao uso e à ocupação dos solos na Bacia do Rio Pardo, há uma evidente concentração de atividades rurais (agropecuárias) e urbanas (domésticas e industriais) nas porções média e inferior. Como resultado dessa pressão antrópica sobre o ambiente, tem-se a degradação qualitativa dos recursos hídricos, conforme já mencionado nos subitens anteriores.

Por fim, para os problemas associados à questão quantitativa dos recursos hídricos, podem ser indicadas duas formas de resolução, que expressam as potencialidades específicas da Bacia: otimização dos consumos e regularização dos fluxos fluviais (atenuação de máximos e mínimos). Já para os problemas associados às questões qualitativas das águas, percebem-se grandes potencialidades de resolução desses problemas visto que há possibilidades reais de implementação de formas participativas de planejamento do uso dos solos e de maior preocupação com os lançamentos de efluentes urbanos nos cursos de água.