

QUANTIFICAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA NA BACIA DO RIO IBICUI - RS

**João Batista Dias de Paiva, Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva,
Maria do Carmo Cauduro Gastaldini, Carlos Alberto Oliveira Irion,
Janaína Rios Dias, Luiz César Matiuuzzi da Costa**

*Departamento de Hidráulica e Saneamento – Centro de Tecnologia
Universidade Federal de Santa Maria - CEP 97105-900 – Camobi, Santa Maria, RS
paiva@safira.ct.ufsm.br, eloiza@safira.ct.ufsm.br, mcarmo@safira.ct.ufsm.br,
irion@safira.ct.ufsm.br, a9613147@alunog.ufsm.br, a9410697@alunog.ufsm.br*

Luiz Antônio Richter

*Faculdade de Agronomia - Universidade de Passo Fundo
richter@upf.tche.br*

RESUMO

Este trabalho caracteriza as demandas de água da bacia do rio Ibicuí (RS), bacia U60 do Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul. Localizada entre as latitudes de 28°30'S e 31°S e longitudes de 53°30' e 57°W, a área estudada tem 36.667,13 km². É composta pelas bacias dos rios Butuí, Touro Passo e parte da bacia do rio Ibicuí, principal afluente à margem esquerda do rio Uruguai em território brasileiro. Tal caracterização, foi feita com base em levantamento cadastral realizado entre novembro de 1997 e maio de 1998. Os resultados permitem concluir que na bacia do rio Ibicuí: a) a população humana, de 458.980 habitantes, é abastecida predominantemente de mananciais superficiais, sendo de mananciais subterrâneos o abastecimento nos municípios menores e o da população rural (85.787 habitantes); b) abastecimento industrial é de pouca expressão na bacia; c) a pecuária representa importante papel na economia da bacia, sendo de 4.559.163 cabeças o rebanho de animais de grande porte e de 4.739.252 cabeças o de animais de pequeno porte e; d) a lavoura de arroz irrigado, por inundação contínua, predomina na região. A área irrigada na safra de 1997/1998, foi de 169.927,6 ha. A menor lavoura de arroz cadastrada foi de 0,17 ha e a maior de 1.045 ha, com média de 66,15 ha. Foram utilizadas 2.637 captações, com total predomínio de captações superficiais. A demanda total de água estimada na bacia do rio Ibicuí somou 2440,066 hm³/ano, dos quais 9,4% destinados ao consumo humano, 1,6% ao consumo animal e 89,0% à irrigação da lavoura de arroz.

OBJETIVOS

Este trabalho teve por objetivo, quantificar e localizar as demandas de água nas bacias hidrográficas dos rios Butuí, Ibicuí e Touro Passo, que compõem a bacia hidrográfica U60 – rio Ibicuí, do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, para subsidiar a implementação dos mecanismos de gestão das águas previstos nesse sistema, nos termos da lei 10350/1994 e do decreto número 37034/1996, que regulamentam o Artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul.

Foi feito com base em levantamento cadastral realizado no período compreendido entre novembro de 1997 e maio de 1998, ou seja, os dados de campo referem-se à safra 1997-1998.

A ÁREA ESTUDADA

A bacia do rio Ibicuí, principal afluente da margem esquerda do rio Uruguai em território brasileiro, localiza-se entre as latitudes de 28°30'S e 31°S e longitudes de 53°30' e 57°W, abrangendo uma área total de 47.740 km², no Estado do Rio Grande do Sul. Seus principais formadores são os rios Jaguari, Ibicuí-Mirim, Ibirapuitã e Santa Maria. O curso principal do rio Ibicuí tem nascente no município de Júlio de Castilhos e desenvolve-se no sentido leste-oeste, por uma distância de 386 km, até a sua foz no rio Uruguai.

A área em estudo inclui ainda a bacia do rio Butuí e a bacia do arroio Touro Passo, além das contribuições diretas ao rio Uruguai, na área compreendida entre seus divisores. Não inclui a bacia do rio Santa Maria, de 15.000 km², principal afluente do rio Ibicuí, por ser essa bacia objeto de classificação específica pelo Sistema Estadual de Recursos Hídricos.

Para fins de caracterização de demandas e disponibilidades hídricas, a área foi dividida em sub-bacias conforme apresentado na Figura 1 e especificadas na Tabela 1.

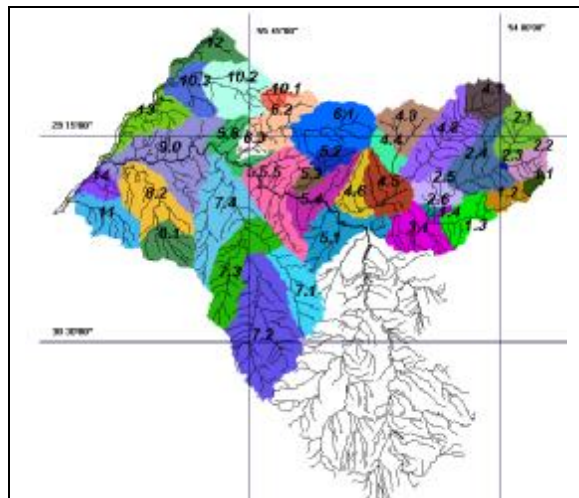


Figura 1. Divisão da área estudada em sub-bacias.

CADASTRAMENTO DOS USUÁRIOS DA ÁGUA

Metodologia utilizada

A metodologia utilizada para a elaboração do cadastro consistiu no seguinte:

- coleta de dados preliminares para a quantificação dos usuários;
- definição da ficha cadastral a ser aplicada;
- envio de correspondência para os produtores, informando da realização do trabalho, seus objetivos e importância e pedindo apoio no sentido de que fossem prestadas todas as informações solicitadas pelo cadastrante;
- visitas às propriedades, onde foram feitas entrevistas com os proprietários ou administradores das propriedades para preenchimento da ficha cadastral, e a locação do(s) ponto(s) de captação e do(s) pontos(s) de lançamento do efluente da lavoura;
- revisão e processamento dos dados cadastrais no escritório;
- organização dos dados cadastrais e preparação dos resumos para a quantificação das demandas;
- processamento dos dados em ambiente de geoprocessamento para a espacialização das demandas. Para digitalização de mapas foi utilizada mesa digitalizadora e o

Tabela 1. Divisão da área estudada em sub-bacias, em km².

Sub-bacias/Seção	At	Ai
1. Rio Ibicuí – Mirim		
1.1. Serra de São Martinho	152	152
1.2. BR 453	524	372
1.3. Passo São Lucas	1263	740
2. Rio Toropi		
2.1. Usina Quebra Dente	871	871
2.2. Rio Guassupi	577	577
2.3. Cachoeira do Cinco Veados	1635	187
2.4. Vila Clara	2783	1148
2.5. Ponte do Rio Toropi	3310	527
3. Alto Rio Ibicuí		
3.1. Passo Santa Vitória	5679	1842
4. Rio Jaguari		
4.1. Passo da Laje	905	905
4.2. Jaguari	2296	1391
4.3. Rio Jaguarizinho em Ernesto Alves	933	933
4.4. Rio Jaguarizinho em Jaguari	1345	412
4.5. Passo do Loreto	4578	937
4.6. Foz do Jaguari	5132	554
5. Médio Rio Ibicuí		
5.1. Passo da Catarina	27939	17127
5.2. Ponte do Miracatú	349	349
5.3. Foz do Arroio Miracatú	589	240
5.4. Manuel Viana	29501	973
5.5. Passo do Itaum	31008	1687
5.6. Mariano Pinto	42575	737
6. Rio Itú		
6.1. Barragem do Rio Itú	1558	1558
6.2. Passo da Cachoeira	2562	1004
6.3. Foz do Rio Itú	2806	244
7. Rio Ibirapuitã		
7.1. Passo dos Britos	3194	3194
7.2. Arroio Caverá em Passo do Ozório	1163	1163
7.3. Alegrete	5942	1585
7.4. Foz do Ibirapuitã	7948	2006
8. Rio Ibirocaí		
8.1. Plano Alto	770	770
8.2. João Arreguá	2203	1432
9. Baixo Rio Ibicuí		
9.0. Foz do Rio Ibicuí	47111	2333
10. Rio Butuí		
10.1. Passo do Butuí	191	191
10.2. BR 472	929	738
10.3. Foz do Butuí	2386	1458
11. Arroio Touro Passo		
11.1. Arroio Touro Passo	955	955
12. Costa do Uruguai – São Borja		
12.1. Costa do Uruguai – São Borja	711	711
13. Costa do Uruguai – Itaqui		
13.1. Costa do Uruguai – Itaqui	847	847
14. Costa do Uruguai – São Marcos		
14.1. Costa do Uruguai – São Marcos	385	385

At = área acumulada da sub-bacia até a seção considerada, em km²; Ai = área incremental entre duas seções consecutivas, em km².

software DIDGER 1.0.73 (Golden Software, 1996-97). O cruzamento e espacialização das informações foi feito com o software *I-drissi for Windows 2.0*.

Levantamento preliminar de dados para identificação dos usuários

Com o objetivo de quantificar preliminarmente os usuários da água na bacia do rio Ibicuí, buscou-se inicialmente informações junto à Companhia Rio Grandense de Saneamento, Instituto Rio Grandense do Arroz, EMATER, cooperativas atuantes na região e nas prefeituras municipais da região.

Após as primeiras consultas, constatou-se que nesta bacia, o principal uso da água, além do abastecimento público e dessedentação de animais, é para a irrigação da lavoura de arroz.

A quantificação dos usuários da água para abastecimento público foi feita a partir das informações obtidas junto à CORSAN e às prefeituras municipais.

A quantificação da demanda de água para a dessedentação de animais, foi feita a partir das informações relativas aos rebanhos, obtidas junto ao IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e à FEEE - Fundação Estadual de Economia e Estatística.

A quantificação dos usuários da água para a irrigação iniciou com a busca de informações sobre o possível número de usuários na bacia. Utilizou-se para tanto o resumo dos dados, referentes ao Estado do Rio Grande do Sul, do Cadastro Nacional de Irrigantes, realizado pelo Ministério do Interior - Secretaria de Irrigação, em 1988 e atualizado em 1992. Confirmada a predominância absoluta da atividade orizícola, buscou-se junto aos escritórios regionais do Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA, as informações relativas ao número de produtores bem como os nomes e endereços dos produtores cadastrados naquele instituto. Dos primeiros contatos, das listas fornecidas pelos escritórios do IRGA, relativas à safra 96/97, obteve-se a relação dos produtores cadastrados naquele instituto, apresentada na Tabela 2, relativa ao número de produtores por município que compõe a bacia.

De posse das listas com endereço dos produtores, foi encaminhada correspondência para cada um deles informando da realização do cadastro dos usuários da água da bacia hidrográfica do rio Ibicuí, com o objetivo de fornecer os subsídios necessários à implementação dos mecanismos de gestão das águas previstos no Sistema Estadual

Tabela 2. Número de orizicultores nos municípios que compunham a bacia, cadastrados no IRGA, na safra 96/97.

Município	Orizicultores cadastrados
Alegrete	416
Garruchos	2
Itacurubi	19
Itaqui	152
Jaguari	92
Maçambará	24
Manoel Viana	51
Mata	89
Santiago	2
São Borja	295
São Luiz Gonzaga	4
São Nicolau	2
São Pedro	337
São Francisco de Assis	120
São Vicente do Sul	106
Uruguiana	320
Total	2031

de Recursos Hídricos. Também foi comunicada a visita de um membro da equipe de campo para realização de uma entrevista e feito o pedido de fornecimento das informações solicitadas bem como a permissão para a locação do ponto de captação de água nas propriedades.

Descrição dos trabalhos de campo

De posse das informações preliminares e enviada a correspondência aos produtores, procedeu-se à organização da equipe de campo e ao planejamento dos trabalhos de cadastro.

Para a realização dos trabalhos de campo, a bacia foi dividida em regiões, a saber:

1. Região de São Pedro do Sul, compreendendo os municípios de São Pedro do Sul, Tupanciretã, Toropi, Quevedos, Mata, Jarí e Dilermando de Aguiar, incluindo as bacias dos rios Ibicuí Mirim e Toropi.
2. Região de São Vicente do Sul, compreendendo os municípios de São Francisco de Assis, São Vicente do Sul, Cacequi, Jaguari, Nova Esperança do Sul e Santiago. Abrange a bacia do rio Jaguari e todas as sub-bacias entre a foz do rio Toropi e foz do rio Santa Maria.
3. Região de Alegrete, compreendendo os municípios de Alegrete e Manoel Viana.

Abrange as várzeas do Ibicuí e todas as sub-bacias entre a foz do rio Santa Maria e a foz do rio Ibirapuitã.

A Figura 2 apresenta o mapa da área estudada, com a divisão municipal vigente na bacia, segundo a atual divisão administrativa do Estado do Rio Grande do Sul. Os seus nomes e áreas são apresentados na Tabela 3.

4. Região do Baixo Ibicuí, Touro Passo e Butuí, abrangendo os municípios de São Borja, Itaqui, Maçambará, Bororé e Uruguaiiana.

Após o início dos trabalhos de campo, detectou-se algumas dificuldades no cadastramento dos usuários da água no meio rural, destacando-se:

- a. a desconfiança e o temor dos produtores, a maioria mal informada e temerosa de prestar informações;
- b. as péssimas condições das estradas da região e a grande distância entre as sedes das propriedades;
- c. as fortes chuvas que assolaram a região, entre outubro de 1997 e maio de 1998, com reflexos nos níveis dos rios, prejudicando muito o desenvolvimento dos trabalhos de campo.

A primeira dificuldade deveu-se principalmente à falta de entrosamento entre os órgãos responsáveis pela implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e pela Política Estadual de Meio Ambiente. Na mesma ocasião em que estava sendo iniciado, pelo Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (CRH-RS, 1998), o cadastro de usuários da água para fins de gestão dos recursos hídricos, estava sendo implantado, pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), de maneira compulsória e com ônus para os produtores, o cadastro para fins de licenciamento ambiental.

Outro aspecto importante que contribuiu para isso, foi que difundiu-se entre os produtores a idéia de que a Política Estadual de Recursos Hídricos tinha como único objetivo a cobrança pelo uso da água, ou seja, estava em curso a implantação de um imposto pelo uso da água. Essa dificuldade, em algumas regiões, foi amenizada pela ação esclarecedora de técnicos atuantes na região, em especial os agrônomos do IRGA e da EMATER. Na região de Alegrete, onde o problema apresentava-se mais sério, foi amenizado, após reunião realizada entre as lideranças do setor agrícola e produto-

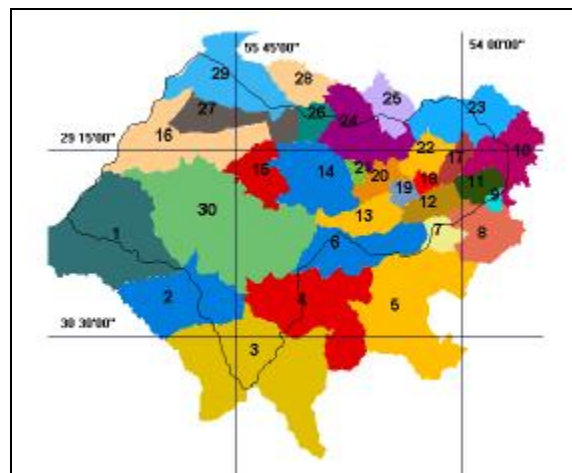


Figura 2. Localização da bacia do rio Ibicuí no contexto dos municípios que a compõem.

Tabela 3. Municípios que compõem a área em estudo, segundo a atual divisão administrativa do Rio Grande do Sul.

Nº Município	Área total (km ²)	Área na bacia (km ²)
1 Uruguaiiana	5692.57	2733.50
2 Quaraí	3256.58	1139.81
3 Santana do Livramento	6873.64	1758.69
4 Rosário	4346.91	1331.06
5 São Gabriel	5163.05	22.50
6 Cacequi	2329.09	1283.81
7 Dilermando de Aguiar	596.80	201.81
8 Santa Maria	1731.78	186.13
9 Itaara	167.11	70.44
10 Julio de Castilhos	1971.98	704.75
11 São Martinho da Serra	681.07	679.75
12 São Pedro do Sul	871.32	869.31
13 São Vicente do Sul	1173.50	1167.06
14 São Francisco de Assis	2587.79	2586.06
15 Manuel Viana	1316.06	1311.38
16 Itaqui	3373.91	3328.38
17 Quevedos	552.98	551.63
18 Toropi	234.65	234.19
19 Mata	332.13	330.31
20 Jaguari	687.13	687.06
21 Nova Esperança do Sul	186.29	186.06
22 Jari	819.09	818.56
23 Tupanciretã	2254.40	1264.81
24 Santiago	2425.55	1593.75
25 Capão do Cipó	1002.18	173.06
26 Unistalda	622.12	341.25
27 Maçambará	1655.67	1636.81
28 Itacurubi	1103.02	0.00
29 São Borja	3540.60	1708.06
30 Alegrete	7782.13	7767.13
Área total da bacia (km ²)		36667.13

res da região, com representantes do Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul, onde foi apresentada e discutida a Política Estadual de Recursos Hídricos, destacando-se os seus objetivos e importância, bem como as vantagens do planejamento e gestão dos recursos hídricos.

As dificuldades ligadas às condições das estradas e as chuvas, persistiram durante todo o desenvolvimento dos trabalhos, prejudicando o desenvolvimento das atividades de campo.

O cadastramento dos usuários de água para irrigação e para usos industriais foi feito através de visitas aos estabelecimentos, onde foram feitas entrevistas com os proprietários ou administradores para preenchimento da ficha cadastral e a locação do(s) ponto(s) de captação e do(s) pontos(s) de lançamento do efluente da lavoura.

No caso da demanda de água para consumo humano, as fichas cadastrais foram preenchidas na CORSAN, ou nas prefeituras municipais operadoras dos sistemas de abastecimento público.

A locação dos pontos de captação e retorno foi feita com GPS de navegação, em coordenadas geográficas, com precisão nominal de 15 metros.

Organização e síntese dos resultados obtidos

Após o preenchimento no campo, as fichas cadastrais foram manuseadas no escritório, visando:

- a. revisão e transcrição dos dados cadastrais para meio eletrônico;
- b. transformação para coordenadas UTM, das coordenadas geográficas dos pontos de captação e de lançamento de efluentes;
- c. lançamento dos pontos de captação e de lançamento de efluentes, sobre imagem de satélite, georeferenciada, cobrindo a área da bacia, para verificar a existência de erros de digitação;
- d. geração de arquivos em planilhas eletrônicas contendo os dados das fichas cadastrais, para inclusão em banco de dados;
- e. manipulação dos dados cadastrais para a obtenção do resumo dos dados coletados e definição das demandas de água por município e por sub-bacia.

Os resultados são a seguir sintetizados de acordo com os seguintes usos:

- abastecimento populacional;
- abastecimento Industrial;
- dessedentação de animais;
- irrigação;
- usos não consuntivos.

CARACTERIZAÇÃO DOS USOS DA ÁGUA NA BACIA DO RIO IBICUI

Abastecimento populacional

O abastecimento de água da população urbana, na bacia do rio Ibicuí, é concessão da CORSAN, nas maiores cidades, estando sob a responsabilidade das prefeituras ou de associações particulares, em municípios recentemente emancipados.

Os recursos hídricos utilizados para abastecimento da população urbana são normalmente superficiais, sendo subterrâneos nos municípios menores e no abastecimento da população rural.

A Tabela 4 mostra os mananciais de abastecimento público, a responsabilidade do serviço e a existência ou não de tratamento da água dos municípios da bacia. Nesta tabela foram inseridos os pontos de captação localizados na bacia, embora a população usuária da água seja residente, algumas vezes, fora da bacia, a exemplo da cidade de Santa Maria, que não possui área urbana na bacia, mas atualmente 33% do abastecimento de água da cidade provém do rio Ibicuí-Mirim. Estes dados foram obtidos junto a CORSAN, prefeituras e entidades particulares, dependendo da concessão. Estes sistemas de abastecimento público fornecem água tanto para o abastecimento da população urbana como para atividades industriais ligadas à rede pública de abastecimento.

A Tabela 5 apresenta a distribuição das captações, para abastecimento público e industrial, por tipo de uso e por tipo de manancial.

Abastecimento industrial

A bacia do rio Ibicuí não é uma bacia de características industriais. O número de indústrias nela localizadas é pequeno. Destacam-se alguns frigoríficos, um curtume e cerealistas que beneficiam arroz, sendo que estas últimas praticamente não consomem água no processo industrial.

O abastecimento de água nas indústrias se dá através do sistema público de abastecimento ou através de poços situados na própria indústria.

Tabela 4. Características dos sistemas de abastecimento público dos municípios da bacia (fonte: CORSAN/SURCEN, 1998, CORSAN/SUTRA, 1998).

Município	Manancial	Concessão	Tratamento
Alegrete	R.Ibirapuitã e 13 P.P.	CORSAN	SIM
D. Aguiar	4 P.P.	Municipal	NÃO
Itaqui	Rio Uruguai	CORSAN	SIM
Jari	2 P.P.	Municipal	NÃO
Jaguari	Rio Jaguari	CORSAN	SIM
J. Castilhos	23 P.P.	CORSAN	SIM
Maçambará	1 P.P.	CORSAN	SIM
M. Viana	4 P.P.	CORSAN	SIM
Mata	2 P.P.	CORSAN	SIM
N. E. do Sul	Barragem das Rosas	CORSAN	SIM
Quevedos	3 P.P.	Municipal	NÃO
Santa Maria	Rio Ibicuí-Mirim	CORSAN	SIM
Santiago	Barragem Pinheiro	CORSAN	SIM
São Borja	Rio Uruguai	CORSAN	SIM
S. F. Assis	5 P.P.	CORSAN	SIM
S. M. Serra	P.P.	Municipal	NÃO
S. P. do Sul	5 P.P.	CORSAN	NÃO
S. V. do Sul	6 P.P.	CORSAN	NÃO
Toropi	1 P.P.	Particular	NÃO
Tupanciretã	15 P.P.	CORSAN	SIM
Unistalda	C.S.	CORSAN	SIM

P.P. – Poço Profundo; C.S. – Captação Superficial.

Dessedentação de animais

A atividade de pecuária representa importante papel na economia da bacia, destacando-se a bovinocultura, ovinocultura e avicultura. As Tabelas 6 e 7 mostram o efetivo dos principais rebanhos de pequeno porte e de grande porte, respectivamente, dos municípios da bacia.

As Tabelas 8 e 9 apresentam uma estimativa dos rebanhos por sub-bacia, considerada igual ao produto do rebanho por unidade de área do município, multiplicado pela área da sub-bacia no município.

Agricultura irrigada

A lavoura de arroz predomina na região. Foram cadastradas 2.351 lavouras irrigadas na área em estudo. Destas, apenas 3 são de hortifrutigangeiros e 2.348 são de arroz irrigado. Das quais, 68 estiveram desativadas na safra de 1997/1998.

A área irrigada na safra de 1997/1998, segundo a informação dos produtores, foi de 169.927,6 ha. A menor lavoura de arroz cadastrada foi de 0,17 ha e a maior de 1.045 ha, com média de 66,15 ha. Foram utilizadas 2.637 captações, com

Tabela 5. Contagem de captações por sub-bacia para abastecimento público e industrial.

Sub-bacia	Manancial	Uso		Totais
		1	2	
1	POÇO	13		13
	RIO	1		1
	SI	2	4	6
Subtotal 1		16	4	20
2	POÇO	19	2	21
	RIO	2		2
	SI		4	4
Subtotal 2		21	6	27
3	POÇO	7		7
Subtotal 3		7		7
4	AÇUDE	2		2
	POÇO	11	5	16
	RIO	1		1
	SI		12	12
Subtotal 4		14	17	31
5	POÇO	8		8
	SI	5	2	7
Subtotal 5		13	2	15
6	AÇUDE	1		1
	POÇO	5		5
	SI	1		1
Subtotal 6		7		7
7	POÇO	17	7	24
	RIO	1		1
	SI		4	4
Subtotal 7		18	11	29
9	POÇO	3		3
Subtotal 9		3		3
10	POÇO	5		5
	SI	1		1
Subtotal 10		6		6
11	POÇO	3		3
Subtotal 11		3		3
12	POÇO		8	8
	SI	1	4	5
Subtotal 12		1	12	13
13	POÇO	3	7	10
	RIO	1		1
	SI		8	8
Subtotal 13		4	15	19
14	POÇO	4		4
Subtotal 14		4		4
Total Global		117	67	184

Tabela 6. Efetivo de rebanhos de pequeno porte dos municípios da bacia (fonte: FEEE, 1995).

Município	Aves	Coelhos	Ovinos	Totais
Alegrete	118.857	-	650.241	769.098
Cacequi	26.240	120	36.400	62.760
C. Cipó	-	-	-	-
D. Aguiar	-	-	-	-
Itaqui	37.900	-	166.562	204.462
Itaara	-	-	-	-
Jari	-	-	-	-
Jaguari	71.300	-	7.160	78.460
J.Castilhos	53.520	560	36.810	90.890
Maçambará	-	-	-	-
M. Viana	42.082	-	32.738	74.820
Mata	42.230	-	2.850	45.080
N. E. do Sul	27.660	-	2.960	30.620
Quaraí	23.838	-	315.619	339.457
Quevedos	23.279	-	18.333	41.612
R. do Sul	67.495	-	206.493	273.988
S. Livramento	63.951	-	600.000	663.951
Santa Maria	310.650	5.900	42.272	358.822
Santiago	110.600	380	147.660	258.640
São Borja	76.500	-	120.413	196.913
S. F. Assis	98.191	-	44.589	142.780
S. M. da Serra	20.361	-	8.701	29.062
S. P. do Sul	130.899	1.677	16.801	149.377
S. V. Sul	46.070	-	35.280	81.350
Toropi	-	-	-	-
Tupanciretã	97.300	189	110.600	208.089
Unistalda	-	-	-	-
Uruguiana	55.450	250	583.321	639.021
Totais				
População total de aves				1.544.373
População total de coelhos				9.076
População total de ovinos				3.185.803
Total do rebanho de pequeno porte				4.739.252

total predomínio de captações superficiais, dos cursos d'água ou de açudes. Foram cadastradas 1.273 captações de açudes, 4 de banhados, 16 de lagoas, 25 de poços, 6 de restingas, 10 de vertentes e 1.303 de rios, das quais 21 foram captações diretas do rio Uruguai. Das 2.637 captações, 1.254 foram por gravidade e 1.383 por recalque, com áreas irrigadas de 47.476,0 ha e 122.451,6 ha, respectivamente.

Na bacia do rio Ibicuí existem lavouras que ocupam grandes extensões de áreas. Assim, é comum encontrar-se usuários com mais de um ponto de captação. Em função disto, as fichas cadastrais foram organizadas por captação. Ou seja, um produtor que possua mais de uma captação em sua lavoura, terá tantas fichas quantas forem as suas captações, ou seja, uma captação por ficha.

Tabela 7. Efetivo de rebanhos de grande porte dos municípios da bacia (fonte: FEEE, 1995).

M.	SUI	MU	EQ	AS	BUF	BOI	Totais
1	9.270	441	15.704	84	2.340	567.110	594.949
2	4.840	50	3.690	9	550	170.560	179.699
3	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-
5	32.711	80	10.500	45	2.007	304.411	349.754
6	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-
8	4.340	50	1.550	15	-	45.400	51.355
9	6.477	28	7.066	12	454	126.202	140.239
10	-	-	-	-	-	-	-
11	6.181	22	3.059	42	218	95.220	104.742
12	6.220	22	690	-	-	21.690	28.622
13	4.000	10	520	-	-	9.800	14.330
14	1.721	67	11.009	69	440	231.899	245.205
15	3.379	-	939	-	-	34.885	39.203
16	9.125	78	12.325	88	234	346.500	368.350
17	8.295	96	27.944	346	585	531.000	568.266
18	18.830	108	6.240	33	425	224.198	249.834
19	10.190	80	13.730	-	250	290.780	315.030
20	4.275	60	6.385	25	1.100	261.115	272.960
21	11.486	44	7.900	17	108	180.518	200.073
22	1.689	-	2.204	-	275	39.808	43.976
23	22.338	55	3.451	45	98	77.389	103.376
24	3.690	12	2.820	-	223	89.140	95.885
25	-	-	-	-	-	-	-
26	8.808	68	7.689	50	891	190.589	208.095
27	-	-	-	-	-	-	-
28	3.200	75	14.100	110	13.000	354.735	385.220
Totais							
Rebanho de suínos (SUI)							181.065
Rebanho de muare (MU)							1.446
Rebanho de eqüinos (EQ)							159.515
Rebanho de asininos (AS)							990
Rebanho de bufalinos (BUF)							23.198
Rebanho de bovinos (BOI)							4.192.949
Rebanho de animais de grande porte:							4.559.163

M – município; SUI – suíno; MU – muare; EQ – eqüinos; AS – asininos; BUF- bufalinos; BOI – bovinos.

A Tabela 10a apresenta o resumo da distribuição dos usuários da água para irrigação por município que compõe a área objeto deste estudo. A Tabela 10b apresenta essa mesma distribuição por forma de captação, com as respectivas áreas irrigadas. A mesma apresentação é feita nas Tabelas 11a e 11b, com as informações espacializadas por sub-bacia, conforme a divisão apresentada na Figura 1. A Figura 3 dá uma visão espacial da distribuição dos usuários da água para a agricultura e para abastecimento público.

Tabela 8. Efetivo de rebanhos de pequeno porte nas sub-bacias da bacia do Ibicuí.

Sub-bacia	Aves	Coelhos	Ovinos	Totais
1	113969	1721	19927	135618
2	196641	1271	73713	271625
3	19532	35	19648	39215
4	253039	278	160688	414005
5	173242	1075	233977	408294
6	125864	1174	81166	208204
7	101559	0	634398	735957
8	27083	53	208181	235318
9	167617	2859	121287	291764
10	73203	847	75054	149105
11	9646	43	101478	111168
12	15775	0	24831	40606
13	107487	2033	16496	126016
14	3947	18	41526	45491
Total	1388604	11407	1812370	3212386

Tabela 9. Efetivo de rebanhos de grande porte nas sub-bacias da bacia do Ibicuí.

S-B	SUI	MU	EQ	AS	BUF	BOI	Totais
1	12683	45	3405	24	243	97272	113673
2	27966	76	9429	41	599	218754	256865
3	2352	18	1795	3	216	72251	76635
4	23455	152	15796	46	687	376486	416622
5	16732	181	12068	66	1031	382894	412972
6	13648	65	8412	28	424	216724	239300
7	9900	280	22190	179	1482	591060	625092
8	1872	73	5035	34	3076	148623	158712
9	10518	114	5471	30	806	193516	210455
10	11153	49	4927	21	800	169061	186012
11	557	13	2453	19	2262	61712	67015
12	882	12	1317	5	227	53846	56288
13	6868	38	2272	12	170	80783	90142
14	228	5	1004	8	925	25253	27424
Tot.	138814	1121	95574	515	12949	2688235	2937208

S-B – sub-bacia; SUI – suíno; MU – muare; EQ – eqüinos; AS – asininos; BUF – bufalinos; BOI – bovinos.

Usos não consuntivos

Os usos não consuntivos mais comuns encontrados na bacia são para balneários e para atividade de piscicultura. A navegação é de pouca expressão. A geração de energia também tem pouca expressão, destacando-se a termelétrica de Alegrete com capacidade instalada de 66 MW.

Tabela 10a. Resumo da distribuição das captações de água para irrigação por município.

NM	AÇU	BA	LA	PO	RE	RIO	RU	VE	Total
1	188		2	5		24	3		222
2	17					1			18
3						3			3
4	17					20			37
6	40		3			34			77
7	42					7			49
8	35					48		1	84
11	7					10			17
12	109					422		6	537
13	109				1	90			200
14	26	1	1			101		1	130
15	16					38			54
16	178	1	4	13	1	51	11		259
18	1					34			35
19	22		2			92		1	117
20	25					67			92
21	5					30			35
26						1			1
27	6			1					7
29	108	2	1			16	7		134
30	322		3	6	4	193		1	529
Total	1273	4	16	25	6	1282	21	10	2637

NM – número do município; AÇU – açude; BA – banhado; LA – lagoa; PO – poço; RE – restinga; RIO – rio; RU – rio Uruguai; VE – vertente.

QUANTIFICAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA

Abastecimento público

Neste item são quantificados os volumes de água utilizados para abastecimento populacional e abastecimento industrial, pois várias indústrias utilizam água do sistema público de abastecimento, de forma única ou complementando suas captações subterrâneas.

A demanda de água para abastecimento populacional é função do consumo “per capita”. O consumo “per capita” de água depende dos hábitos higiênicos e do nível sócio-econômico da população, do clima da região, do tipo de sistema de distribuição e tarifário, e do estado de conservação do sistema de abastecimento de água. Os valores deste consumo são muito diversificados, principalmente devido à variação das perdas dos sistemas.

Buscou-se junto às concessionárias de abastecimento de água dados relativos ao volume de água produzido para o abastecimento público. A Tabela 12 mostra, para cada município com ma-

Tabela 10b. Distribuição das captações de água para irrigação e da área irrigada, por município, por tipo de captação.

NM	CAPTAÇÕES			ÁREA IRRIGADA (ha)			
	Grav.	Rec.	Total	Grav.	Rec.	Total	AMIC
1	64	158	222	5859.9	22196.9	28056.8	126.4
2	14	4	18	707.7	226.0	933.7	51.9
3	2	1	3	260.0	62.0	322.0	107.3
4	16	21	37	724.0	1447.0	2171.0	58.7
6	45	32	77	4541.4	2326.9	6868.3	89.2
7	44	5	49	1036.3	300.0	1336.2	27.3
8	46	38	84	593.5	368.3	961.8	11.4
11	8	9	17	39.1	37.1	76.2	4.5
12	353	184	537	2436.0	2047.8	4483.8	8.3
13	118	82	200	2214.6	6298.9	8513.5	42.6
14	86	44	130	1246.7	1732.5	2979.2	22.9
15	18	36	54	588.7	2331.4	2920.1	54.1
16	84	175	259	10928.2	37692.8	48621.0	187.7
18	13	22	35	53.4	159.9	213.3	6.1
19	42	75	117	186.9	974.4	1161.3	9.9
20	40	52	92	775.6	1221.6	1997.2	21.7
21	25	10	35	115.5	98.5	214.0	6.1
26	0	1	1	0.0	150.0	150.0	150.0
27	1	6	7	87.0	1143.0	1230.0	175.7
29	58	76	134	7817.7	16227.2	24044.9	179.4
30	177	352	529	7263.8	25409.5	32673.4	61.8
Total	1254	1383	2637	47476.0	122451.6	169927.6	64.4

AMIC - área média irrigada por captação em ha.

nancial de captação localizado na bacia, a população abastecida (Pab), a produção "per capita" (Ppc), a vazão total de operação do(s) manancial(s) (Qop) e as vazões captadas de mananciais superficiais (Qsup) e subterrâneos (Qsub).

Para as captações de responsabilidade da CORSAN, a produção total de água foi fornecida pela concessionária. Para as cidades em que o serviço de abastecimento é de responsabilidade das prefeituras ou de particulares os valores fornecidos foram os do consumo de água; a produção foi calculada adotando-se um coeficiente de perdas de 50% devido a impossibilidade de se obterem dados específicos da produção.

Com relação a Tabela 12, cabe salientar que os valores de água produzidos para abastecimento público se destinam ao abastecimento doméstico e ao industrial das indústrias que utilizam o sistema de abastecimento público. Este fato conduz uma elevação na produção "per capita" de cidades com grandes indústrias que utilizam água do sistema público, como é o caso de Nova Esperança do Sul onde está localizada uma grande indústria (Frizzo Couros, Calçados e Artefatos Ltda.), que possui um curtime com 310 funcionários e uma fábrica de calçados com 400 funcionários. Por outro lado, a cidade de Maçambará apresentou

Tabela 11a. Resumo da distribuição das captações de água e da área irrigada por sub-bacia da bacia do rio Ibicuí.

S-B	IF	Açude	Poço	Rio*	Vert	Total	AMIC
1 Nu		179		332	4	515	
Ai		4188,4		2069,7	21	6279,0	
2 Nu		53		303	4	360	
Ai		625,7		4334,8	7	4967,5	13,8
3 Nu		49		45		94	
Ai		2304,7		3380		5684,7	60,5
4 Nu		108		205	1	314	
Ai		1480,6		5695,8	15	7191,4	22,9
5 Nu		98	2	123	1	224	
Ai		6234,3	28	8669,4	30	14961,7	66,8
6 Nu		10		21		31	
Ai		1272,3		1143,8		2416,1	77,9
7 Nu		211	4	159		374	
Ai		12271,3	76	9163,7		21511,1	57,5
8 Nu		113		13		126	
Ai		13199,5		1044,4		14243,9	113,0
9 Nu		115	3	48		166	
Ai		15780,9	168,8	9684,1		25633,8	154,4
10 Nu		145		32		177	
Ai		21134,3		6742,3		27876,7	157,5
11 Nu		63		13		76	
Ai		6698		2616,5		9314,5	122,6
12 Nu		49		10		59	
Ai		6544,6		4255,7		10800,3	183,1
13 Nu		38	11	20		69	
Ai		7162,3	423	5502,5		13088,0	189,7
14 Nu		42	5	5		52	
Ai		5269,2	97,4	592,3		5958,8	114,6
ΣNu		1273	25	1329	10	2637	
ΣAi		104166,	793,	64895,	73,0	169927,	64,4
Mínimo	(na sub-bacia	2.4)					5,5
Média							92,6
Máximo	(na sub-bacia	5.2)					627,5

S-B – sub-bacia; IF – informação; AMIC - área média irrigada por captação em ha; Nu - número de captações; Ai - área irrigada em ha; Rio* - soma das captações de banhado + lagoa + restinga + rio + rio Uruguai; Vert – vertente.

uma elevada produção "per capita", sem causa definida a não ser as prováveis perdas no sistema.

As populações abastecidas, apresentadas na Tabela 12, referem-se àquelas abastecidas por mananciais situados na bacia e não os totais dos municípios.

A quantificação da produção utilizada para abastecimento da população rural foi feita considerando-se um consumo "per capita" de 100 l/hab.dia. A população abastecida foi adotada como a parcela da população rural do município localizada na bacia, obtida da percentagem de área rural do município na bacia. As Tabelas 14 e 15 mostram as

Tabela 11b. Distribuição dos usuários da água para irrigação e da área irrigada, por sub-bacia e por tipo de captação.

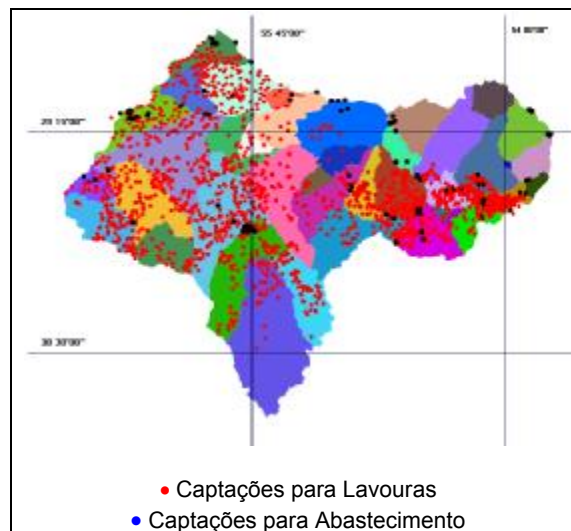
S-B	CAPTAÇÕES			ÁREA IRRIGADA		
	Grav.	Rec.	Total	Grav.	Rec.	Total
1.2	139	134	273	905.3	793.7	1699.0
1.3	201	32	233	3394.8	601.6	3996.4
1.4	6	3	9	422.8	160.8	583.6
2.4	99	71	170	342.4	596.5	938.9
2.5	76	106	182	527.2	2186.0	2713.2
2.6		8	8		1315.4	1315.4
3.1	54	40	94	2557.2	3127.5	5684.7
4.2	17	23	40	96.0	505.5	601.5
4.4	9	3	12	38.5	36.0	74.5
4.5	106	78	184	1456.9	3113.3	4570.1
4.6	49	29	78	735.3	1210.0	1945.3
5.1	41	23	64	2659.5	2125.5	4785.0
5.2		2	2		1255.0	1255.0
5.3	2	5	7	56.0	225.0	281.0
5.4	33	8	41	789.0	866.0	1655.0
5.5	32	45	77	922.9	2767.4	3690.3
5.6	18	15	33	1488.4	1807.0	3295.4
6.1	4	7	11	27.0	956.0	983.0
6.2	3	6	9	117.5	484.6	602.2
6.3	4	7	11	308.3	522.6	830.9
7.1	41	33	74	1174.6	1625.5	2800.1
7.2	28	17	45	1126.4	1061.0	2187.4
7.3	36	57	93	1450.3	2519.2	3969.5
7.4	33	129	162	1668.7	10885.4	12554.1
8.1	9	31	40	399.7	3802.0	4201.7
8.2	34	52	86	2920.0	7122.2	10042.2
9	35	131	166	4514.4	21119.4	25633.8
10.1	4	2	6	167.2	130.7	297.9
10.2	58	61	119	7479.2	10228.5	17707.7
10.3	21	31	52	2696.0	7175.1	9871.1
11	20	56	76	1841.3	7473.2	9314.5
12	27	32	59	3367.4	7432.9	10800.3
13	7	62	69	624.6	12463.4	13088.0
14	8	44	52	1201.1	4757.7	5958.8
Σ	1254	1383	2637	47476.0	122451.6	169927.6

Grav. - captações por gravidade; Rec. - captações por recalque.

populações rurais totais dos municípios e na bacia, e as vazões utilizadas para abastecimento da população rural, por município e por sub-bacia.

A quantificação dos volumes de água utilizados nas indústrias que possuem captações independentes nem sempre pode ser obtida nas indústrias. Quando da ausência de dados, avaliou-se o consumo de água utilizado-se os coeficientes de utilização dos recursos hídricos mostrados na Tabela 16, que dão a relação entre a água aduzida e o efluente bruto gerado, para cada ramo industrial.

As vazões dos efluentes foram calculadas multiplicando-se a produção da indústria pelos

**Figura 3. Distribuição das captações de água.****Tabela 12. Produção de água para abastecimento público dos mananciais localizados na bacia (fonte: CORSAN/SURCEN, 1998, CORSAN/SUTRA, 1998).**

Município	Pab (hab.)	Ppc (l/hab.dia)	Qop (m3/dia)	Qsup (m3/dia)	Qsub (m3/dia)
Alegrete	74566	306	22,849	11,059	11,790
D.de Aguiar	2361	348	821		821
Itaqui	34520	358	1234,6	1234,6	
Jari	350	214	75		75
Jaguari	6390	338	2,160	2,160	
J. Castilhos	17943	247	4,434		4,434
Maçambará	1560	738	1,152		1,152
M. Viana	4998	265	1,325		1,325
Mata	2036	252	514		514
N. E. do Sul	2260	573	1,296	1,296	
Quevedos	544	207	113		113
S. Maria	75600	275	20,790	20,790	
Santiago	44379	273	12,096	12,096	
São Borja	54624	337	18,403	18,403	
S. F. Assis	14467	231	3,342		3,342
S. M. Serra	587	192	113		113
S. P. Sul	11202	273	3053		3053
S. V. Sul	5451	203	1106		1106
Toropi	450	150	68		68
Tupanciretã	18339	204	3750		3750
Unistalda	566	284	161	161	
Totais			109967	78311	31656

Pab - população abastecida; Ppc - produção "per capita"; Qop - vazão total de operação dos mananciais; Qsup - vazões captadas de mananciais superficiais; Qsub - vazões captadas de mananciais subterrâneos.

índices de vazões efluentes industriais (Tabela 17). Estes índices fornecem a vazão de efluente para cada tipologia industrial por unidade de produção.

Tabela 13. Vazões captadas para abastecimento público, industrial e para serviços, na bacia do rio Ibicuí, por tipo de uso e de manancial.

Sub-Bacia	Manancial	Vazões em m ³ /s		Sub-Total (m ³ /s)
		1	2	
1	POÇO	0,06720		0,06720
	RIO	0,00087		0,00087
	SI	0,00336	0,09737	0,10073
Subtotal 1		0,07143	0,09737	0,16880
2	POÇO	0,10067	0,01099	0,11166
	RIO	0,00022		0,00022
	SI		0,00003	0,00003
Subtotal 2		0,10089	0,01102	0,11191
3	POÇO	0,01770		0,01770
Subtotal 3		0,01770		0,01770
4	AÇUDE	0,15500		0,15500
	POÇO	0,04600	0,95849	1,00449
	RIO	0,02500		0,02500
	SI		0,20865	0,20865
Subtotal 4		0,22600	1,16714	1,39314
5	POÇO	0,03964		0,03964
	SI	0,02825	0,00025	0,02850
Subtotal 5		0,06789	0,00025	0,06814
6	AÇUDE	0,00186		0,00186
	POÇO	0,00200		0,00200
	SI	0,00043		0,00043
		0,00429		0,00429
7	POÇO	0,15002	2,15625	2,30627
	RIO	0,00595		0,00595
	SI		0,50139	0,50139
Subtotal 7		0,15597	2,65764	2,81361
9	POÇO	0,01408		0,01408
Subtotal 9		0,01408		0,01408
10	POÇO	0,01579		0,01579
	SI	0,00035		0,00035
Subtotal 10		0,01614		0,01614
11	POÇO	0,69597		0,69597
Subtotal 11		0,69597		0,69597
12	POÇO		2,46875	2,46875
	SI	0,21300	0,33750	0,55050
		0,21300	2,80625	3,01925
13	POÇO	0,01507	0,21210	0,22717
	RIO	0,01280		0,01280
	SI		0,28189	0,28189
Subtotal 13		0,02787	0,49399	0,52186
14	POÇO	0,01339		0,01339
Subtotal 14		0,01339		0,01339
Total		1,62462	7,23366	8,85828

Uso: 1 = abastecimento público; 2 = indústria/serviços;
Manancial: SI = sem informação.

As demandas de água para atividades industriais são apresentadas na Tabela 13, juntamente com as demandas de água para abastecimento público. Quando a indústria possui

Tabela 14. Demanda de água para abastecimento rural da parcela dos municípios com área rural na bacia.

Município	PRM	PRé	PRB	Qdia	Q
Alegrete	9958	1.28	9939	993.9	11.5
Cacequi	2631	1.13	1450	145.0	1.7
Capão do Cipó	2453	2.45	424	42.4	0.5
Dilermando de Aguiar	892	1.49	302	30.2	0.3
Itaara	3386	20.26	1427	142.7	1.7
Itaqui	4386	1.30	4327	432.7	5.0
Jaguari	6259	9.11	6258	625.8	7.2
Jari	3501	4.27	3499	349.9	4.0
Júlio de Castilhos	5809	2.95	2076	207.6	2.4
Maçambará	3789	2.29	3746	374.6	4.3
Manoel Viana	1248	0.95	1244	124.4	1.4
Mata	3357	10.11	3339	333.9	3.9
Nova Esperança do Sul	1514	8.13	1512	151.2	1.8
Quaraí	2371	0.73	830	83.0	1.0
Quevedos	2094	3.79	2089	208.9	2.4
Rosário do Sul	5610	1.29	1718	171.8	2.0
Santa Maria	13539	7.82	1455	145.5	1.7
Santana do Livramento	6087	0.89	1557	155.7	1.8
Santiago	5937	2.45	3901	390.1	4.5
São Borja	8584	2.42	4141	414.1	4.8
São Francisco de Assis	7578	2.93	7573	757.3	8.8
São Gabriel	9700	1.88	42	4.2	0.0
São Martinho da Serra	2560	3.76	2555	255.5	3.0
São Pedro do Sul	6866	7.88	6850	685.0	7.9
São Vicente do Sul	3076	2.62	3059	305.9	3.5
Toropi	2952	12.58	2946	294.6	3.4
Tupanciretã	3216	1.43	1804	180.4	2.1
Unistalda	2067	3.32	1134	113.4	1.3
Uruguaiana	9559	1.68	4590	459.0	5.3
Totais	140979		85786.8	8578.7	99.3

PRM – população rural do município (hab.); PRé – população rural específica (hab. / km²); PRB – população rural do município na bacia (hab.); Qdia – vazão em m³/dia; Qi – vazão média em l/s.

captação independente do sistema de abastecimento público, esta normalmente é subterrânea.

Dessedentação de animais

Para a quantificação das demandas de água para a dessedentação de animais foram considerados os seguintes rebanhos:

- grande porte: suínos, muares, equinos, asininos, bufalinos e bovinos;
- pequeno porte: aves, coelhos e ovinos.

A Tabela 18 mostra os consumos adotados para os rebanhos e a Tabela 19 apresenta as demandas de água para dessedentação de animais nas áreas dos municípios da bacia.

Tabela 15. Demanda de água para abastecimento da população rural por sub-bacia.

Sub-bacia	Q (m³/s)	Sub-bacia	Q (m³/s)
1.1	0.001887	5.4	0.002325
1.2	0.002876	5.5	0.002457
1.3	0.003265	5.6	0.001031
1.4	0.000524	6.1	0.005076
2.1	0.002867	6.2	0.001663
2.2	0.002152	6.3	0.000325
2.3	0.000085	7.1	0.001692
2.4	0.009565	7.2	0.003636
2.5	0.004823	7.3	0.002010
2.6	0.000345	7.4	0.002862
3.1	0.001820	8.1	0.001376
4.1	0.001126	8.2	0.002465
4.2	0.008912	9	0.003647
4.3	0.002852	10.1	0.000638
4.4	0.002324	10.2	0.003864
4.5	0.005077	10.3	0.001636
4.6	0.001832	11	0.001925
5.1	0.002202	12	0.002049
5.2	0.001286	13	0.001448
5.3	0.000560	14	0.000788
Sub-totais	0.056381		0.042910
Total (m³)			0.099290

Tabela 16. Coeficientes de utilização dos recursos hídricos – água aduzida/efluente bruto gerado (EPA, 1973).

Ramo industrial	Coeficiente
Couros, peles e similares	1,0667
Bebidas e álcool etílico	1,2857
Têxtil	1,1397
Produtos alimentares	1,0837

AGRICULTURA IRRIGADA

O cadastro dos usuários da água na bacia do rio Ibicuí mostra o total predomínio da lavoura de arroz.

A quantidade de água requerida pelo arroz depende de um grande número de fatores, entre os quais, os mais importantes são: permeabilidade do solo, clima, cultivar, condições de irrigação e profundidade da camada impermeável.

Apresenta-se a seguir o cálculo da necessidade hídrica da cultura do arroz irrigado por inundação para os solos das unidades de mapeamento Vacacaí e Uruguaiana, considerando que no mo-

Tabela 17. Índices de vazão de efluentes industriais (fonte: FEPAM, 1997).

Tipologia industrial	Vazão efluente/produção*
Abatedouro de aves	20,3/ave
Beneficiamento de fibras textéis	145,271/t
Curtume	584/pele
Fábrica de conservas vegetais	6,442/t
Fábrica de produtos derivados do leite	1,5/litro
Fábrica de vinhos (pequeno porte)	1,5/litro
Matadouro e/ou frigorífico	1055/cabeça
Posto de resfriamento de leite	0,7/litro
Refino de óleos vegetais comestíveis e derivados	1,618/t óleo refinado

* l de efluentes/unidade de produção.

Tabela 18. Consumo dos rebanhos (fonte: Pró-Guaíba, CORSAN, 1991).

Porte	Espécie	Consumo (l/cabeça, dia)
Grande	Bovinos e bufalinos	45
	Eqüinos, asininos e muare	45
	Suínos	30
Pequeno	Ovinos	5
	Coelhos	0,35
	Aves	0,35

mento da inundação o solo contenha 50% de umidade percentual, uma evaporação média diária de 5 mm e considerando um período de 100 dias de irrigação contínua.

SOLO VACACAÍ

a. Volume de água necessário para a saturação inicial do solo:

$$V_{sat} = (u_{sat}/100) * d_s * z * 10000 * P$$

onde u_{sat} é a umidade de saturação do solo (%); d_s é a densidade do solo; z é a profundidade da camada impermeável; $P = 0,5$, considerando que

Tabela 19. Demandas de água para dessedentação de animais na bacia.

S-B	Pequeno Cabeça	Qpp m³/dia	Grande Cabeça	Qgp m³/dia	Qa (m³/s)
1.1	13089	15,2	12328	544,1	0,006
1.2	40352	39,6	31655	1371,1	0,016
1.3	74286	77,4	63210	2735,5	0,033
1.4	7890	7,9	6480	274,4	0,003
S-T	135618	140,1	113673	4925,0	0,059
2.1	52435	128,8	62817	2774,9	0,034
2.2	24116	47,4	36817	1633,6	0,019
2.3	961	1,9	1425	63,2	0,001
2.4	123390	189,5	103430	4445,4	0,054
2.5	64393	59,5	46227	1954,5	0,023
2.6	6330	10,7	6150	267,9	0,003
S-T	271625	437,8	256865	11139	0,134
3.1	39215	105,1	76635	3413,3	0,041
S-T	39215	105,1	76635	3413	0,041
4.1	46064	129,9	46061	2043,4	0,025
4.2	135369	280,8	122901	5425,5	0,066
4.3	80302	234,6	96061	4274,6	0,052
4.4	42205	65,7	32053	1387,9	0,017
4.5	77972	118,7	76331	3354,6	0,040
4.6	32092	62,3	43216	1910,1	0,023
S-T	414005	892,1	416622	18396	0,223
5.1	85860	318,3	97466	4350,0	0,054
5.3	32428	60,5	45436	2005,4	0,024
5.4	71747	236,1	73889	3281,9	0,041
5.5	131802	473,5	130655	5807,4	0,073
5.6	86457	142,5	65527	2888,2	0,035
S-T	408294	1230,9	412972	18333	0,226
6.1	106398	283,2	139570	6183,2	0,075
6.2	76621	134,1	77308	3394,5	0,041
6.3	25185	33,0	22422	986,1	0,012
S-T	208204	450,3	239300	10564	0,127
7.1	84720	342,0	93181	4162,4	0,052
7.2	288103	1278,4	255224	11424,4	0,147
7.3	163727	726,2	123367	5528,6	0,072
7.4	199407	860,9	153320	6865,3	0,089
S-T	735957	3207,5	625092	27981	0,361
8.1	84501	377,2	57059	2557,5	0,034
8.2	150817	673,3	101654	4556,4	0,061
S-T	235318	1050,4	158712	7114	0,094
9.0	291764	666,1	210455	9312,7	0,115
S-T	291764	666,1	210455	9313	0,115
10.1	13211	41,1	18201	802,1	0,010
10.2	76512	247,2	107985	4775,2	0,058
10.3	59382	112,9	59825	2626,0	0,032
S-T	149105	401,2	186012	8203	0,100
11.0	111168	510,8	67015	3007,3	0,041
S-T	111168	510,8	67015	3007	0,041
12.0	40606	129,7	56288	2519,8	0,031
S-T	40606	129,7	56288	2520	0,031
13.0	126016	120,8	90142	3953,4	0,047
S-T	126016	120,8	90142	3953	0,047
14.0	45491	209,0	27424	1230,6	0,017
S-T	45491	209,0	27424	1231	0,017
Tot.	6379277	18894,7	2937208	130092,2	3,233

Qpp – demanda para abastecimento de animais de pequeno porte; Qgp - demanda para abastecimento de animais de grande porte; Qa - demanda para abastecimento animal.

Tabela 20. Vazões captadas para irrigação em açudes.

S-B	Qmd m³/s	Qmed m³/s	Qmr m³/s	Qnov m³/s	QdJ m³/s	Qfev m³/s
1.2	1,257	0,70	0,189	0,524	1,183	0,561
1.3	5,019	2,79	0,753	2,091	4,722	2,241
1.4	0,716	0,40	0,107	0,298	0,673	0,319
2.4	0,235	0,13	0,035	0,098	0,221	0,105
2.5	0,842	0,47	0,126	0,351	0,793	0,376
3.1	4,154	2,31	0,623	1,731	3,909	1,855
4.2	0,082	0,05	0,012	0,034	0,077	0,037
4.5	1,974	1,10	0,296	0,823	1,858	0,881
4.6	0,777	0,43	0,117	0,324	0,731	0,347
5.1	3,742	2,08	0,561	1,559	3,521	1,671
5.4	0,371	0,21	0,056	0,155	0,349	0,166
5.5	3,561	1,98	0,534	1,484	3,350	1,590
5.6	3,187	1,77	0,478	1,328	2,998	1,423
6.1	1,076	0,60	0,161	0,448	1,012	0,480
6.2	0,533	0,30	0,080	0,222	0,502	0,238
6.3	0,554	0,31	0,083	0,231	0,521	0,247
7.1	1,940	1,08	0,291	0,808	1,825	0,866
7.2	1,429	0,79	0,214	0,595	1,344	0,638
7.3	3,537	1,96	0,531	1,474	3,328	1,579
7.4	13,96	7,75	2,093	5,815	13,13	6,230
8.1	6,648	3,75	0,997	2,816	6,359	3,017
8.2	15,898	8,71	2,385	6,533	14,753	7,000
9	26,827	14,90	4,024	11,178	25,241	11,977
10.1	0,120	0,07	0,018	0,050	0,113	0,054
10.2	26,601	14,78	3,990	11,084	25,028	11,875
10.3	9,222	5,12	1,383	3,842	8,676	4,117
11	11,200	6,33	1,680	4,744	10,713	5,083
12	10,996	6,11	1,649	4,582	10,346	4,909
13	12,176	6,76	1,826	5,073	11,456	5,436
14	8,958	4,98	1,344	3,732	8,428	3,999
Σ	177,59	98,70	26,638	74,028	167,16	79,316

S-B: sub-bacia; Qmd: somatório das vazões máximas de bombeamento; Qmed: somatório das vazões médias de 150 dias; Al: somatório das áreas irrigadas; Qmr: somatório das vazões máximas de retorno; Qnov: somatório das vazões médias utilizadas no mês de novembro; QdJ: vazão média utilizada nos meses de dezembro e janeiro; Qjan: vazão média utilizada no mês de janeiro; Qfev: vazão média utilizada no mês de fevereiro.

no momento da inundação o solo contenha 50% de umidade percentual.

$$V_{sat} = (35,2/100) * 1,69 * 1,20 * 10000 * 0,5 = 3569 \text{ m}^3/\text{ha}$$

b. Volume de água para formação da lâmina:

$$V_{lam} = h_{lam} * 10000$$

onde h_{lam} é a lâmina média de água sobre o solo;
 $V_{lam} = 0,10 * 10000 = 1000 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Tabela 21. Vazões captadas para irrigação em banhados, lagoas, poços, restingas, rios e vertentes.

S-B	Nu	Al Há	Qmd m³/s	Qmr m³/s	Qnov m³/s	QdJ m³/s	Qfev m³/s
Banhados							
4.5	1	30,0	0,058	0,009	0,024	0,055	0,026
9	1	52,3	0,089	0,013	0,037	0,084	0,040
12	2	717,5	1,220	0,183	0,508	1,148	0,545
Σ	4	799,8	1,367	0,205	0,570	1,286	0,610
Lagoas							
2.5	2	14,0	0,023	0,004	0,010	0,022	0,010
3.1	1	42,0	0,076	0,011	0,032	0,071	0,034
4.6	1	16,0	0,031	0,005	0,013	0,029	0,014
5.1	2	320,0	0,622	0,093	0,259	0,585	0,278
5.4	1	61,0	0,104	0,016	0,043	0,098	0,046
7.3	1	78,0	0,133	0,020	0,055	0,125	0,059
8.2	1	26,0	0,044	0,007	0,018	0,042	0,020
9	6	1221,0	2,076	0,311	0,865	1,953	0,927
10.2	1	73,2	0,124	0,019	0,052	0,117	0,056
Σ	16	1851,2	3,233	0,485	1,347	3,042	1,443
Poços							
5.5	2	28,0	0,048	0,007	0,020	0,045	0,021
7.3	2	20,0	0,034	0,005	0,014	0,032	0,015
7.4	2	56,0	0,095	0,014	0,040	0,090	0,043
9	3	168,8	0,287	0,043	0,120	0,270	0,128
13	11	423,2	0,719	0,108	0,300	0,677	0,321
14	5	97,4	0,166	0,025	0,069	0,156	0,074
Σ	25	793,3	1,349	0,202	0,562	1,269	0,602
Restingas							
5.1	1	31,5	0,057	0,009	0,024	0,054	0,025
5.5	1	108,0	0,184	0,028	0,077	0,173	0,082
7.1	1	7,0	0,012	0,002	0,005	0,011	0,005
7.4	2	35,0	0,060	0,009	0,025	0,056	0,027
13	1	140,0	0,238	0,036	0,099	0,224	0,106
Σ	6	321,5	0,550	0,082	0,229	0,517	0,245
Rios							
1.2	201	943,8	1,573	0,236	0,655	1,480	0,702
1.3	128	965,1	1,608	0,241	0,670	1,513	0,718
1.4	3	160,8	0,268	0,040	0,112	0,252	0,120
2.4	155	796,4	1,327	0,199	0,553	1,249	0,593
2.5	138	2209,0	3,762	0,567	1,568	3,540	1,679
2.6	8	1315,4	2,362	0,354	0,984	2,222	1,054
3.1	44	3338,0	6,027	0,904	2,511	5,670	2,691
4.2	33	563,0	1,241	0,189	0,517	1,167	0,554
4.4	12	74,5	0,149	0,022	0,062	0,140	0,066
4.5	105	3504,6	6,846	1,027	2,853	6,441	3,056
4.6	53	1507,7	2,878	0,432	1,199	2,708	1,285

c. Volume de água para evaporação:

$$V_{ep} = h_e * n * 10000$$

onde h_e é a lâmina evaporada diária; n é o número de dias de irrigação.

$$V_{ep} = 0,005 * 100 * 10000 = 5000 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Tabela 21. Continuação.

S-B	Nu	Al ha	Qmd m³/s	Qmr m³/s	Qnov m³/s	QdJ m³/s	Qfev m³/s
5.1	28	2385,5	4,241	0,636	1,767	3,990	1,893
5.2	2	1255,0	2,134	0,320	0,889	2,007	0,952
5.3	7	281,0	0,478	0,072	0,199	0,449	0,213
5.4	37	1377,0	2,439	0,366	1,016	2,295	1,089
5.5	33	1429,6	2,438	0,366	1,016	2,294	1,088
5.6	11	1420,8	2,415	0,362	1,006	2,272	1,078
6.1	9	350,0	0,644	0,097	0,268	0,606	0,287
6.2	6	288,6	0,491	0,074	0,204	0,462	0,219
6.3	6	505,2	0,859	0,129	0,358	0,808	0,383
7.1	45	1651,8	2,808	0,421	1,170	2,642	1,254
7.2	21	1347,0	2,274	0,341	0,948	2,140	1,015
7.3	40	1791,1	3,045	0,457	1,269	2,865	1,359
7.4	49	4253,8	7,232	1,085	3,013	6,804	3,228
8.1	5	225,9	0,384	0,058	0,160	0,361	0,171
8.2	7	792,5	1,347	0,202	0,561	1,268	0,601
9	39	7121,7	12,107	1,816	5,045	11,391	5,405
10.1	3	217,7	0,370	0,056	0,154	0,348	0,165
10.2	15	2004,9	3,442	0,516	1,434	3,239	1,537
10.3	12	3750,5	6,376	0,956	2,657	5,999	2,846
Rios							
11	13	2616,5	4,448	0,667	1,853	4,185	1,986
12	1	350,0	0,595	0,089	0,248	0,560	0,266
13	10	2524,2	4,291	0,644	1,788	4,037	1,916
14	3	104,5	0,178	0,027	0,074	0,167	0,079
Σ	1282	53423,93	93,076	13,97	38,781	87,571	41,552
Rio Uruguai							
9	2	1289,1	2,191	0,329	0,913	2,062	0,978
10.3	1	696,0	1,183	0,177	0,493	1,113	0,528
12	7	3188,2	5,420	0,813	2,258	5,099	2,420
13	9	2838,4	4,825	0,724	2,010	4,540	2,154
14	2	487,8	0,829	0,124	0,345	0,780	0,370
Σ	21	8499,4	14,449	2,167	6,020	13,595	6,450
Vertentes							
1.2	3	1,0	0,002	0,000	0,001	0,002	0,001
1.3	1	20,0	0,033	0,005	0,014	0,031	0,015
2.4	2	1,5	0,003	0,000	0,001	0,002	0,001
2.5	2	5,5	0,009	0,001	0,004	0,009	0,004
4.6	1	15,0	0,029	0,004	0,012	0,027	0,013
5.5	1	30,0	0,051	0,008	0,021	0,048	0,023
Σ	10	73,0	0,127	0,019	0,053	0,119	0,057

d. Volume de água necessário para atender a transpiração:

$$V_{trans} = 13000 \text{ kg massa seca} * 0,5 \text{ m}^3 = 6500 \text{ m}^3/\text{ha}$$

e. Volume total necessário durante todo o período de irrigação:

$$V_{total} = V_{sat} + V_{lam} + V_{ep} + V_{trans}$$

ou:

$$V_{total} = 3569 + 1000 + 5000 + 6500 = 16069 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Considerando 100 dias de irrigação, isto é equivalente a 1,86 l/s/ha.

Tabela 22. Vazões totais captadas para irrigação na bacia do rio Ibicuí.

S-B	Qmd m³/s	Qmed m³/s	Qmr m³/s	Qnov m³/s	Qdez m³/s	Qjan m³/s	Qfev m³/s
1.2	2.83	1.57	0.42	1.18	2.66	2.66	1.26
1.3	6.66	3.70	1.00	2.78	6.27	6.27	2.97
1.4	0.98	0.55	0.15	0.41	0.93	0.93	0.44
2.4	1.56	0.87	0.23	0.65	1.47	1.47	0.70
2.5	4.64	2.58	0.70	1.93	4.36	4.36	2.07
2.6	2.36	1.31	0.35	0.98	2.22	2.22	1.05
3.1	10.26	5.70	1.54	4.27	9.65	9.65	4.58
4.2	1.32	0.73	0.20	0.55	1.24	1.24	0.59
4.4	0.15	0.08	0.02	0.06	0.14	0.14	0.07
4.5	8.88	4.93	1.33	3.70	8.35	8.35	3.96
4.6	3.72	2.06	0.56	1.55	3.50	3.50	1.66
5.1	8.66	4.81	1.30	3.61	8.15	8.15	3.87
5.2	2.13	1.19	0.32	0.89	2.01	2.01	0.95
5.3	0.48	0.27	0.07	0.20	0.45	0.45	0.21
5.4	2.91	1.62	0.44	1.21	2.74	2.74	1.30
5.5	6.28	3.49	0.94	2.62	5.91	5.91	2.80
5.6	5.60	3.11	0.84	2.33	5.27	5.27	2.50
6.1	1.72	0.96	0.26	0.72	1.62	1.62	0.77
6.2	1.02	0.57	0.15	0.43	0.96	0.96	0.46
6.3	1.41	0.78	0.21	0.59	1.33	1.33	0.63
7.1	4.76	2.64	0.71	1.98	4.48	4.48	2.13
7.2	3.70	2.06	0.56	1.54	3.48	3.48	1.65
7.3	6.75	3.75	1.01	2.81	6.35	6.35	3.01
7.4	21.34	11.86	3.20	8.89	20.08	20.08	9.53
8.1	7.03	3.97	1.05	2.98	6.72	6.72	3.19
8.2	17.29	9.48	2.59	7.11	16.06	16.06	7.62
9	43.58	24.21	6.54	18.16	41.00	41.00	19.45
10.1	0.49	0.27	0.07	0.20	0.46	0.46	0.22
10.2	30.17	16.76	4.53	12.57	28.38	28.38	13.47
10.3	16.78	9.32	2.52	6.99	15.79	15.79	7.49
11	15.65	8.80	2.35	6.60	14.90	14.90	7.07
12	18.23	10.13	2.73	7.60	17.15	17.15	8.14
13	22.25	12.36	3.34	9.27	20.93	20.93	9.93
14	10.13	5.63	1.52	4.22	9.53	9.53	4.52
Σ	291.74	162.12	43.77	121.59	274.56	274.56	130.28

SOLO URUGUAIANA

No caso do solo Uruguaiiana, considerando a sua umidade de saturação de 37,75% e a densidade de 1,57, obtém-se um volume de saturação de 2815 m³/ha, mantendo-se iguais as demais parcelas que compõem o volume total de água necessário no ciclo da lavoura. Assim, nesse caso o volume total necessário torna-se:

$$V_{\text{total}} = V_{\text{sat}} + V_{\text{lam}} + V_{\text{ep}} + V_{\text{trans}}$$

$$V_{\text{total}} = 2815 + 1000 + 5000 + 6500 = 15315 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Considerando 100 dias de irrigação, esse consumo é equivalente a 1,77 l/s/ha.

Tabela 23. Resumo das demandas por sub-bacia.

S-B	Irrigação			Abastecimento humano, industrial e dessedentação animal		
	Qnov m³/s	Qdj m³/s	Qfev m³/s	Qan m³/s	Qhr m³/s	Qapi m³/s
1.1				0.006	0.0019	0.002
1.2	1.18	2.66	1.26	0.016	0.0029	0.009
1.3	2.78	6.27	2.97	0.033	0.0033	0.157
1.4	0.41	0.93	0.44	0.003	0.0005	
2.1				0.034	0.0029	0.050
2.2				0.019	0.0022	0.035
2.3				0.001	0.0001	
2.4	0.65	1.47	0.70	0.054	0.0096	0.009
2.5	1.93	4.36	2.07	0.023	0.0048	0.018
2.6	0.98	2.22	1.05	0.003	0.0003	
3.1	4.27	9.65	4.58	0.041	0.0018	0.018
4.1				0.025	0.0011	
4.2	0.55	1.24	0.59	0.066	0.0089	0.071
4.3				0.052	0.0029	1.306
4.4	0.06	0.14	0.07	0.017	0.0023	0.016
4.5	3.70	8.35	3.96	0.040	0.0051	0.017
4.6	1.55	3.50	1.66	0.023	0.0018	
5.1	3.61	8.15	3.87	0.054	0.0022	0.040
5.2	0.89	2.01	0.95		0.0013	
5.3	0.20	0.45	0.21	0.024	0.0006	
5.4	1.21	2.74	1.30	0.041	0.0023	0.029
5.5	2.62	5.91	2.80	0.073	0.0025	
5.6	2.33	5.27	2.50	0.035	0.0010	
6.1	0.72	1.62	0.77	0.075	0.0051	0.004
6.2	0.43	0.96	0.46	0.041	0.0017	0.000
6.3	0.59	1.33	0.63	0.012	0.0003	
7.1	1.98	4.48	2.13	0.052	0.0017	
7.2	1.54	3.48	1.65	0.147	0.0036	
7.3	2.81	6.35	3.01	0.072	0.0020	2.018
7.4	8.89	20.08	9.53	0.089	0.0029	0.795
8.1	2.98	6.72	3.19	0.034	0.0014	
8.2	7.11	16.06	7.62	0.061	0.0025	
9	18.16	41.00	19.45	0.115	0.0036	0.014
10.1	0.20	0.46	0.22	0.010	0.0006	0.012
10.2	12.57	28.38	13.47	0.058	0.0039	0.003
10.3	6.99	15.79	7.49	0.032	0.0016	0.001
11	6.60	14.90	7.07	0.041	0.0019	0.696
12	7.60	17.15	8.14	0.031	0.0020	3.019
13	9.27	20.93	9.93	0.047	0.0014	0.522
14	4.22	9.53	4.52	0.017	0.0008	0.013
Σ	108.83	245.75	116.61	1.240	0.0562	7.200

Segundo Bernardes (1956), o consumo total médio de água por safra na Austrália, Ceilão e Tailândia é de 18.300 m³/ha, no Texas e Louisiana varia de 12.200 à 15.200 m³/ha, na Califórnia varia de 15.200 a 18.300 m³/ha e no Rio Grande do Sul varia de 11.500 a 17.000 m³/ha, para as cultivares precoce e tardia, respectivamente.

Segundo Renner (1970), o volume de 15.000 m³/ha consumido na irrigação do arroz é muito alto. Isto pode ser atribuído às perdas de água nos canais de condução, que atingem valores de até 30%, por serem demasiadamente longos e com solo não compactado. De acordo com Bernardes (1956) solos permeáveis, taipas defeituosas e controle deficiente da água poderão aumentar em muito, a quantidade de água necessária para irrigar uma mesma área.

Silva e Faria (1981) encontraram, no Mato Grosso do Sul, para a cultivar Bluebelle, irrigada por inundação contínua, considerando um ciclo de 100 dias, um consumo de água de 11.146 m³/ha.

Beltrame e Gondim (1982) afirmaram: “Atualmente na irrigação do arroz por inundação contínua, tem sido utilizado vazões de 1,7 a 3,0 l/s/ha, o que corresponde a um volume de 14.688,0 a 25.920,0 m³/ha, respectivamente, durante o ciclo da cultura”. Estes valores são demasiadamente elevados, provocando assim, uma baixa eficiência do sistema adotado e do uso do recurso hídrico pelo complexo solo-planta. Com base em modelo de balanço hídrico, calcularam para o Planossolo Vacacaí, na Depressão Central, uma necessidade hídrica de 1,44 l/s/ha, o que corresponde a uma dotação de 10.368 m³/ha.

Segundo Pires (1984) tradicionalmente, desde 1903, o sistema de cultivo do arroz no Rio Grande do Sul é com inundação contínua, representando 95% da área plantada.

Dotto (1990), em experimento realizado na Estação Experimental do IRGA em Itaquí, com as cultivares BR-IRGA 409 e IAC 47 encontrou sob as condições experimentais na irrigação por inundação contínua estática os volumes de 12.639,93 e 11.703,60 m³/ha, respectivamente, com uma média de 12.171,77 m³/ha. No sistema de inundação intermitente (banhos) obteve uma redução de 22% no consumo de água, porém com perda de produção.

Toescher (1991), em experimento realizado na UFSM, em solo da unidade de mapeamento Vacacaí, com as cultivares BR-IRGA 409 e IAC 47 encontrou sob as condições experimentais na irrigação por inundação contínua estática os volumes de 11.175,0 e 11.036 m³/ha, respectivamente, com uma média de 11.107,0 m³/ha.

Pugatch (1986) recomenda: “...deve-se considerar uma necessidade hídrica da cultura variando de 20.000 m³ a 25.000 m³ de água por quadra de arroz durante o ciclo, de acordo com a variedade utilizada e com a evapotranspiração da região”. Como uma quadra quadrada de arroz corresponde a 1,742 ha, isto significa uma necessidade hídrica variando de 11481 a 14.341 m³/ha.

Kieling (1991) afirma: “Segundo dados médios praticados no Estado, o consumo de água calculado é de 13.000 m³/ha, durante um período de 100 dias sem precipitação, existem casos extremos vivenciados por nós, em Bagé - RS, de se utilizar apenas 7.500 m³/ha e, em outro caso, 17.000 m³/ha, em São Pedro do Sul. Esta variação deveu-se exclusivamente ao tipo de solo diferenciado de uma região para outra, solo Ponche Verde em Bagé - RS, classificado como Brunizem Hidromórfico Vértico, textura argilosa, relevo suavemente ondulado, substrato siltito e solo São Pedro, no Município de São Pedro do Sul - RS, identificado como Podzólico Vermelho Amarelo, textura média, tendendo para o arenoso, relevo ondulado e substrato arenito”.

Motta, Alves e Becker (1990), a partir da relação da evaporação do tanque classe “A” e a evapotranspiração do arroz irrigado indicada por Beisdorf e Mota (1976) estimaram a evapotranspiração do arroz irrigado nas localidades de Bagé, Jaguarão, Pelotas, Porto Alegre, Rio Grande, Santa Maria, Santa Vitória do Palmar e Uruguaiana, obtendo uma evapotranspiração média diária de 7,66 mm/dia. Nesse trabalho é citado um período médio de irrigação de 90 dias. Isto representa um volume de água necessário para suprir a evapotranspiração da cultura de:

$$V_{ep} = 0,00766 * 90 * 10000 = 6894 \text{ m}^3/\text{ha}$$

A evapotranspiração obtida por Motta, Alves e Becker (1990), para as cidades de Santa Maria e Uruguaiana foram 6,95 e 7,7 mm respectivamente, o que representa uma necessidade de água para suprir a evapotranspiração durante 90 dias de 6.255 m³/ha e 6.930 m³/ha, respectivamente.

Beltrame e Lousada (1991), com base em modelo de balanço hídrico, calcularam para o planossolo Vacacaí, na região da Campanha, uma necessidade hídrica da lavoura de arroz de 1,76 l/s/ha, o que corresponde a uma dotação de 12.672 m³/ha em 2000 horas de irrigação.

Arns (1995) com base em dados da CEEE, analisou 642 instalações de bombeamento nos municípios de Uruguaiana, Alegrete e Itaquí, verificou que a dotação hídrica média da lavoura de arroz é de 1,7 l/s/ha, considerando que na região trabalha-se com um número médio de 2000 horas de irrigação, isto representa uma dotação hídrica de 12.240 m³/ha.

Corrêa et al. (1997) apresenta resumidamente os resultados dos trabalhos de Beltrame e Gondim (1982), de Beltrame e Lousada (1991) e de Fietz et al. (1986), com base em balanço hídrico e

afirma: "... cabe ressaltar que todos os valores calculados são inferiores aos recomendados pelo IRGA (Bernardes, 1956), que giram entre 1,7 e 3,0 l/s/ha, com a ressalva que nestes cálculos não estão contempladas as perdas na condução. Além disso, a forma proposta para o cálculo não considera o escoamento superficial, ou ainda, supostamente não há saída contínua para o dreno". Esta forma de irrigação é denominada contínua estática. Atualmente, com o avanço da tecnologia e a conscientização do agricultor, são recomendadas vazões entre 1,5 e 2,0 l/s/ha para períodos de irrigação entre 80 e 100 dias (IRGA, 1996, citado por Corrêa et al., 1997).

As dotações calculadas com base no modelo de balanço hídrico, consideram o sistema de irrigação por irrigação contínua estática e desconsidera as perdas por condução nos canais que podem atingir até 30% da vazão derivada. Em sistemas de irrigação contínua corrente, como é comum nas derivações por gravidade, o consumo de água pode ser muito superior.

Um problema observado, durante o cadastramento de usuários da água na bacia do rio Ibicuí, foi o completo desconhecimento por parte da maioria dos produtores e administradores de propriedades agrícolas quanto ao consumo de água na lavoura. Encontram-se situações em que foram informadas as demandas e outras situações em que as pessoas declaravam não ter conhecimento do consumo de água da lavoura. Na primeira situação, adotou-se o valor informado, independentemente de sua grandeza. Foram informados valores variando de 7.000 m³/ha até 18.000 m³/ha. Na segunda situação, quando a demanda não foi informada, foi feita a estimativa do consumo com base nas informações disponíveis na literatura, considerando a dotação de rega recomendada pelos engenheiros agrônomos do IRGA lotados na região e as vazões de projeto das bombas adotadas pelos projetistas de estações de bombeamento que atuam na região.

Dois tipos de vazões foram consideradas:

- a vazão máxima de bombeamento, que é a vazão de projeto da bomba;
- a vazão média a ser adotada para fins de balanço entre a disponibilidade e demanda.

Essa vazão foi adotada como sendo a relação entre o volume total consumido e o ciclo da lavoura. Para fins de projeto é comum adotar-se o período de irrigação de 100 dias para lavouras de ciclo curto (110 a 120 dias). No entanto, como o período de plantio, desenvolvimento e colheita da lavoura de arroz na região é de novembro a março

e nem todos os produtores plantam ou irrigam na mesma época, para fins de balanço hídrico, adotou-se, neste trabalho, o ciclo de 150 dias para fins de cálculo da vazão média na lavoura de arroz.

Considerando que as necessidades hídricas da lavoura de arroz são, segundo Doorenbos (1979), variáveis ao longo do seu desenvolvimento, havendo maior necessidade de água no período de floração e na segunda metade do período vegetativo, adotou-se, na tentativa de distribuir as demandas ao longo dos meses de maior consumo de água, um consumo de 15%, 35%, 35% e 15% do volume total consumido pela lavoura, respectivamente, para os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro.

Considerando a completa falta de informações sobre as vazões de retorno na lavoura de arroz, adotou-se a vazão de retorno como sendo igual a 15% da vazão derivada para a lavoura.

Desta forma, foram consideradas as seguintes dotações de rega e vazões de bombeamento para as diversas regiões:

1. na região de São Pedro do Sul, compreendendo os municípios de São Pedro do Sul, Tupanciretã, Toropi, Quevedos, Mata, Jarí e Dilermando de Aguiar, seguindo recomendação do escritório regional do IRGA, adotou-se a dotação de projeto de 12.000 m³/ha por safra, com período de 2000 horas de irrigação contínua, ou seja, 1,67 l/s/ha;
2. na região de São Vicente do Sul, seguindo recomendação do escritório regional do IRGA, adotou-se a dotação de projeto de 13.000 m³/ha em 2000 horas, ou seja 1,81 l/s/ha;
3. nos municípios de Alegrete, Itaqui e Uruguaiana, adotou-se a dotação média obtida por Arns (1995) de 12.240 m³/ha em 2000 horas de vazão contínua, ou seja, 1,7 l/s/ha.

Esses números representam a necessidade da lavoura de arroz de variedade precoce, em franca expansão no Estado do Rio Grande do Sul. Podem ser esperados em lavouras nas quais a captação é feita por bombeamento. Em captações por gravidade é esperado um consumo de água maior, em consequência de vazões de retorno maiores.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O cadastramento de usuários da água na bacia do rio Ibicuí, bacia U60 do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, mostra que, na época de realização deste trabalho:

- existiam poucos estudos sobre os recursos hídricos na fronteira oeste do Rio Grande do Sul;
- existia pouco entrosamento entre os órgãos responsáveis pela implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e pela Política Estadual de Meio Ambiente;
- existia, por parte dos produtores rurais da região, uma grande desconfiança, em especial com relação aos órgãos ambientais;
- existia total desconhecimento entre os produtores sobre as políticas estadual e nacional de gestão de recursos hídricos;
- ao mesmo tempo em que existia o desejo de ver disciplinado o uso dos recursos hídricos, existia o temor em prestar informações, uma vez que na mesma época estava sendo implantado, pelo órgão estadual de proteção ambiental, de maneira compulsória e com ônus para os produtores, o cadastro para fins de licenciamento ambiental;
- encontrava-se difundida entre os produtores e entre alguns técnicos e lideranças da região, a idéia de que a Política Estadual de Recursos Hídricos tinha como único objetivo a cobrança pelo uso da água, ou seja, estava em curso a implantação de um imposto pelo uso da água;
- os técnicos atuantes na região, em especial os agrônomos do IRGA e da EMATER, são uma liderança positiva e decisiva entre os produtores rurais.

Os resultados permitem concluir que:

- os recursos hídricos utilizados para abastecimento da população urbana são normalmente superficiais, sendo subterrâneos nos municípios menores e no abastecimento da população rural;
- abastecimento industrial é de pouca expressão na bacia. É feito através do sistema público de abastecimento ou através de poços situados na própria indústria;
- a atividade de pecuária representa importante papel na economia da bacia, destacando-se a bovinocultura, ovinocultura e avicultura;
- a lavoura de arroz predomina na região, sendo o seu abastecimento feito majoritariamente de captações superficiais, dos cursos d'água ou de açudes. Do total de captações 47,6% foram feitas por gravidade e 52,4% por recalque, com áreas irriga-

das de 47.476,0 ha e 122.451,6 ha, respectivamente;

- é quase completo o desconhecimento por parte da maioria dos produtores e administradores de propriedades agrícolas quanto ao consumo de água na lavoura;
- não existe controle nenhum sobre a quantidade de água derivada para as lavouras;
- as vazões totais utilizadas na bacia do rio Ibicuí, podem ser assim sintetizadas: 2172,13 hm³/ano para irrigação, 39,105 hm³/ano para dessedentação de animais e 228,832 hm³/ano para abastecimento humano e industrial, que representam respectivamente 89,0%, 1,6% e 9,4% do total de 2440,066 hm³/ano.

Com base na experiência da bacia do rio Ibicuí, os autores recomendam:

- que nas regiões onde ainda não foi feito o cadastramento de usuários da água, essa atividade seja precedida de ampla campanha de divulgação dos seus objetivos;
- que seja feito um único cadastro anual, que possa ser utilizado para fins de licenciamento ambiental; outorga do uso da água, assistência técnica e extensão rural e, para financiamento da produção, evitando a duplicação de esforços por parte dos produtores e o dispêndio de recursos públicos mais de uma vez com o mesmo fim.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, em especial aos técnicos lotados nos escritórios municipais e regionais do IRGA e da EMATER, pela sua atuação como formadores de opinião junto aos produtores rurais, facilitando a obtenção dos dados cadastrais, bem como pelo fornecimento de informações.

REFERÊNCIAS

- ARNS, R. (1995) "Racionalização do uso de energia elétrica em bombeamentos de arrozais na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul" *Lavoura Arrozeira*. Porto Alegre, 48(418), p. 14-7.
- BEISDORF, M. T. e MOTTA, F. S. (1976) "Evapotranspiração do arroz irrigado em Pelotas. Rio Grande do Sul" *Ciência e Cultura*, São Paulo, 28 (11), p. 1329-34.

- BELTRAME, L. T. S. & GONDIM, L. A. P. (1982) "Estudo hidrológico do consumo de água em lavoura de arroz" *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 35(333), p. 22-8.
- BELTRAME, L. T. S. & LOUSADA, J. A. S. (1991) "Water use rationalization in rice irrigation by flooding" In: International Seminar on Efficient Water Use. *Anais*. Cidade do México. p. 337-45.
- BERNARDES, B. C. (1956) "Irrigação do arroz" *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 10(17), p. 371-82.
- CRH-RS (1998) "Avaliação quali-quantitativa das disponibilidades e demandas de água na bacia do Rio Ibicuí" *Relatório do Cenário Atual*. Porto Alegre.
- CORRÊA, N. I., CAICEDO, N. L., FEDDES, R. A., LOUSADA, J. A. S. & BELTRAME, L. T. S. (1997) "Consumo de água na irrigação do arroz por inundação" *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 50(432), p. 3-8.
- CORSAN/SURCEN (1998) Acervo Técnico da CORSAN.
- CORSAN/SUTRA (1998) Acervo Técnico da CORSAN.
- CORSAN/Secretaria do Interior e Obras Públicas. PRÓ-GUAÍBA (1991) "Esgotamento Sanitário na Bacia Hidrográfica do Guaíba".
- DOTTO, C. R. D. (1990) "Consumo de água e produtividade da cultura do arroz (Oriza Sativa L.) sob três sistemas de irrigação" Santa Maria: UFSM, 84p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- DOORENBOS, J. (1979) "Yield Response to Water" Rome, FAO, 193p.
- EPA (1973) "Water Quality Criteria" A report of the Committee on Water Quality Criteria.
- GOLDEN SOFTWARE (1996-97) *DIDGER* Versão 1.0.73.
- FEEF Fundação Estadual de Economia e Estatística (1995) *Anuário Estatístico*.
- FEPAM Fundação Ambiental de Proteção Ambiental (1997) "Efluentes Hídricos Industriais: Cargas Poluidoras Lançadas nos Corpos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul" 145p.
- KIELING, J. C. (1991) "Açudagem" *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 44(399), p. 17-28.
- MOTTA, F. S.; ALVES, E. G. BECKER, C. T. (1990) "Informação climática para planejamento da necessidade de água para irrigação do arroz no Rio Grande do Sul" Porto Alegre, 43(392), p. 3-6.
- PIRES, J. L. M. (1984) "Supressão antecipada da irrigação na cultura do arroz" *Trigo e Soja*. 76, p. 32-5.
- PUGATCH, V. N. (1986) "Como construir barragens" *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, 39(368), p. 15.
- RENNER, E. (1970) "O arroz no Brasil" *Lavoura Arrozeira*. Porto Alegre, 23(256), p. 16-8.
- SILVA, C. A. S. & FARIA, N. B. (1981) "Deficiência hídrica na cultura do arroz" In: *Resultados de Pesquisa com a Cultura do Arroz em 1980/81* Dourados, MS: EMBRAPA-UEPAE, p. 35-40.
- TOESCHER, C. F. (1991) "Produtividade do arroz sob diferentes métodos de irrigação" Santa Maria: UFSM, 72p. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Agrícola). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Quantification of Water Demand in the Ibicuí River Basin - RS

ABSTRACT

This paper describes water demands in the Ibicuí river basin (RS), basin U60 of the Water Resources System of the State of Rio Grande do Sul. Located between latitudes 28°30'S and 31°S and longitudes 53°30'W and 57°W, the area studied covers 36,667.13 km². The basin consists of the rivers Butuí, Touro Passo and part of Ibicuí river basin, which is the most important tributary on the left bank of Uruguay river in Brazilian territory. The description was based on records collected between November 1997 and May 1998. The results show that: a) the human population, 458,980 inhabitants, is supplied mainly by surface sources; groundwater is used in small towns and to supply the rural population (85787 inhabitants); b) industrial supply does not have significant impact on basin; c) cattle breeding plays a important role in the basin economy, with 4,559,163 head of cattle and 4,739,252 head of other small animals and; d) flood irrigated rice farming, predominates in the basin, with 169,927.6 hectares cultivated in 1997/1998. The smallest rice farm recorded covered 0.17 hectares, and the largest 1,045 hectares, the mean being about 66.15 hectares. 2,637 collection points were recorded, mainly surface points. The estimated total water demand in the Ibicuí river basin is 2,440,066 hm³/year, 9.4% of which for human use, 1.6% for animal consumption and 89.0% for rice irrigation.