

Balanço Hídrico

da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos



Sidnei Gusmão Agra
Consultor – Associação de Arrozeiros Santo Antônio da Patrulha

julho/2015

Apresentação.

Este relatório foi elaborado por iniciativa da Associação de Arrozeiros de Santo Antônio da Patrulha, em parceria como Comitê Sinos, com o objetivo de possibilitar a regularização da lavoura orizícola na bacia.

Para tanto, foi elaborado um novo balanço hídrico da bacia, partindo-se dos resultados apresentados e das diretrizes do Plano de Bacia (Plano Sinos), e com o refinamento dos estudos hidrológicos de disponibilidade hídrica e de demanda para irrigação, baseado num novo cadastro de irrigantes do trecho alto da bacia.

Os estudos iniciaram em maio/2013, mas foram interrompidos durante a realização do Plano Sinos, para que incorporasse as diretrizes do mesmo, sendo retomado em junho/2014 após a conclusão do Plano.

Para isso foi contratada a consultoria do Eng Civil Sidnei Gusmão Agra, que desenvolveu os estudos mediante a Anotação de Responsabilidade Técnica nº 8013624, do CREA-RS, em anexo.

.

Conteúdo

Apresentação. 1

Introdução e Contexto. 3

Avaliação das Disponibilidades Hídricas na Bacia do Sinos. 4

Avaliação das Demandas Hídricas da Bacia do Sinos, com ênfase na Irrigação de Arroz no Trecho Alto. 8

Balanço Hídrico da Bacia do Sinos. 13

Conclusões e Recomendações para Regularização dos Usuários. 19

Anexo. 21

Introdução e Contexto.

Os estudos de revisão do balanço hídrico para a bacia do Sinos partiram da reavaliação das disponibilidades e demandas por água na bacia. Inicialmente, o trabalho tinha o objetivo de proceder a avaliação da situação atual das demandas de água para irrigação na porção alta da bacia do rio dos Sinos, propondo alternativas para a equalização de conflitos.

Para isso foi elaborado um cadastro dos irrigantes que atuam no trecho alto da bacia, totalizando uma área de 2.495,0 ha.

Durante o desenvolver dos estudos, em reunião com o DRH em junho/2014, optou-se por estender o estudo para toda a bacia hidrográfica, considerando o universo de demandas já outorgadas e não apenas o cadastro de irrigantes.

A partir daí foi definida a situação atual das demandas de água para a irrigação das lavouras de arroz na porção alta da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, e consideradas as vazões outorgadas para os outros setores e segmentos da bacia.

Do ponto de vista metodológico, os estudos observaram os seguintes passos:

- A. Obtenção e sistematização de informações atuais sobre as demandas de água para a irrigação de arroz na porção alta da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (a montante da cidade de Taquara) e do respectivo balanço hídrico entre disponibilidades hídricas e demandas de água.
- B. Análise técnica sobre as demandas de água nesta porção da bacia, notadamente do setor orizícola, com ênfase para a verificação das demandas hídricas específicas praticadas atualmente e aquelas adotadas nos estudos e nos processos de outorga.
- C. Revisão e atualização das disponibilidades hídricas na porção alta da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (a montante da cidade de Taquara), através da geração de vazões características de referência em pontos notáveis.
- D. Confrontação das disponibilidades hídricas (atualizadas) com as demandas de água, para a irrigação de arroz (atualizadas) e demais usos, com confecção dos respectivos balanços hídricos quantitativos.
- E. Análise crítica dos resultados relativos aos novos balanços hídricos quantitativos e proposição de recomendações para o manejo hídrico da água na irrigação no setor orizícola, principalmente no trecho alto da bacia.
- F. Emissão de relatório técnico contendo os dados e resultados do estudo realizado (este documento).
- G. Participação em reuniões técnicas, com os usuários, com o DRH e com o Comitê Sinos (durante o andamento dos trabalhos e para apresentação final).

Avaliação das Disponibilidades Hídricas na Bacia do Sinos.

A avaliação das disponibilidades hídricas da bacia partir dos resultados do Plano de Recursos Hídricos.

Tanto no Plano Sinos, como neste trabalho, para caracterizar a disponibilidade hídrica superficial foram utilizados valores característicos de vazões (vazões de referência). Para isso algumas definições são importantes:

- Vazão média de longo período: corresponde ao valor médio de vazões que ocorreram na bacia ao longo da série histórica.
- Vazão mínima: corresponde a um baixo valor característico da vazão que tenta representar as estiagens que ocorrem ao longo do tempo.
- Vazão específica: trata-se de um indicador de disponibilidade hídrica que é obtido pela divisão da vazão pela área de drenagem.

Como indicador de vazões mínimas é comum usar a chamada curva de permanência, que relaciona as vazões mínimas a níveis de garantia de sua ocorrência (permanência no tempo). Por exemplo, quando se trabalha com a Q_{90} , é sabido que ela corresponde a uma vazão com 90% de permanência no rio, ou seja, uma vazão que é igualada ou superada em 90% do tempo. Ou ainda, a vazão Q_{90} é uma vazão mínima que só é verificada em 10% do tempo.

No Plano Sinos, o COMITESINOS definiu, através de deliberação (reunião extraordinária do dia 28/05/2014), que a vazão de referência para avaliação de disponibilidades hídricas, como diretriz para outorga, deve ser a Q_{90} .

Conforme estabelecido no Plano, esse valor apresenta viabilidade técnica, tendo em vista que suporta o nível de demandas atual da Bacia, e viabilidade operacional, visto que a DIOUT/DRH/SEMA já trabalha com esse referencial.

Apenas para fins de ilustração, conforme o Plano Sinos, a vazão de referência ($Q90\%$) para a Bacia como um todo é de 20,05 m³/s, sendo que cada compartimento apresenta uma contribuição distinta neste valor: 47% no Alto Sinos; 28% no Médio Sinos e 25% no Baixo Sinos (contribuição individual de cada compartimento). Importante referir, que para a análise e emissão de outorga deverão ser consideradas as vazões acumuladas, de montante para jusante, conforme as afluências dos saldos hídricos entre Unidades de Estudo, ver mapa, conforme será visto a seguir.

Assim, a caracterização das disponibilidades hídricas passou a ser a determinação das vazões com 90% de permanência em cada segmento da bacia (sub-bacias definidas do Plano Sinos).

A caracterização do regime hidrológico da bacia foi realizada aplicando-se a técnica da Regionalização Hidrológica, que consiste num conjunto de procedimentos que permitem a transferência espacial da informação hidrológica entre uma área com monitoramento e outra área, carente de monitoramento, porém semelhante a anterior.

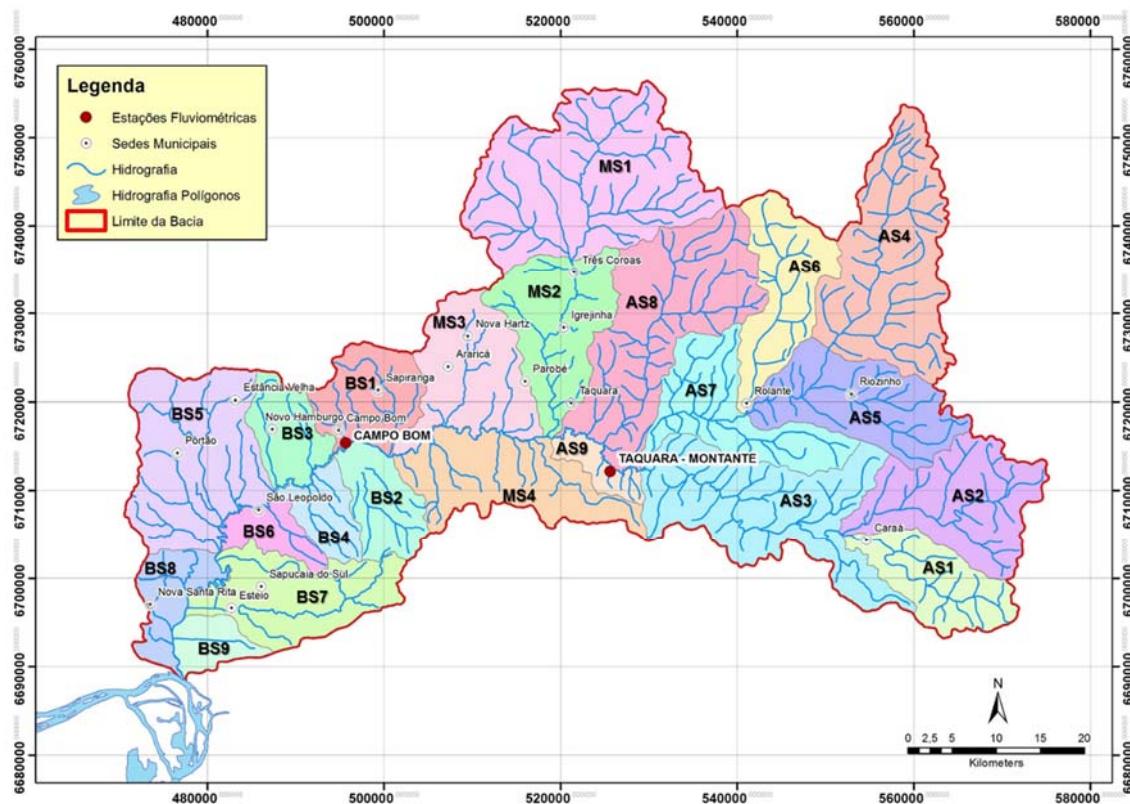


Figura 1 – Bacia do rio dos Sinos com indicação das 22 sub-bacias consideradas no Plano Sinos (AS – Alto Sinos; MS – Médio Sinos; e BS – Baixo Sinos).

Apresenta-se aqui os resultados obtidos por esta técnica no âmbito do Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da bacia do Sinos, no âmbito do Plano Sinos. Com base nas informações existentes no monitoramento hidrológico, foram identificados: o regime e o potencial hídrico superficial, de forma a permitir a caracterização do comportamento hidrológico da bacia e sub-bacias de interesse.

Optou-se por trabalhar com a distribuição espacial das precipitações anuais como forma de considerar sua influência sobre a distribuição de vazões na bacia, no modelo de regionalização hidrológica.

Assim, a caracterização das disponibilidades hídricas superficiais partiu dos dados de precipitações e vazões de estações de monitoramento existentes. Foram consideradas 25 estações pluviométricas localizadas na bacia ou em seu entorno. Todas as estações integram o Sistema Nacional de Informações Hidrológicas, o HidroWeb, disponível no portal da Agência Nacional de Águas – ANA (www.ana.gov.br/hidroweb).

Os dados pontuais foram espacializados por meio de interpolação, utilizando-se as ferramentas de geoestatística do ArcGis 9.2, na toolbox “Spatial Analyst”. O método de interpolação escolhido, após a realização de testes de consistência, foi o da ponderação pelo inverso da distância ao quadrado – IDW2.

Para a caracterização das vazões, é sabido que as informações disponíveis são bem menos abundantes do que no caso anterior. Foi utilizada uma única estação fluviométrica para a caracterização do regime de vazões. Trata-se da estação Campo Bom (código 87380000 – com

localização indicada no mapa da Figura 1), com área de drenagem de 2.882,0km², o que corresponde a 78% da área da bacia do Sinos.

A metodologia adotada para a transferência espacial da informação hidrológica, da estação de Campo Bom, para cada uma das sub-bacias e para a bacia do Sinos como um todo, baseou-se no conceito da vazão específica.

Para agregar maior representatividade e confiabilidade ao resultado obtido, utilizou-se um segundo ponderador, que é a relação entre as precipitações. Desse modo, a determinação das vazões em cada sub-bacia está baseada na seguinte expressão:

$$\text{Vazão}_{\text{sub-bacia}} = \text{Vazão}_{\text{Campo Bom}} \times \frac{\text{Área}_{\text{sub-bacia}}}{\text{Área}_{\text{Campo Bom}}} \times \frac{\text{Precipitação}_{\text{sub-bacia}}}{\text{Precipitação}_{\text{Campo Bom}}}$$

Ou, ainda:

$$\text{Vazão}_{\text{sub-bacia}} = \text{Vazão Específica}_{\text{Campo Bom}} \times \text{Área}_{\text{sub-bacia}} \times \frac{\text{Precipitação}_{\text{sub-bacia}}}{\text{Precipitação}_{\text{Campo Bom}}}$$

Desse modo, as informações da estação Campo Bom foram transpostas para todas as sub-bacias que formam o rio dos Sinos. Tais resultados, obtidos no âmbito do Plano Sinos, são apresentados no quadro abaixo:

Quadro 1 – Vazões características, em m³/s, nas sub-bacias do rio dos Sinos, estimadas no Plano Sinos.

Segmento	Q ₉₀ (m ³ /s)	Segmento	Q ₉₀ (m ³ /s)
AS1	0,66	MS4	1,18
AS2	1,12	BS1	0,62
AS3	1,49	BS2	0,48
AS4	1,62	BS3	0,42
AS5	1,03	BS4	0,32
AS6	0,84	BS5	0,27
AS7	0,90	BS6	1,33
AS8	1,71	BS7	0,92
AS9	0,28	BS8	0,38
MS1	2,29	BS9	0,24
MS2	0,98	Total Sinos	20,05
MS3	0,98	Campo Bom	15,60

Fonte: Plano Sinos.

Conforme já mencionado foi necessário aprofundar o detalhamento dos estudos hidrológicos de disponibilidade hídrica apresentados no Plano Sinos, principalmente no trecho alto da bacia.

Para isso foram buscadas informações junto a estação Taquara Montante, com localização indicada no mapa da Figura 1, código 87374000, com dados consistidos disponíveis a partir de 1996.

Uma vez que a série disponível em Taquara é muito mais curta que a série em Campo Bom (utilizada no Plano Sinos), com dados considerados a partir de 1969, a estação Campo Bom foi utilizada para a extensão da série em Taquara Montante. O procedimento teve um resultado satisfatório, com diferenças de estimativas inferiores a 4%.

Assim, os dados da estação Taquara Montante foram considerados nas sub-bacias do trecho alto, reduzindo-se as disponibilidades mínimas, o que era o resultado esperado, considerando que tratam-se de sub-bacias com área muito inferior a estação Campo Bom.

Quadro 2 – Vazões características, em m³/s, nas sub-bacias do rio dos Sinos, consideradas neste estudo, para o período entre 1969 e 2006.

Segmento	Q_{90} (m ³ /s)	Segmento	Q_{90} (m ³ /s)
AS1	0,432	MS4	1,184
AS2	0,725	BS1	0,624
AS3	0,994	BS2	0,476
AS4	1,040	BS3	0,415
AS5	0,670	BS4	0,318
AS6	0,532	BS5	0,266
AS7	0,595	BS6	1,327
AS8	1,104	BS7	0,915
AS9	0,128	BS8	0,377
MS1	2,294	BS9	0,241
MS2	0,982	Total Sinos	16,252
MS3	0,613		

Observação: Os valores sombreados indicam as sub-bacias com alteração na disponibilidade hídrica em relação ao Plano Sinos.

Avaliação das Demandas Hídricas da Bacia do Sinos, com ênfase na Irrigação de Arroz no Trecho Alto.

A avaliação das demandas hídricas da bacia do Sinos partiu de duas fontes de informações:

- O Cadastro de Irrigantes do trecho alto do Sinos, disponibilizado pela Associação dos Arrozeiros, em parceria com o IRGA; e
- O Banco de Dados de Outorgas do DRH-SEMA, para as demais áreas da bacia e demais segmentos de usuários.

O Banco de Outorgas Superficiais do DRH-SEMA, consultado em outubro/2014, apresentava 66 registros deferidos, que foram distribuídos por sub-bacias, conforme pode ser observado no quadro a seguir. O mapa da figura a seguir ilustra a distribuição das outorgas concedidas na bacia.

Observa-se um total já outorgado de 10,86 m³/s, o que corresponde, em termos globais, a cerca de 53% da disponibilidade da bacia.

Quadro 3 – Vazões outorgadas, em m³/s, por finalidade e por sub-bacia.

Sub-bacia	Outorgas (m ³ /s)							
	Finalidade							
	Abastec. Públco	Canaliz.	Criação Animal	Industria	Irrigação	Piscicult.	Outros	Total Geral
AS1								0,000
AS2					0,113			0,113
AS3	0,060				0,258			0,318
AS4								0,000
AS5				0,001				0,001
AS6	0,045							0,045
AS7					0,110			0,110
AS8	0,175				0,037			0,212
AS9								0,000
MS1	0,250	0,001						0,251
MS2	0,127			0,055			0,010	0,192
MS3						0,060		0,060
MS4								0,000
BS1	0,500				0,060			0,560
BS2								0,000
BS3				0,011				0,011
BS4	2,400				0,001			2,401
BS5	0,730			0,005				0,735
BS6				0,009			0,050	0,059
BS7	1,240		0,036	0,946	0,800		0,281	3,303
BS8	0,050			0,008	1,581			1,639
BS9				0,003	0,850			0,853
Total Geral	5,577	0,001	0,036	1,038	3,810	0,060	0,341	10,863

Fonte: Banco de Dados de Outorgas do DRH-SEMA (out/2014).

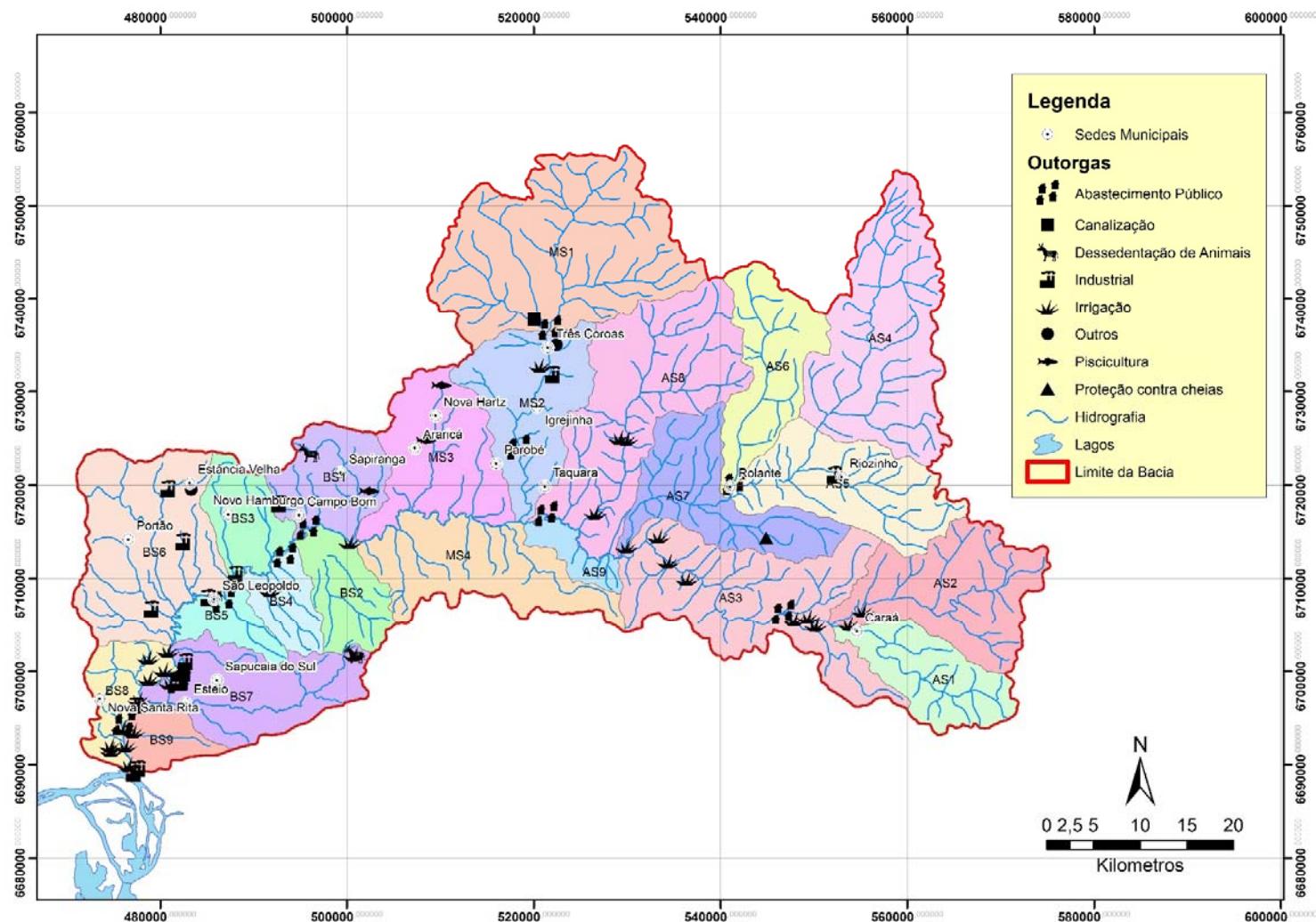


Figura 2 – Outorgas deferidas na bacia do rio dos Sinos. | Fonte: Banco de Dados de Outorgas do DRH-SEMA (out/2014).

O cadastro de irrigantes abrangeu um conjunto de 120 parcelas de lavoura, de 82 propriedades, com 45 produtores, totalizando 2.495 ha, na safra 2011/2012 (conforme anexo). Tais registros foram agrupados por sub-bacia e por curso d'água, conforme apresenta o quadro e o mapa a seguir.

Pode-se observar que algumas lavouras encontram-se num posicionamento que ultrapassa os divisores de sub-bacias hidrográficas, principalmente nas áreas mais próximas ao rio dos Sinos, uma vez que a região é muito plana, resultando em pequenas transposições de bacias.

Isso levou a necessidade de redistribuir as áreas irrigadas, não mais conforme a localização espacial, mas conforme o manancial, resultando nos valores do quadro 5.

Quadro 4 – Áreas irrigadas por sub-bacia e manancial, conforme cadastro de irrigantes.

Sub-bacia Rio	Área Irrigada (ha)
AS1	58,0
Arroio Caraá	55,0
Rio dos Sinos	3,0
AS2	69,0
Arroio Caraá	12,0
Arroio Grande	5,0
Rio dos Sinos	52,0
AS3	1278,0
Arroio da Data	20,0
Arroio Grande	499,0
Rio dos Sinos	751,0
Sem denominação	7,0
AS7	402,0
Arroio Acoita Cavalo	112,0
Rio Rolante	290,0
AS8	556,0
Arroio Tucanos	53,0
Rio da Ilha	91,0
Rio dos Sinos	271,0
Rio Rolante	141,0
AS9	2,0
Rio dos Sinos	2,0
BS1	95,0
Rio dos Sinos	95,0
BS3	35,0
Rio dos Sinos	35,0
Total Geral	2495,0

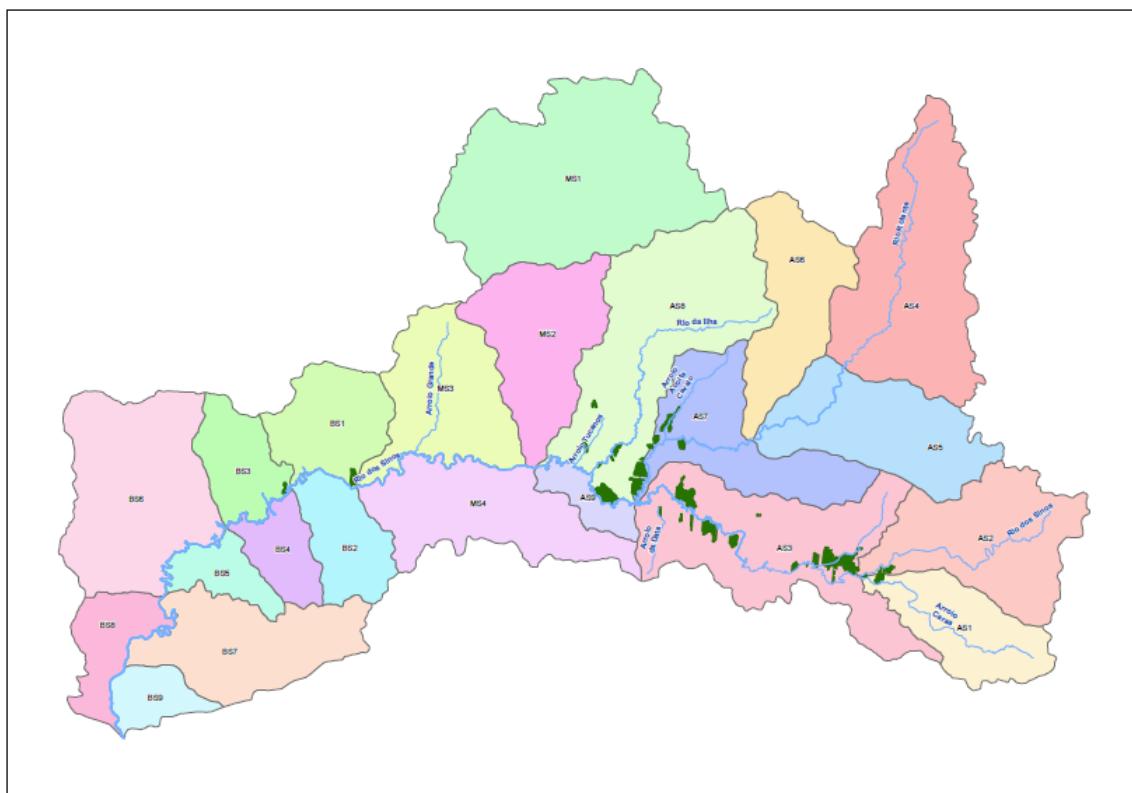


Figura 3 – Áreas irrigadas por sub-bacia, conforme cadastro de irrigantes.

A transformação dos valores de área irrigada em demanda por água foi realizada em reunião com a participação dos usuários irrigantes e da diretoria do Comitê Sinos, em julho/2014, quando se pactuou trabalhar com uma vazão unitária anual de 9.000 m³/ha, num ciclo de 100 dias.

Ressalta-se que este valor unitário é inferior ao que vem sendo praticado pelo DRH e que foi considerado no Plano Sinos, mas reflete o pacto estabelecido entre usuários e Comitê.

Quadro 5 – Áreas irrigadas por sub-bacia, considerando manancial, conforme cadastro de irrigantes.

Sub-bacias Curso d'Água		Área Irrigada (ha)	Vazão Irrigação (m ³ /s)
AS1	Arroio Caraá	66,7	0,070
AS2	Rio dos Sinos	55,1	0,057
AS3	Rio dos Sinos, Arroio Grande e Arroio da Data, SDE	1283,0	1,336
AS7	Rio Rolante e Arroio Açoita Cavalo	543,4	0,566
AS8	Rio da Ilhas e Arroio Tucanos	143,7	0,150
AS9	Rio dos Sinos	272,8	0,284
BS1	Rio dos Sinos	95,4	0,099
BS3	Rio dos Sinos	35,2	0,037
TOTAL		2495,4	2,599

Para determinação dos valores finais de demandas por sub-bacia foram agrupadas as informações do quadro de distribuições das outorgas, desconsiderando as outorgas para irrigação nas sub-bacias que foram objeto de novo cadastro, com as informações do cadastro de irrigantes especializado por sub-bacia.

Percebe-se que o universo cadastrado eleva as demandas por água em pouco mais de 2 m³/s, elevando a demanda total da bacia para 12,9m³/s, o que representa cerca de 64% da disponibilidade estimada em termos da Q₉₀, global da bacia.

Quadro 6 – Demandas hídricas por sub-bacia, considerando Cadastro de Irrigantes e Outorgas.

Sub-bacia	Demandas (m ³ /s)		
	Irrigação	Outorgas	TOTAL
	Cadastro de Irrigantes	Sem irrigação (nas sub-bacias com novo cadastro)	
AS1	0,070	0,000	0,070
AS2	0,057	0,000	0,057
AS3	1,336	0,060	1,396
AS4		0,000	0,000
AS5		0,001	0,001
AS6		0,045	0,045
AS7	0,566	0,000	0,566
AS8	0,150	0,175	0,325
AS9	0,284	0,000	0,284
MS1		0,251	0,251
MS2		0,192	0,192
MS3		0,060	0,060
MS4		0,000	0,000
BS1	0,099	0,500	0,599
BS2		0,000	0,000
BS3	0,037	0,011	0,048
BS4		2,401	2,401
BS5		0,735	0,735
BS6		0,059	0,059
BS7		3,303	3,303
BS8		1,639	1,639
BS9		0,853	0,853
Total Geral	2,599	10,285	12,884

Balanço Hídrico da Bacia do Sinos.

O balanço hídrico consiste no confronto, em termos de quantidade, entre as disponibilidades hídricas e as demandas por água, e é, usualmente, apresentado na forma de balanços hídricos.

Tais balanços hídricos são apresentados para cada uma das 22 sub-bacias aqui consideradas, para os três compartimentos da Bacia do Sinos.

Para tanto, foram consideradas as disponibilidades hídricas determinadas anteriormente, considerando a vazão de referência aditada no Plano Sinos, equivalente a Q90%.

Ainda considerando os critérios de outorga definidos pelo Comitê em seu Plano, a vazão máxima outorgável foi estabelecida como sendo 70% da vazão de referência.

Assim, na análise do balanço hídrico por sub-bacia, deve-se considerar que este é o percentual máximo de comprometimento a ser observado, de modo a respeitar a diretriz do Plano de Bacia.

As demandas hídricas foram obtidas do item anterior, para cada sub-bacia, considerando as informações do cadastro de irrigantes e do banco de dados de outorgas do DRH-SEMA.

Um aspecto metodológico importante a destacar refere-se aos valores adotados para as sub-bacias: valores individuais (incrementais), sem considerar a acumulação dos saldos hídricos de montante; e também os valores acumulados. Assim, podem ser observados dois cenários de balanço.

A opção por não acumular os saldos hídricos das sub-bacias de montante reside no objetivo de determinar a situação específica de cada sub-bacia, principalmente dos afluentes do Sinos. Isso se dá porque os saldos hídricos de montante somente são disponibilizados para jusante ao longo da calha principal do curso hídrico, ou seja, o rio dos Sinos, não atingindo a totalidade da área de cada Unidade, significando uma restrição importante ao uso.

Assim, uma vez que as grandes manchas de irrigação situam-se às margens do Sinos, convém considerar o balanço acumulado, porém para o caso dos arroios afluentes o balanço hídrico incremental é mais representativo.

A seguir apresenta-se o quadro modelo utilizado para a elaboração do balanço hídrico, montando considerando a rede de fluxo entre as sub-bacias. Para cada uma das 22 unidades, o quadro apresenta:

- As disponibilidades hídricas incrementais e acumuladas (considerando o saldo de montante);
- As demandas hídricas para irrigação (considerando o cadastro de irrigantes) e para os demais usos (incluindo a irrigação nas sub-bacias sem novo cadastro);
- Os balanços hídricos incrementais e acumulados em cada sub-bacia; e
- O saldo hídrico a ser propagado para jusante.

No quadro modelo, a seguir, os valores foram substituídos por letras (variáveis) de modo a explicitar os procedimentos de cálculos aritméticos para avaliação do balanço hídrico.

Quadro 7 – Quadro modelo para elaboração do Balanço Hídrico, por sub-bacia.

Sub-bacia		
Vazão Incremental (Q90)	A	m^3/s
Saldo Hídrico Montante	B	m^3/s
Disponibilidade Hídrica	C = A + B	m^3/s
Demandas Irrigação	D	m^3/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	E	m^3/s
Demandas Totais	F = D + E	m^3/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	$G = F / A$	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	$H = F / C$	
Saldo Hídrico	I = C - F	m^3/s

Apenas para fins de ilustração, apresenta-se abaixo o resultado do Balanço Hídrico do Diagnóstico do Plano Sinos, para fins de comparação com o resultado deste trabalho.

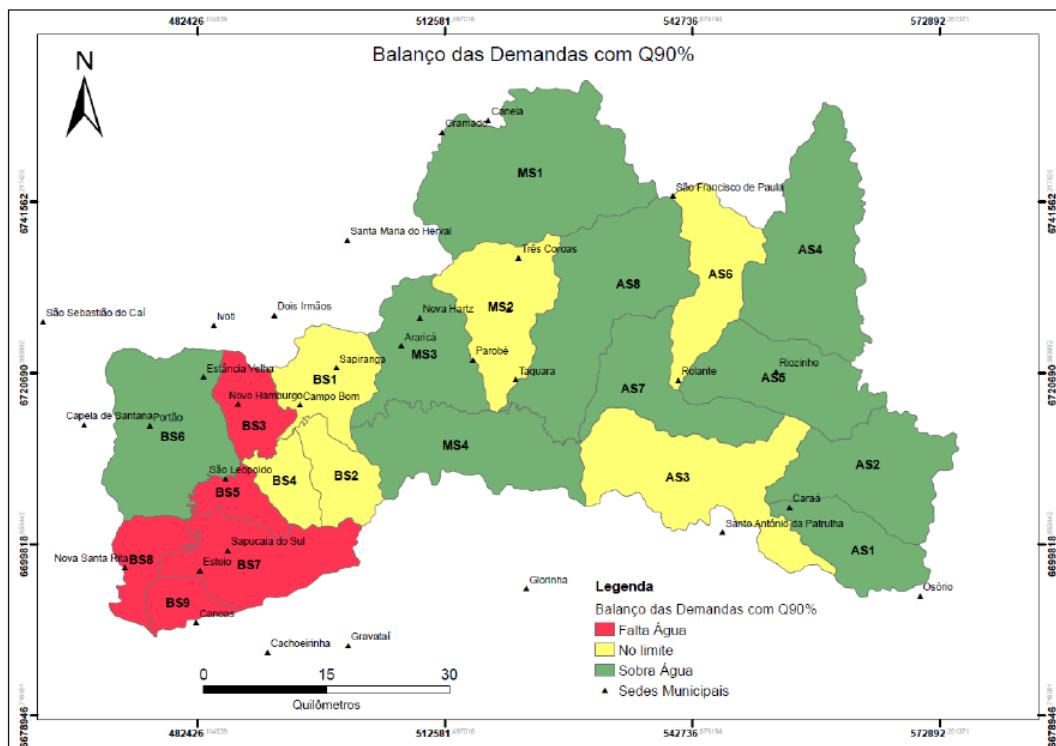


Figura 4 – Balanço Hídrico da Bacia do Sinos, por sub-bacia. | Fonte: Plano Sinos.

A seguir apresenta-se o resultado final do balanço hídrico da bacia do Sinos em dois formatos: com os quadros montados em forma de diagrama de rede de fluxos, e com os quadros sobrepostos ao mapa da bacia, com sub-bacias, facilitando a visualização dos resultados finais.

A seguir apresenta-se o resumo do balanço hídrico, com os percentuais de comprometimento da demanda, por sub-bacia. As cores utilizadas indicam o grau de comprometimento: azul, atende ao critério estabelecido no Plano – vazão máxima outorgável – 70% da vazão de referência; vermelho, demanda ultrapassa a disponibilidade hídrica; e laranja, situação intermediária, acima do limite outorgável, mas abaixo do limite de disponibilidade.

Quadro 8 – Resumo do Balanço Hídrico do Sinos, por sub-bacia.

Sub-bacia	Balanço Hídrico	
	Incremental	Acumulado
AS 1	16%	16%
AS 2	8%	8%
AS 3	140%	69%
AS 4	0%	0%
AS 5	0%	0%
AS 6	8%	8%
AS 7	95%	20%
AS 8	29%	29%
AS 9	223%	8%
MS 1	11%	11%
MS 2	20%	6%
MS 3 + MS 4	3%	1%
BS 1 + BS 2	55%	7%
BS 3 + BS 4	334%	26%
BS 5 + BS 6	50%	9%
BS 7 + BS 8 + BS 9	378%	63%

Percebe-se que no balanço acumulado (considerando os saldos de montante), não há conflito em nenhuma sub-bacia. Porém, nos balanços incrementais a situação é mais crótica, por motivos diversos:

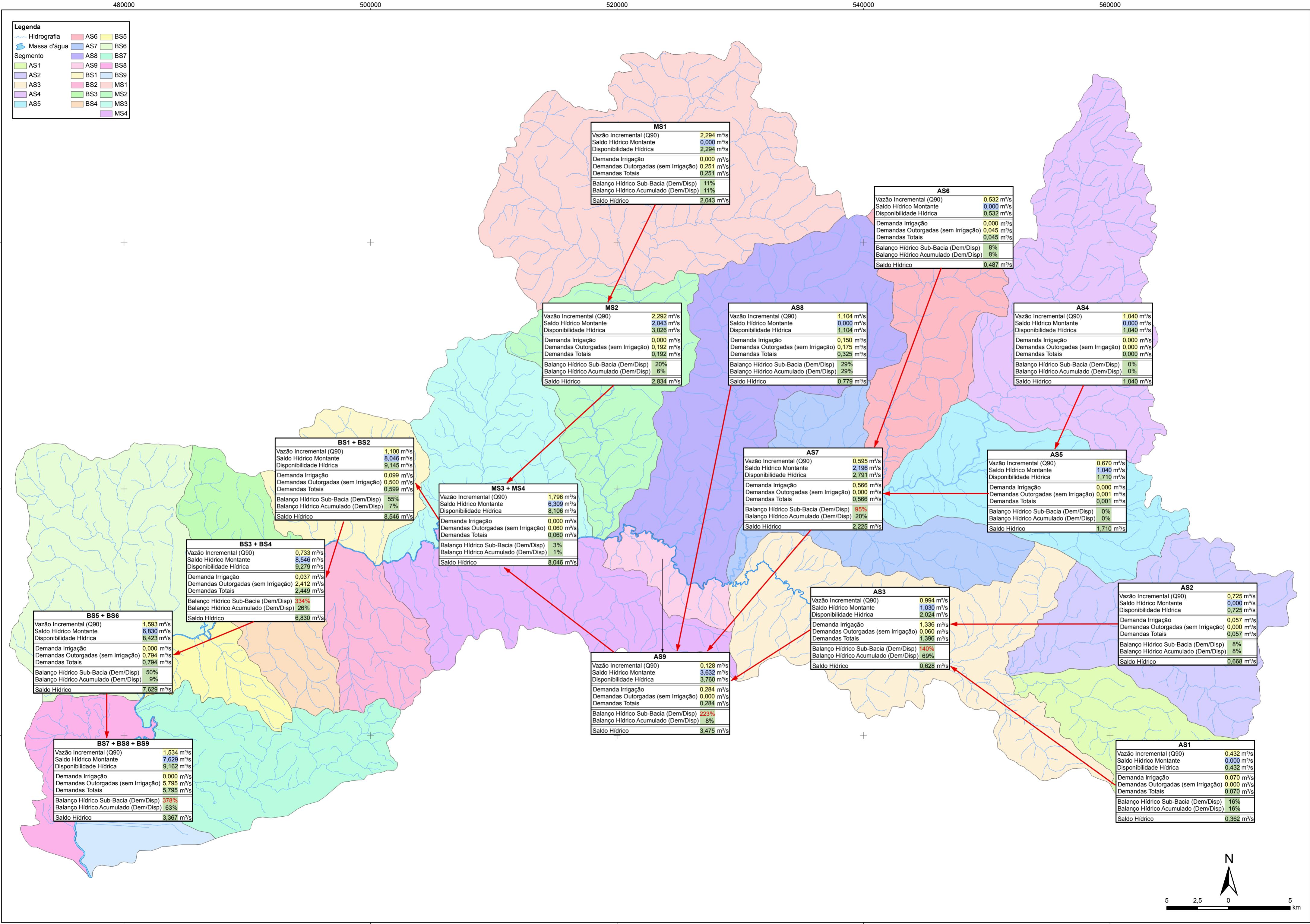
- Os dois segmentos do Baixo Sinos têm grandes demandas para abastecimento o que, de fato, depende dos excedentes hídricos de montante. Nestes trechos também são verificados os efeitos do reamanso do Delta do Jacuí que não foram considerados neste balanço.
- A sub-bacia AS9, apresenta uma área muito pequena e por isso pouca disponibilidade incremental. Porém, a área irrigada situação às margens do Sinos, o que justifica considerar o uso do balanço hídrico acumulado.
- A sub-bacia AS7 apresenta grande concentração de áreas irrigadas, porém junto a calha dos rios principais, notadamente no baixo Rolante, ao mesmo tempo, não se verificam usos significativos a montante (nas sub-bacias AS4 e AS5), o que também justifica considerar o balanço acumulado.
- Finalmente, a sub-bacia AS3 é a mais crítica de todas. Mesmo o balanço hídrico acumulado encontra-se no limite do critério estabelecido, com 69% de comprometimento da disponibilidade. No balanço incremental o índice ultrapassa a

totalidade da disponibilidade. Nesta sub-bacia é visível a necessidade de regularização para atender os usos existentes. Ainda assim, mesmo no limite é possível atender aos usuários cadastrados, desde que se garantam que boa parte das captações ocorram no rio dos Sinos e não em afluentes de pequeno porte.

- Ainda quanto a sub-bacia AS3, percebe-se que há dois segmentos de concentração de áreas irrigadas: um de jusante, já próximo a AS7, vinculado ao rio dos Sinos, no qual não devem ser verificados problemas de atendimento das demandas. Porém há um segmento de montante, logo a jusante da confluência do rio dos Sinos com o Caraá que representa o segmento mais crítico da bacia. Recomenda-se a instalação de equipamentos de monitoramento naquele trecho de modo a monitorar as condições de entrega entre usuários. Por exemplo poderia ser instalada uma estação fluviométrica no rio dos Sinos, entre os dois segmentos de modo a garantir a entrega constante de 30% da Q_{90} (vazão remanescente estabelecida pelo Comitê Sinos). Recomenda-se ainda que os usuários destes segmentos tenham outorgas divididas entre o Sinos e os afluentes, de modo a só usar os rios de menor porte em safras de alta disponibilidade hídrica.

Na comparação com o balanço hídrico do Plano Sinos, verifica-se um cenário mais crítico, devido ao fato de que neste estudo as disponibilidades do trecho alto foram reduzidas e as demandas aumentadas.





Conclusões e Recomendações para Regularização dos Usuários.

Neste item final, apresenta-se um conjunto de conclusões e recomendações a respeito do balanço hídrico da bacia do Sinos:

- Os estudos hidrológicos para revisão do **Balanço Hídrico da Bacia do Sinos** foram elaborados a partir dos resultados e diretrizes do Plano Sinos, com a elaboração de um novo estudo de disponibilidades hídricas, para o trecho alto, e com a reavaliação das demandas hídricas, para irrigação, a partir de um Cadastro de Irrigantes.
- O cadastro de Irrigantes foi elaborado pela Associação de Arrozeiros, com apoio do IRGA, tendo servido como insumo para este estudo, mas não como parte integrante do mesmo.
- Foram elaborados dois cenários de Balanço Hídrico, por sub-bacia: com vazões incrementais e vazões acumuladas, considerando os saldos hídricos de montante.
- Os resultados mostraram que há água suficiente para atender a demanda instalada na irrigação, conforme cadastro, e as outorgas já deferidas, conforme DRH, uma vez que foi respeitado o limite máximo de comprometimento de 70% da disponibilidade hídrica, que é o critério de outorga aprovado pelo Comitê Sinos
- Assim, recomenda-se que os usuários sejam regularizados, revisando-se as outorgas dos que já a possuem e emitindo novas para os que não possuem a autorização de uso. Este trabalho deve ser feito em articulação com os responsáveis pelo cadastro para que ocorra o correto confrontamento entre o banco de outorgas e o cadastro, em função dos identificadores serem nominais e não numéricos, o que dificulta a comparação entre as listas.
- Ainda assim, no balanço hídrico incremental, em algumas sub-bacias do trecho alto, com presença de irrigação, foi identificado um elevado grau de comprometimento das demandas o que merece algumas considerações e recomendações:
 - As sub-bacias AS7 e AS9, apresentam as maiores áreas de irrigação marginais ao rio dos Sinos do Sinos, o que justifica considerar o balanço hídrico acumulado como referência para a sua avaliação. Além disso, na sub-bacia AS7 não se verificam usos significativos a montante (nas sub-bacias AS4 e AS5), o que também justifica considerar o balanço acumulado.
 - Porém, na sub-bacia AS3, a situação verificada é, de fato, um pouco mais crítica, apesar do balanço hídrico acumulado atender ao limite do critério estabelecido. No balanço incremental o índice ultrapassa a totalidade da disponibilidade. Nesta sub-bacia recomenda-se:
 - Que seja incentivada a utilização de água armazenada para atender os usos já existentes.
 - Que se garantam que a maior parte das captações ocorram no rio dos Sinos e não em afluentes de pequeno porte.
 - Que seja instalada uma estação fluviométrica no rio dos Sinos, entre os dois segmentos de áreas irrigadas desta sub-bacia (um a montante, logo após a confluência entre o Sinos e o Caraá, e outro a jusante, próximo a AS7), de modo a garantir a entrega constante de 30% da Q90 (vazão

remanescente estabelecida pelo Comitê Sinos). A observação dos níveis nesta régua pode deflagrar critérios de parada da irrigação no trecho de montante, com maior concentração numa área de menor disponibilidade.

- Que os usuários destes dois segmentos da AS3 tenham outorgas divididas entre o Sinos e os afluentes, de modo a só usar os rios de menor porte em anos de alta disponibilidade e concentrando as captações no Sinos, por recalque, nos anos mais secos.

Anexo.

- **Anotação de Responsabilidade Técnica (ART):**
 - Eng. Civil Sidnei Gusmão Agra (nº 8013624, CREA-RS: 103.149)

- **Lista Resumo do Castro de Irrigantes:**
 - Nome e área, por lavoura.





Dados da ART

Agência/Código do Cedente

065-48/015117596

Nossa Número: 08013624.51

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO

Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL

Convênio: NÃO É CONVÉNIO

Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS103149 Profissional: SIDNEI GUSMAO AGRA

E-mail: sgagra@gmail.com

RNP: Título: Engenheiro Civil

Empresa: NENHUMA EMPRESA

Nr.Reg.:

Contratante

Nome: ASSOCIAÇÃO DE ARROZEIROS STO ANTONIO DA PATRULHA

E-mail:

Endereço: AVENIDA CORONEL VICTOR VILA VERDE, 228 228

Telefone: 051-3955-0031

CPF/CNPJ: 04576923000147

Cidade: SANTO ANTONIO DA PATRULHA

Bairro.:

CEP:

UF:RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: ASSOCIAÇÃO DE ARROZEIROS STO ANTONIO DA PATRULHA

CPF/CNPJ: 04576923000147

Endereço da Obra/Serviço: AVENIDA CORONEL VICTOR VILA VERDE, 228 228

CEP:

UF:RS

Cidade: SANTO ANTONIO DA PATRULHA

Bairro.:

Finalidade: AMBIENTAL

Dimensão(m²):

Vir Contrato(R\$): 5.000,00

Honorários(R\$): 3.000,00

Data Início: 02/06/2014

Prev.Fim: 30/11/2015

Ent.Classe: SENGE/RS

Atividade Técnica

Estudo

Descrição da Obra/Serviço

Quantidade

Unid.

Estudo

Hidrologia

1,00

Estudo

Balanço Hídrico

1,00

Estudo

BALANÇO HÍDRICO DA BACIA DO RIO DOS SINOS

1,00

Atividade Técnica

TÍTULO BANRISUL
 DATA EFETIVAÇÃO: 10/06/2015
 DATA: 10/06/2015 HORA: 16:37:31 RC 01/01
 NSU BERRS: 29604940/404758246
 VALOR: 67,68
 041921006750 1531175085013
 624405291646 40000006768

RECIBO VALIDO COMO CONFIRMANTE DA
 OPERAÇÃO. OS DADOS INFORMADOS SÃO DE
 RESPONSABILIDADE DO CLIENTE.
 SAC: 08006461515 QUÍDITORIA: 08006442200

PAGAMENTO DE BARREAS - DINHEIRO
 ELISABETE DE FÁTIMA SEVERO FONTOURA
 CNPJ 07.775.104/0001-17
 STO ANTONIO DA PATRULHA

POA, 10/6/2015

Local e Data

Declaro serem verdadeiras as informações acima

SIDNEI GUSMAO AGRA

Profissional

De acordo

ASSOCIAÇÃO DE ARROZEIROS STO ANTONIO DA PATRULHA

Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Banrisul 041-8

04192.10067 50151.175085 013624.40529 1 64640000006768

Local de Pagamento

PAGÁVEL EM QUALQUER AGÊNCIA BANCÁRIA

Cedente

CREA-RS Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS 92.695.790/0001-95

Data do documento 09/06/2015	Nr.Docto 8013624	Espécie DOC DM	Acete NÃO	Data Processamento 09/06/2015
---------------------------------	---------------------	-------------------	--------------	----------------------------------

Uso Banco	Carteira 01	Espécie R\$	Quantidade	Valor
-----------	----------------	----------------	------------	-------

Instruções:

NÃO RECEBER APÓS O VENCIMENTO.

Este documento só terá validade após seu pagamento.

Agendamento só terá validade após sua compensação bancária.

Vencimento

19/06/2015

Agência/Cód.Cedente

065-48/015117596

Nossa Número

08013624.51

(=) Valor do Documento

67,68

(-) Desconto/Abatimento

(-) Outras Deduções

(+) Mora/Multa

(+) Outros Acerescimos

(=) Valor Cobrado

Sacado: SIDNEI GUSMAO AGRA

CPF: 02211545408

Autenticação mecânica/Ficha de compensação



Quadro Anexo – Lista-Resumo do Cadastro de Irrigantes, com nomes e áreas, por Lavoura.

Proprietário	Área Arroz (ha)
Adair Eifler	19,0
Ademar de Oliveira Portal	17,8
Antônio Alexandre	48,9
Antônio Celso Bardini	45,6
Antônio Meregalli	11,0
Antônio Meregalli	19,2
Breno Fredolino Rost	33,4
Clédio Matzembacher	46,3
Clédio Matzembacher	57,8
Cristiano Nicoleti	15,7
Cristiano Nicoleti	26,0
Davenir Hoffmann	3,0
Davenir Hoffmann	41,3
Dejalmo de Oliveira Portal	2,9
Dejalmo de Oliveira Portal	35,7
Dejalmo de Oliveira Portal	4,6
Dejalmo de Oliveira Portal	7,8
Dejalmo Portal	5,1
Delço Antônio da Silva	10,0
Dirceu Arroz	8,0
Dirceu Costa	54,9
Enio Marini	2,1
Enio Marini	16,6
Enio Marini	0,7
Enio Marini	2,5
Enio Marini	12,0
Enio Marini	0,1
Enio Marini	0,2
Enio Marini	7,2
Enio Marini	2,0
Filho do Enio Marini	10,1
Gersindo Sartor (Rudi Oscar)	8,8
Gersindo Sartor (Oscar Rudi)	100,9
Gersindo Sartor	61,3
José Davenir Hoffmann	50,0
José e Ronaldo Cadorim	10,7
José Haroldo e Ronaldo Cadorin	138,8
Jurandir dos Santos	59,0
Jurandir Tadeu dos Santos	3,2
Jurandir Tadeu dos Santos	29,9

Proprietário	Área Arroz (ha)
Lauri Ritter	19,9
Lédio e Ivan Arcaro	10,6
Lédio e Ivan Arcaro	10,8
Lédio e Ivan Arcaro	18,0
Lédio e Ivan Arcaro	37,9
Lisandro Meregalli	11,2
Lúbia Peixoto	19,8
Lúbia Peixoto	62,2
Luiz Carlos Machado	167,5
Luiz Carlos Matos	64,0
Marcelo e Vinícius Meregalli	2,2
Marcelo e Vinícius Meregalli	31,2
Marcelo e Vinícius Meregalli	32,5
Marcelo Patrício - João Carlos Reis	75,5
Marcelo Patrício (Manoel Kuroski)	26,3
Marcelo Patrício	8,6
Marcelo Patrício (Antenor Machado)	65,2
Marcio Sartor e Luiz Carlos	16,1
Márcio Sartor e Luiz Carlos Machado	30,4
Moacir Dassi	53,4
Oscar de Freitas	26,3
Paulo Cezar Barcellos	35,2
Romualdo Freiberguer	1,4
Romualdo Freiberguer	30,0
Romualdo Freiberguer	46,0
Romualdo Freiberguer	8,8
Ronaldo Cadorm	22,3
Rudinei Braff de Souza	7,3
Sady Besbaty	40,0
Sécio	3,8
Sécio	1,0
Secio Vicentin - Zuênio; Antônio da Costa; Dirceu; Antenor	68,7
Sécio Vicentin	34,3
Silvio Ronaldo Meregalli	17,7
Silvio Ronaldo Meregalli	18,0
Valmir Felisberto	61,5
Valmir Maragno	69,0
Vânio Pizolotto e Euclides Nicoletti	95,4
Vladimir Dreher	6,1
Vladimir Dreher	3,7
Zuênio Thomazi	92,3
Zuênio Thomazzi	13,3
TOTAL	2495,4