Balanço Hídrico

da Bacia Hidrográfica do **Rio dos Sinos**

Sidnei Agra
Associação Arrozeiros SAP
jul/2015

CONTEXTO

- Iniciativa da Associação de Arrozeiros de Santo Antônio da Patrulha
- Parceria como Comitê Sinos
- Objetivo: possibilitar a regularização da lavoura orizícola na bacia.
- Novo balanço hídrico da bacia: partindo-se dos resultados apresentados e das diretrizes do Plano de Bacia (Plano Sinos)
- Refinamento dos estudos hidrológicos de disponibilidade hídrica e de demanda para irrigação, baseado num novo cadastro de irrigantes do trecho alto da bacia.
- Inicio em maio/2013 (interrompido durante a realização do Plano Sinos), retomada em junho/2014 após a conclusão do Plano.

Passos metodológicos

1. 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.
2. 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.
3. Revisão e atualização das **disponibilidades hídricas** na porção alta da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (a montante da cidade de Taquara.
4. Confronto das disponibilidades hídricas (atualizadas) com as demandas de água, para a irrigação de arroz (atualizadas) e demais usos, com confecção dos **balanços hídricos**.
5. Análise crítica dos resultados dos novos balanços hídricos e **recomendações para o manejo hídrico da água na irrigação no setor orizícola**, principalmente no trecho alto da bacia.
6. Emissão de relatório técnico.
7. Participação em reuniões (usuários, DRH e Comitê Sinos).

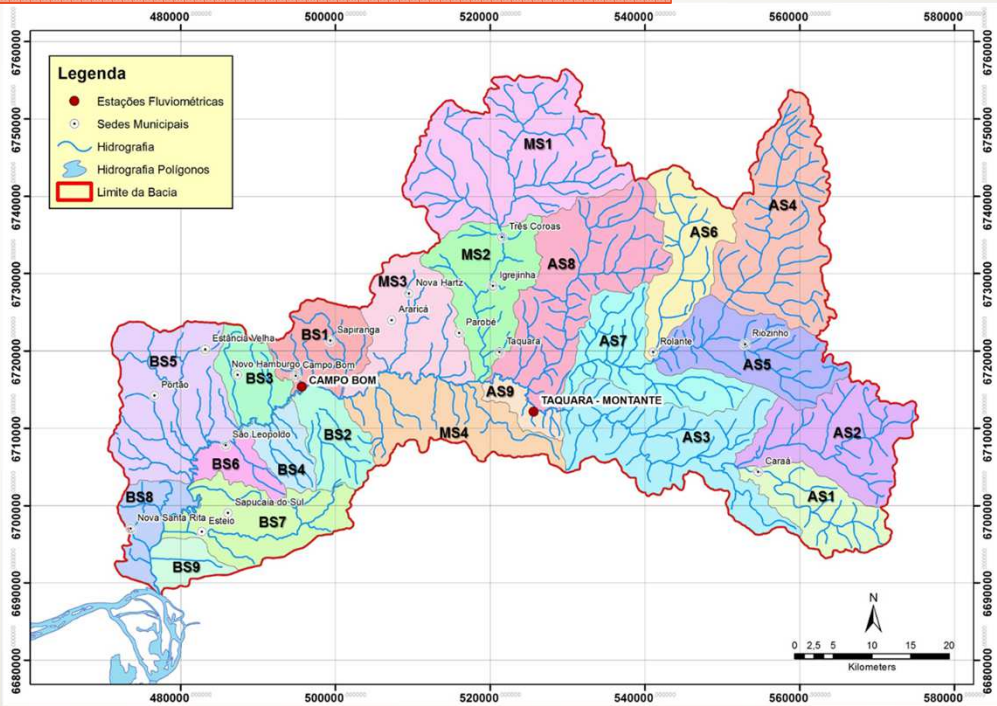
Disponibilidades Hídricas

- Vazão de referência: Q_{90} (Plano Sinos);
- Regionalização hidrológica, modelo considerando área e precipitação;
- 22 unidades de análise (sub-bacias);
- Estações consideradas:
  - Campo Bom – 87380000,
  - Taquara (montante) – 87374000;
- Período avaliado: 1969 a 2006;
- Resultados mais conservadores: disponibilidades totais 20% inferiores;
- No Alto Sinos os resultados diferem em 37%.

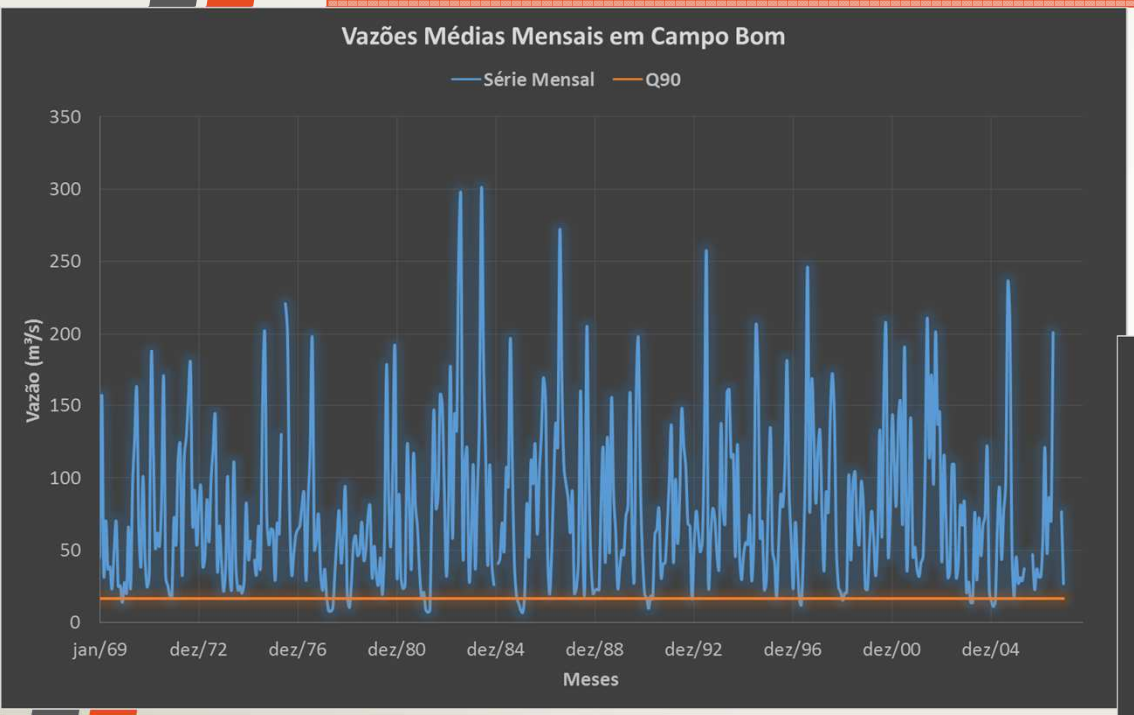
Disponibilidades Hídricas

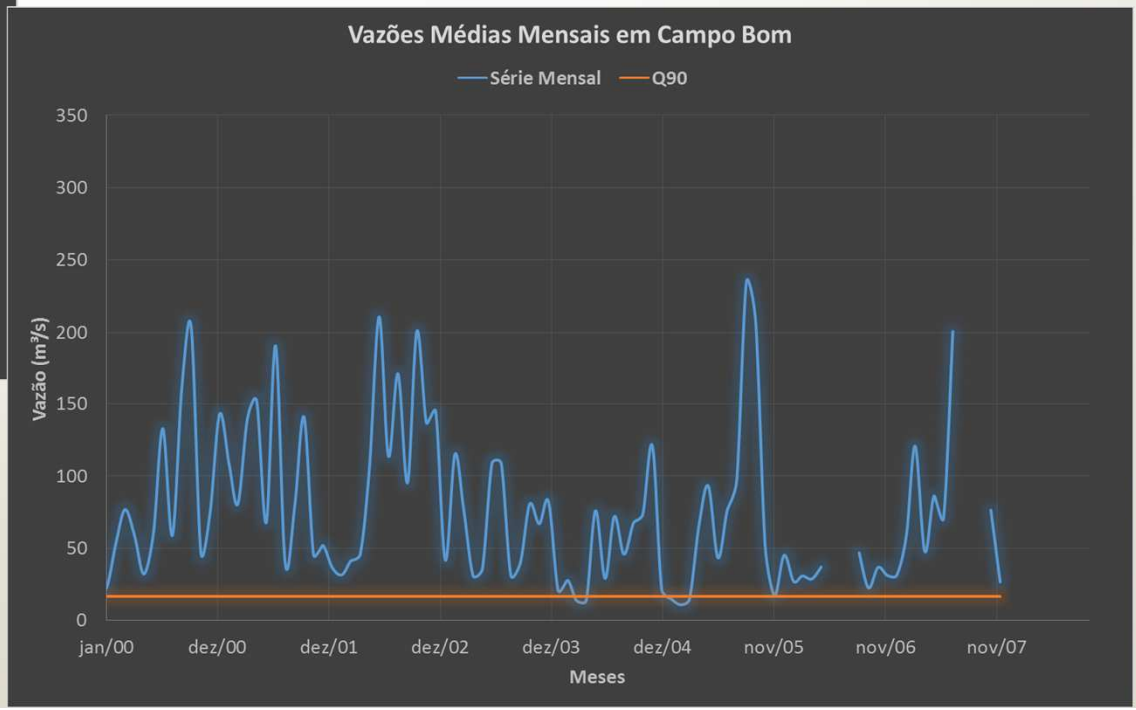
Segmento		Q_{90} (m^3/s)
AS1	Arroio Caraá	0,432
AS2	Alto Sinos	0,725
AS3	Alto Sinos Médio	0,994
AS4	Alto Rolante	1,040
AS5	Md Rol. – Riozinho	0,670
AS6	Areia	0,532
AS7	Baixo Rolante	0,595
AS8	Ilha	1,104
AS9	Alto Sinos Baixo	0,128
MS1	Alto Paranhana	2,294
MS2	Baixo Paranhana	0,982
MS3	Grande e Funil	0,613

Segmento		Q_{90} (m^3/s)
MS4	Md Sinos – M.E.	1,184
BS1	Sapiranga e C. Bom	0,624
BS2	Banhado Guri	0,476
BS3	Novo Hamburgo	0,415
BS4	Palmeira	0,318
BS5	São Leopoldo	0,266
BS6	Portão e E. Velha	1,327
BS7	Sapucaia e Esteio	0,915
BS8	N Sta Rita	0,377
BS9	Canoas	0,241
Total Sinos		16,252

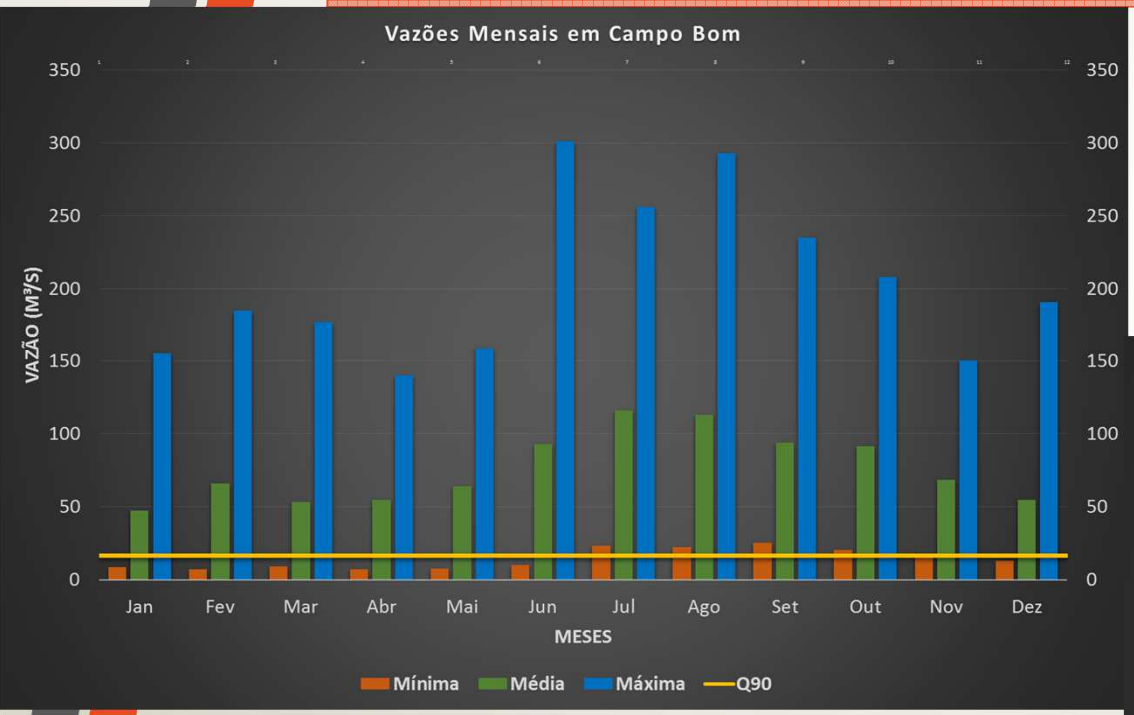


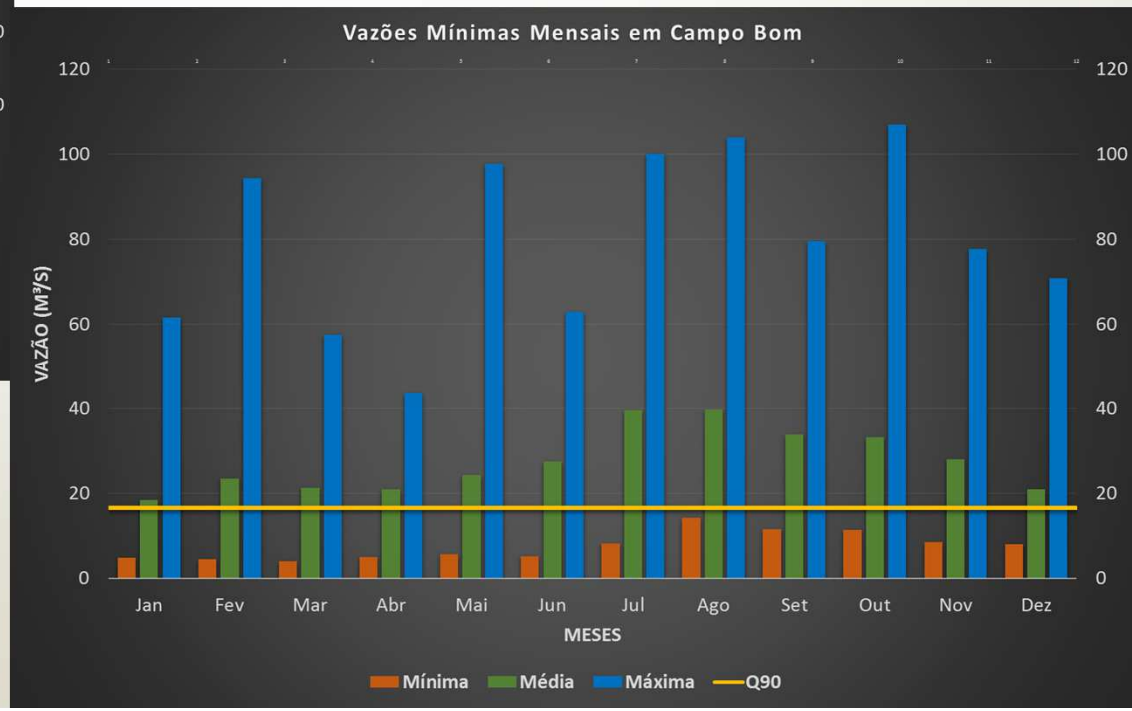
Disponibilidades Hídricas





Disponibilidades Hídricas





Demandas Hídricas

- Duas fontes de informações:
  - Cadastro de Irrigantes do trecho alto do Sinos (Associação dos Arrozeiros, em parceria com o IRGA) – 2011/2012; e
  - Banco de Dados de Outorgas do DRH-SEMA (para as demais áreas da bacia e demais segmentos de usuários) – 2014.
- 66 registros de outorgas ativos, totalizando 10,86m³/s.
- 45 produtores cadastrados: 82 propriedades e 120 lavouras, totalizando 2.495ha.
- Demanda unitária para irrigação: 9.000 m³/ha, em 100 dias (reunião com representantes do setor irrigante e direção do COMITESINOS, jul/2014).

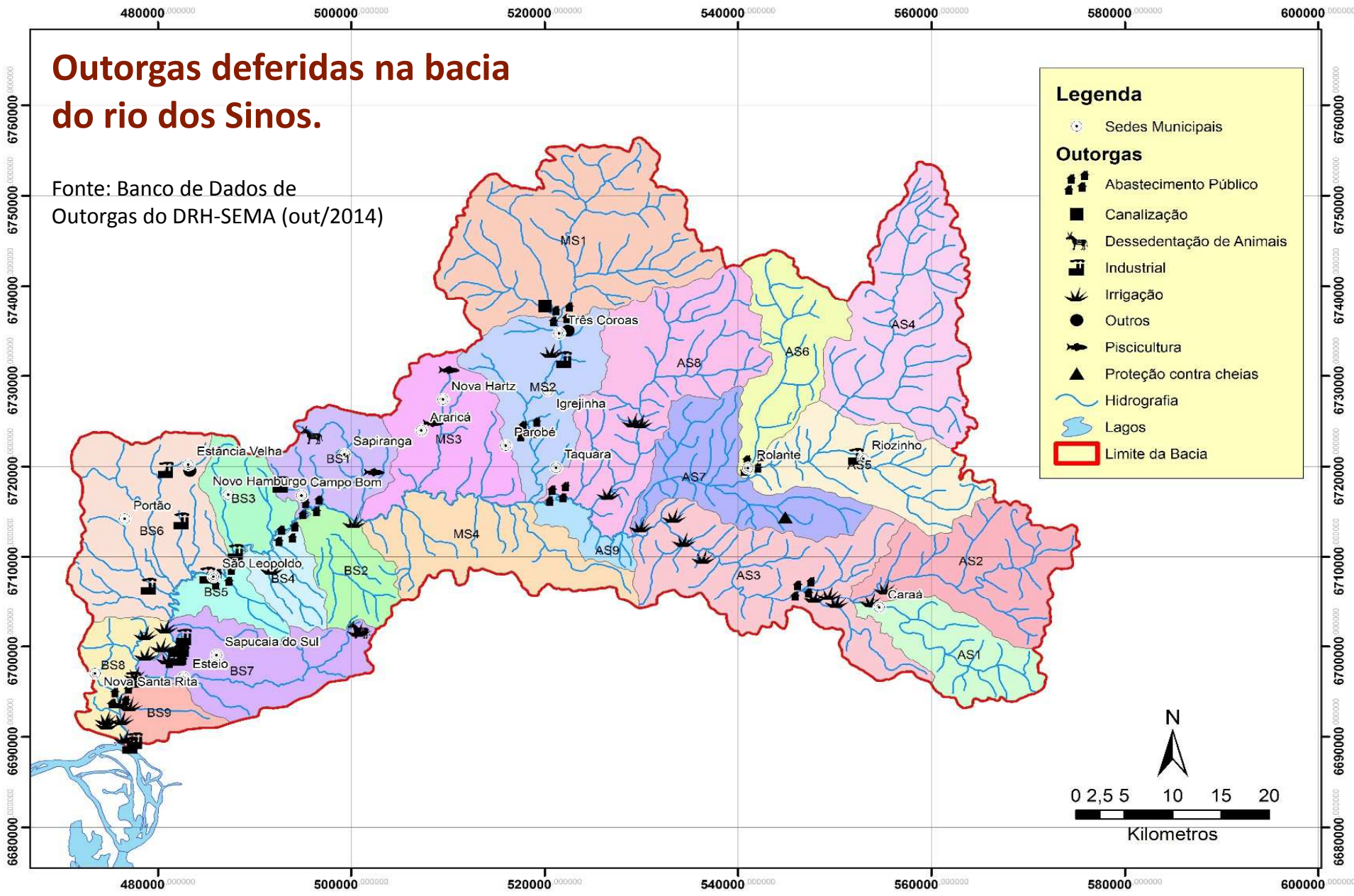
Outorgas deferidas na bacia do rio dos Sinos.

Sub-bacia		Vazões outorgadas, em m³/s, por finalidade e por sub-bacia							
		Finalidade							
		Ab. Público	Canaliz.	C. Animal	Industria	Irrigação	Piscicult.	Outros	Total
AS1	Arroio Caraá								**0,000**
AS2	Alto Sinos					0,113			**0,113**
AS3	Alto Sinos Médio	0,060				0,258			**0,318**
AS4	Alto Rolante								**0,000**
AS5	Md Rol. – Riozinho				0,001				**0,001**
AS6	Areia	0,045							**0,045**
AS7	Baixo Rolante					0,110			**0,110**
AS8	Ilha	0,175				0,037			**0,212**
AS9	Alto Sinos Baixo								**0,000**
MS1	Alto Paranhana	0,250	0,001						**0,251**
MS2	Baixo Paranhana	0,127			0,055			0,010	**0,192**
MS3	Grande e Funil						0,060		**0,060**
MS4	Md Sinos – M.E.								**0,000**
BS1	Sapiranga e C. Bom	0,500				0,060			**0,560**
BS2	Banhado Guri								**0,000**
BS3	Novo Hamburgo				0,011				**0,011**
BS4	Palmeira	2,400				0,001			**2,401**
BS5	São Leopoldo	0,730			0,005				**0,735**
BS6	Portão e E. Velha				0,009			0,050	**0,059**
BS7	Sapucaia e Esteio	1,240		0,036	0,946	0,800		0,281	**3,303**
BS8	N Sta Rita	0,050			0,008	1,581			**1,639**
BS9	Canoas				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)

Outorgas deferidas na bacia do rio dos Sinos.

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



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	Arroio Caraá	66,7	0,070
AS2	Alto Sinos	Rio dos Sinos	55,1	0,057
AS3	Alto Sinos Médio	Rio dos Sinos, Arroio Grande e Arroio da Data, SDE	1283,0	1,336
AS7	Baixo Rolante	Rio Rolante e Arroio Açoita Cavalo	543,4	0,566
AS8	Ilha	Rio da Ilha e Arroio Tucanos	143,7	0,150
AS9	Alto Sinos Baixo	Rio dos Sinos	272,8	0,284
BS1	Sapiranga e C. Bom	Rio dos Sinos	95,4	0,099
BS3	Novo Hamburgo	Rio dos Sinos	35,2	0,037
TOTAL			2495,4	2,599

Áreas irrigadas por sub-bacia, conforme cadastro de irrigantes

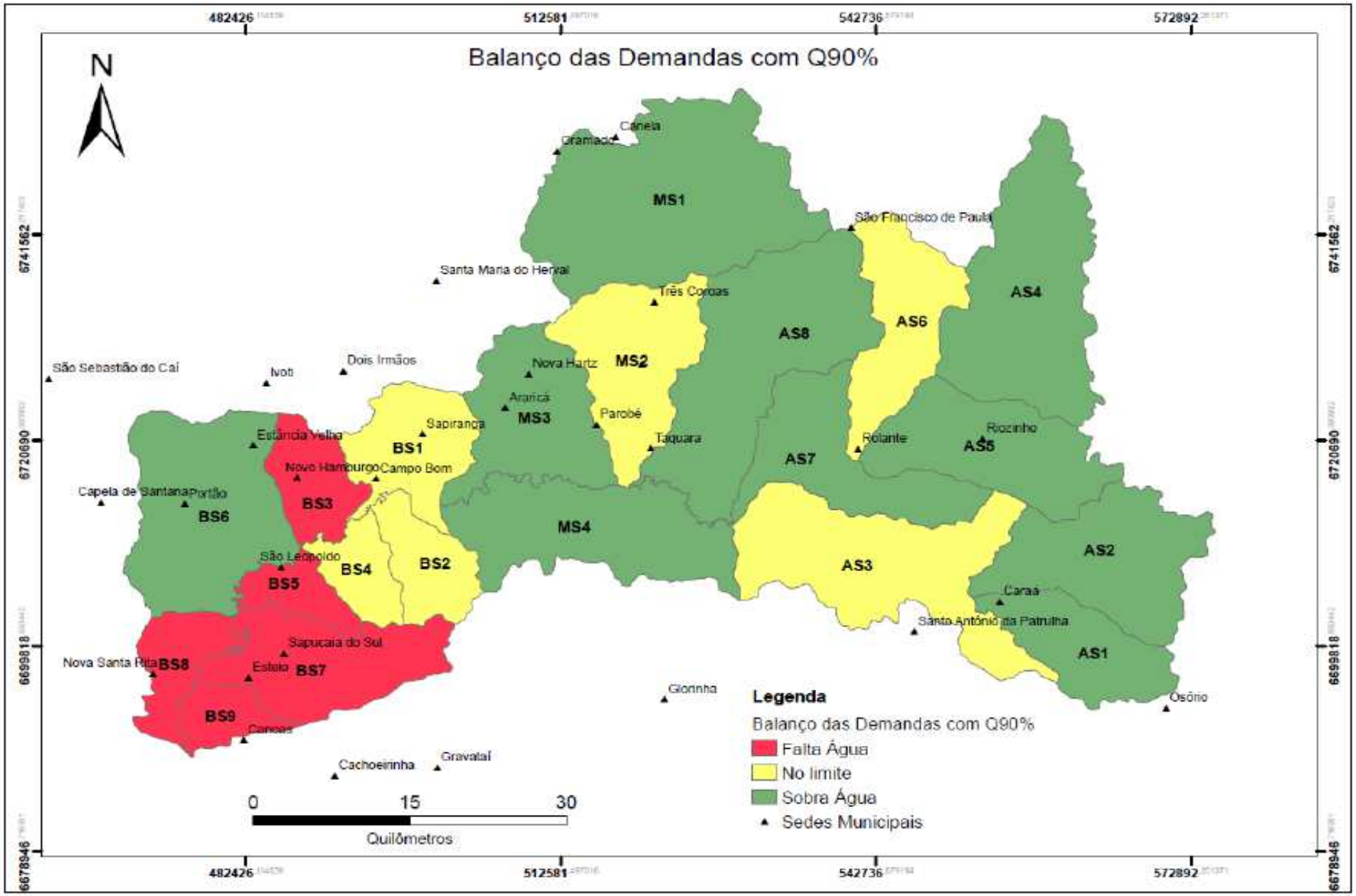
Demandas hídricas por sub-bacia, considerando Cadastro de Irrigantes e Outorgas.

Sub-bacia		Demandas (m³/s)		
		Irrigação	Outorgas	TOTAL
		Cadastro de Irrigantes	Sem irrigação (nas sub-bacias com novo cadastro)	
AS1	Arroio Caraá	0,070	0,000	0,070
AS2	Alto Sinos	0,057	0,000	0,057
AS3	Alto Sinos Médio	1,336	0,060	1,396
AS4	Alto Rolante		0,000	0,000
AS5	Md Rol. – Riozinho		0,001	0,001
AS6	Areia		0,045	0,045
AS7	Baixo Rolante	0,566	0,000	0,566
AS8	Ilha	0,150	0,175	0,325
AS9	Alto Sinos Baixo	0,284	0,000	0,284
MS1	Alto Paranhana		0,251	0,251
MS2	Baixo Paranhana		0,192	0,192
MS3	Grande e Funil		0,060	0,060
MS4	Md Sinos – M.E.		0,000	0,000
BS1	Sapiranga e C. Bom	0,099	0,500	0,599
BS2	Banhado Guri		0,000	0,000
BS3	Novo Hamburgo	0,037	0,011	0,048
BS4	Palmeira		2,401	2,401
BS5	São Leopoldo		0,735	0,735
BS6	Portão e E. Velha		0,059	0,059
BS7	Sapucaia e Esteio		3,303	3,303
BS8	N Sta Rita		1,639	1,639
BS9	Canoas		0,853	0,853
Total Geral		2,599	10,285	12,884

Balanço Hídrico

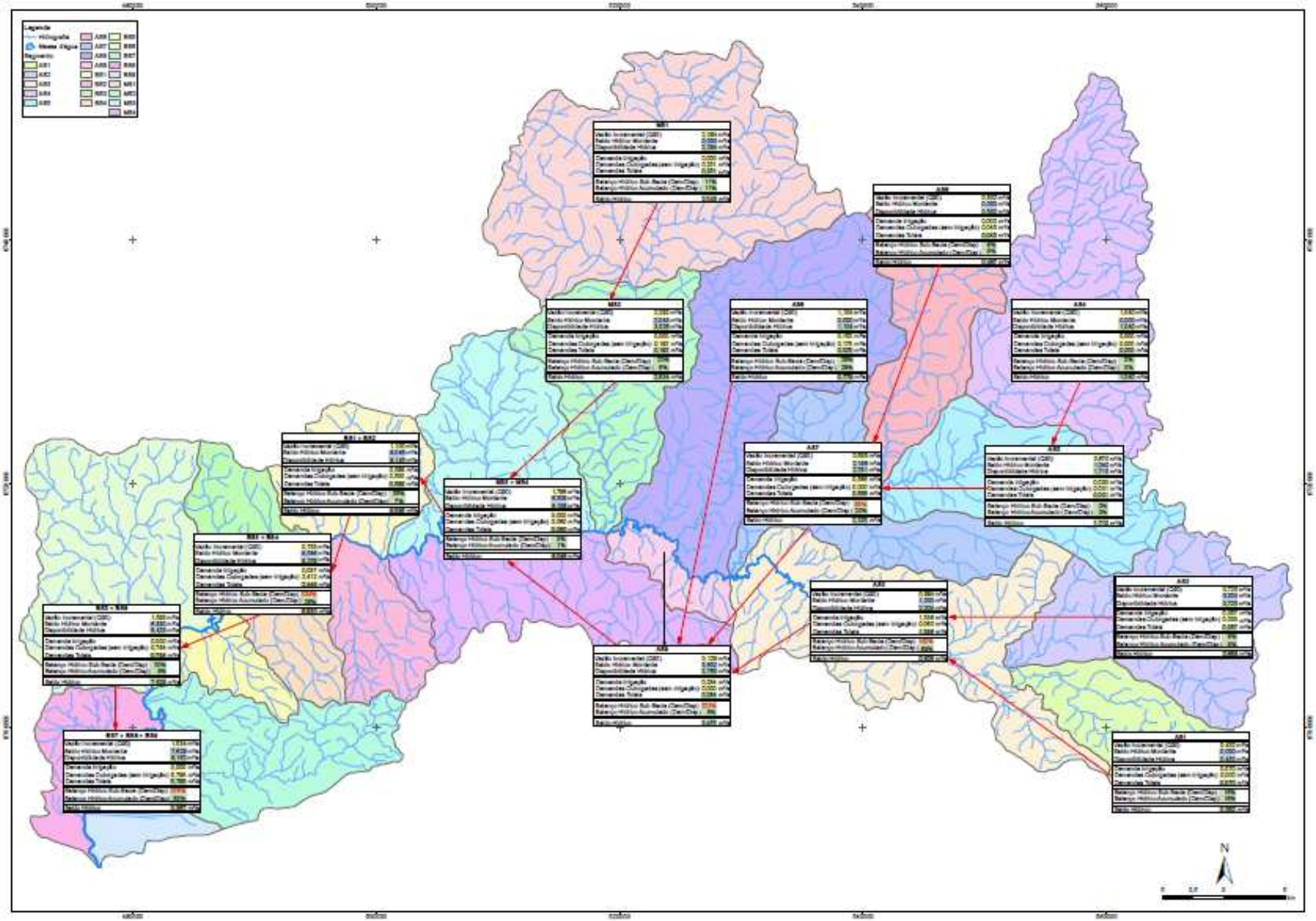
- Vazão máxima outorgável: 70% Q_{90} (Plano Sinos);
- Balanços por sub-bacia (22 unidades de análise), realizado de forma incremental e acumulada:
  - Incremental – representa comportamento dos afluentes nas sub-bacias,
  - Acumulado – representa o comportamento da calha do rio dos Sinos;
- Quadro modelo:
  - As disponibilidades hídricas incrementais e acumuladas (saldo de montante),
  - As demandas hídricas para irrigação e para os demais usos,
  - Os balanços hídricos incrementais e acumulados em cada sub-bacia; e
  - O saldo hídrico a ser propagando para jusante.

Sub-bacia		
Vazão Incremental (Q90)	A	m³/s
Saldo Hídrico Montante	B	m³/s
Disponibilidade Hídrica	C = A + B	m³/s
Demanda Irrigação	D	m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	E	m³/s
Demandas Totais	F = D + E	m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	G = F / A	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	H = F / C	
Saldo Hídrico	I = C - F	m³/s


Balanço das Demandas com Q90%
N
482426
512581
542736
572892
6741562
6720690
6699818
6678946
Canela
Gramado
MS1
São Francisco de Paula
Santa Maria do Herval
Três Coroas
AS4
AS6
AS8
São Sebastião do Caí
Ivoti
Dois Irmãos
Nova Hartz
MS2
Araricá
MS3
Parobé
Sapiranga
Taquara
Rolante
Riozinho
AS5
AS7
Estância Velha
BS1
Novo Hamburgo
Campo Bom
Capela de Santana
Portão
BS6
BS3
MS4
São Leopoldo
BS4
BS2
BS5
AS3
AS2
Caraá
Santo Antônio da Patrulha
AS1
Sapucaia do Sul
Nova Santa Rita
BS8
Esteio
BS7
Glorinha
Osório
BS9
Canoas
Cachoeirinha
Gravataí
0
15
30
Quilômetros
Legenda
Balanço das Demandas com Q90%
Falta Água
No limite
Sobra Água
Sedes Municipais

Resumo do Balanço Hídrico do Sinos, por sub-bacia.

Sub-bacia		Balanço Hídrico	
		Incremental	Acumulado
AS 1	Arroio Caraá	16%	16%
AS 2	Alto Sinos	8%	8%
AS 3	Alto Sinos Médio	140%	69%
AS 4	Alto Rolante	0%	0%
AS 5	Md Rol. – Riozinho	0%	0%
AS 6	Areia	8%	8%
AS 7	Baixo Rolante	95%	20%
AS 8	Ilha	29%	29%
AS 9	Alto Sinos Baixo	223%	8%
MS 1	Alto Paranhana	11%	11%
MS 2	Baixo Paranhana	20%	6%
MS 3 + MS 4	Grande e Funil + Md Sinos – M.E.	3%	1%
BS 1 + BS 2	Sapiranga e C. Bom + Banhado Guri	55%	7%
BS 3 + BS 4	Novo Hamburgo + Palmeira	334%	26%
BS 5 + BS 6	São Leopoldo + Portão e E. Velha	50%	9%
BS 7 + BS 8 + BS 9	Sapucaia e Esteio + N Sta Rita + Canoas	378%	63%


Legenda
Hidrografia
Mesma Água
Segmento
N

AS 4	Alto Rolante
AS 5	Md Rol. – Riozinho
AS 6	Areia
AS 8	Ilha

AS 4	
Vazão Incremental (Q90)	1,040 m³/s
Saldo Hídrico Montante	0,000 m³/s
Disponibilidade Hídrica	1,040 m³/s
Demanda Irrigação	0,000 m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,000 m³/s
Demandas Totais	0,000 m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	0%
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	0%
Saldo Hídrico	1,040 m³/s

AS 8	
Vazão Incremental (Q90)	1,104 m³/s
Saldo Hídrico Montante	0,000 m³/s
Disponibilidade Hídrica	1,104 m³/s
Demanda Irrigação	0,150 m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,175 m³/s
Demandas Totais	0,325 m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	29%
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	29%
Saldo Hídrico	0,779 m³/s

AS 6	
Vazão Incremental (Q90)	0,532 m³/s
Saldo Hídrico Montante	0,000 m³/s
Disponibilidade Hídrica	0,532 m³/s
Demanda Irrigação	0,000 m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,045 m³/s
Demandas Totais	0,045 m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	8%
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	8%
Saldo Hídrico	0,487 m³/s

AS 5	
Vazão Incremental (Q90)	0,670 m³/s
Saldo Hídrico Montante	1,040 m³/s
Disponibilidade Hídrica	1,710 m³/s
Demanda Irrigação	0,000 m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,001 m³/s
Demandas Totais	0,001 m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	0%
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	0%
Saldo Hídrico	1,710 m³/s

AS 1	Arroio Caraá
AS 2	Alto Sinos
AS 3	Alto Sinos Médio
AS 7	Baixo Rolante
AS 9	Alto Sinos Baixo

AS 9

Vazão Incremental (Q90)	0,128	m³/s
Saldo Hídrico Montante	3,632	m³/s
Disponibilidade Hídrica	3,760	m³/s
Demanda Irrigação	0,284	m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,000	m³/s
Demandas Totais	0,284	m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	223%	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	8%	
Saldo Hídrico	3,475	m³/s

AS 7

Vazão Incremental (Q90)	0,595	m³/s
Saldo Hídrico Montante	2,196	m³/s
Disponibilidade Hídrica	2,791	m³/s
Demanda Irrigação	0,566	m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,000	m³/s
Demandas Totais	0,566	m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	95%	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	20%	
Saldo Hídrico	2,225	m³/s

AS 2

Vazão Incremental (Q90)	0,725	m³/s
Saldo Hídrico Montante	0,000	m³/s
Disponibilidade Hídrica	0,725	m³/s
Demanda Irrigação	0,057	m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,000	m³/s
Demandas Totais	0,057	m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	8%	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	8%	
Saldo Hídrico	0,668	m³/s

AS 3

Vazão Incremental (Q90)	0,994	m³/s
Saldo Hídrico Montante	1,030	m³/s
Disponibilidade Hídrica	2,024	m³/s
Demanda Irrigação	1,336	m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,060	m³/s
Demandas Totais	1,396	m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	140%	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	69%	
Saldo Hídrico	0,628	m³/s

AS 1

Vazão Incremental (Q90)	0,432	m³/s
Saldo Hídrico Montante	0,000	m³/s
Disponibilidade Hídrica	0,432	m³/s
Demanda Irrigação	0,070	m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,000	m³/s
Demandas Totais	0,070	m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	16%	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	16%	
Saldo Hídrico	0,362	m³/s

MS 1	Alto Paranhana
MS 2	Baixo Paranhana
MS 3 + MS 4	Grande e Funil + Md Sinos – M.E.
BS 1 + BS 2	Sapiranga e C. Bom + Banhado Guri
BS 3 + BS 4	Novo Hamburgo + Palmeira
BS 5 + BS 6	São Leopoldo + Portão e E. Velha
BS 7 + BS 8 + BS 9	Sapucaia e Esteio + N Sta Rita + Canoas

MS 1		
Vazão Incremental (Q90)	2,294	m³/s
Saldo Hídrico Montante	0,000	m³/s
Disponibilidade Hídrica	2,294	m³/s
Demanda Irrigação	0,000	m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,251	m³/s
Demandas Totais	0,251	m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	11%	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	11%	
Saldo Hídrico	2,043	m³/s

BS 1 + BS 2		
Vazão Incremental (Q90)	1,100	m³/s
Saldo Hídrico Montante	8,046	m³/s
Disponibilidade Hídrica	9,145	m³/s
Demanda Irrigação	0,099	m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,500	m³/s
Demandas Totais	0,599	m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	55%	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	7%	
Saldo Hídrico	8,546	m³/s

Demanda Irrigação	0,037	m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	2,412	m³/s
Demandas Totais	2,449	m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	334%	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	26%	
Saldo Hídrico	6,830	m³/s

MS 2		
Vazão Incremental (Q90)	0,982	m³/s
Saldo Hídrico Montante	2,043	m³/s
Disponibilidade Hídrica	3,026	m³/s
Demanda Irrigação	0,000	m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,192	m³/s
Demandas Totais	0,192	m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	20%	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	6%	
Saldo Hídrico	2,834	m³/s

BS 5 + BS 6		
Vazão Incremental (Q90)	1,593	m³/s
Saldo Hídrico Montante	6,830	m³/s
Disponibilidade Hídrica	8,423	m³/s
Demanda Irrigação	0,000	m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	0,794	m³/s
Demandas Totais	0,794	m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	50%	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	9%	
Saldo Hídrico	7,629	m³/s

BS 7 + BS 8 + BS 9		
Vazão Incremental (Q90)	1,534	m³/s
Saldo Hídrico Montante	7,629	m³/s
Disponibilidade Hídrica	9,162	m³/s
Demanda Irrigação	0,000	m³/s
Demandas Outorgadas (sem Irrigação)	5,795	m³/s
Demandas Totais	5,795	m³/s
Balanço Hídrico Sub-Bacia (Dem / Disp)	378%	
Balanço Hídrico Acumulado (Dem / Disp)	63%	
Saldo Hídrico	3,367	m³/s

MS 3 + MS 4		
Vazão Incremental (Q90)	1,796	m³/s
Saldo Hídrico Montante	6,309	m³/s
Disponibilidade Hídrica	8,106	m³/s
	0,000	m³/s
ias (sem Irrigação)	0,060	m³/s
	0,060	m³/s
-Bacia (Dem / Disp)	3%	
mulado (Dem / Disp)	1%	
	8,046	m³/s

Conclusões e Recomendações

- Há agua suficiente para atender a demanda instalada na irrigação;
- 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.
- Articulação com representantes do setor irrigante para confrontar 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, específicas.

Conclusões e Recomendações

- As sub-bacias AS7 (Bx Rolante) e AS9 (A Sinos Bx), 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.
- Na sub-bacia AS3 (A Sinos Md), 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. Recomenda-se:
  - Incentivo a utilização de água armazenada para atender os usos já existentes;
  - Garantir que a maior parte das captações ocorram no rio dos Sinos e não em afluentes de pequeno porte;
  - Instalação de uma estação fluviométrica no rio dos Sinos, entre os dois segmentos de áreas irrigadas desta sub-bacia, de modo a garantir a entrega constante de 30% da Q90;
  - Níveis na régua podem deflagrar critérios de parada da irrigação no trecho de montante;
  - Usuários destes dois segmentos da AS3 devem ter 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.

Balanço Hídrico

da Bacia Hidrográfica do **Rio dos Sinos**

Sidnei Agra
Associação Arrozeiros SAP
jul/2015