



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

A análise individual de cada um dos trechos (análise caso-a-caso) em que se observam características de coincidência ou divergência entre as duas propostas de traçado permitiu a identificação das seguintes condições:

- CONDIÇÃO MAIS FREQUENTE:

Pouca diferença entre o levantamento topográfico (com faixa composta de várias triangulações) e a linha original proposta pela AUSM para o canal.

Decisão adotada para o traçado escolhido: MANTER TRAÇADO AUSM

As figuras 7 e 8 mostram exemplos dessa condição mais frequente.

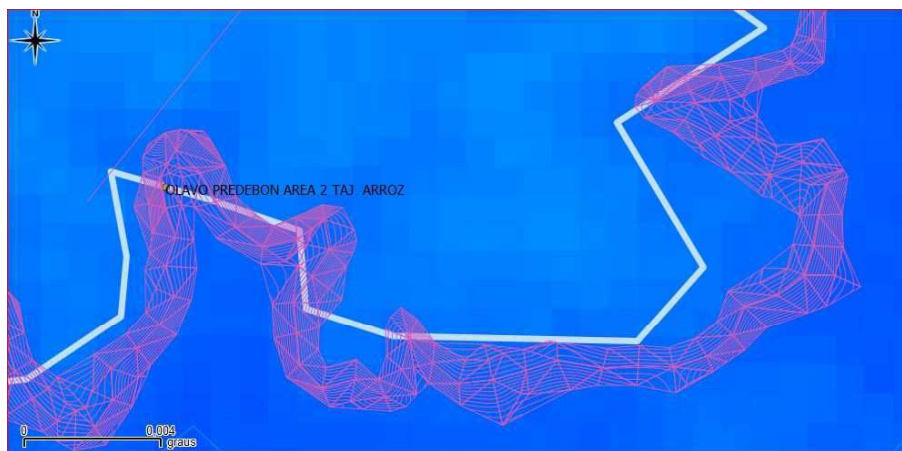


Figura 7: Sobreposição de levantamento topográfico com faixa composta de várias triangulações e a linha original proposta pela AUSM para o canal.

Decisão adotada para o traçado escolhido:
MANTER TRAÇADO AUSM



Figura 8: Detalhes do canal principal versus levantamento topográfico – Caso especial Tipo 3

Decisão adotada para o traçado escolhido:
MANTER TRAÇADO AUSM



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

- CASOS ESPECIAIS TIPO 1

Levantamento topográfico DIVERGE SIGNIFICATIVAMENTE da linha original proposta pela AUSM para o canal devido a condições locais. Traçado da topografia mostra-se mais adequado que a proposta da AUSM.

Decisão adotada para o traçado escolhido:

ADOTAR TRAÇADO TOPOGRAFIA

AJUSTAR/AGRUPAR TOMADAS D'ÁGUA

As figuras 9 a 12 mostram exemplos desse caso.

Na situação apresentada na figura 9, observa-se que o levantamento topográfico contorna a coxilha com valores entre 135 a 136 m. Já o canal principal proposto corta uma coxilha indo da cota 136 m até 156 m. Em se adotando a solução do levantamento topográfico tem-se três captações de um mesmo proprietário (YARA BENTO PEREIRA SUÑE) no canal principal que devem ser concentradas em um único ponto (cota 142 m na figura 9) com uma vazão total que atenda a demanda dos três pontos.



Figura 9: Detalhes do canal principal versus levantamento topográfico – Caso especial Tipo 1

Decisão adotada para o traçado escolhido:

ADOTAR TRAÇADO TOPOGRAFIA

AGRUPAR TOMADAS D'ÁGUA

As figuras 10, 11 e 12 mostram outras situações em que o traçado adotado no levantamento topográfico mostrou-se mais adequado que a proposta inicial da AUSM. Nesses casos, foi adotado o traçado da topografia, e as tomadas d'água foram deslocadas para seguirem o novo traçado.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL



Figura 10: Detalhes do canal principal versus levantamento topográfico – Caso especial Tipo 1.

Decisão adotada para o traçado escolhido:
ADOTAR TRAÇADO TOPOGRAFIA
AJUSTAR TOMADAS D'ÁGUA



Figura 11: Detalhes do canal principal versus levantamento topográfico – Caso especial Tipo 1.

Decisão adotada para o traçado escolhido:
ADOTAR TRAÇADO TOPOGRAFIA
AJUSTAR TOMADAS D'ÁGUA



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL



Figura 12: Detalhes do canal principal versus levantamento topográfico – Caso especial Tipo 1.

Decisão adotada para o traçado escolhido:
ADOTAR TRAÇADO TOPOGRAFIA
AJUSTAR TOMADAS D'ÁGUA

- CASOS ESPECIAIS TIPO 2

Levantamento topográfico DIVERGE SIGNIFICATIVAMENTE da linha original proposta pela AUSM para o canal devido a condições locais. Traçado da AUSM mostra-se mais adequado que a proposta do levantamento topográfico (ver figura 13).

Decisão adotada para o traçado escolhido:
MANTER TRAÇADO AUSM

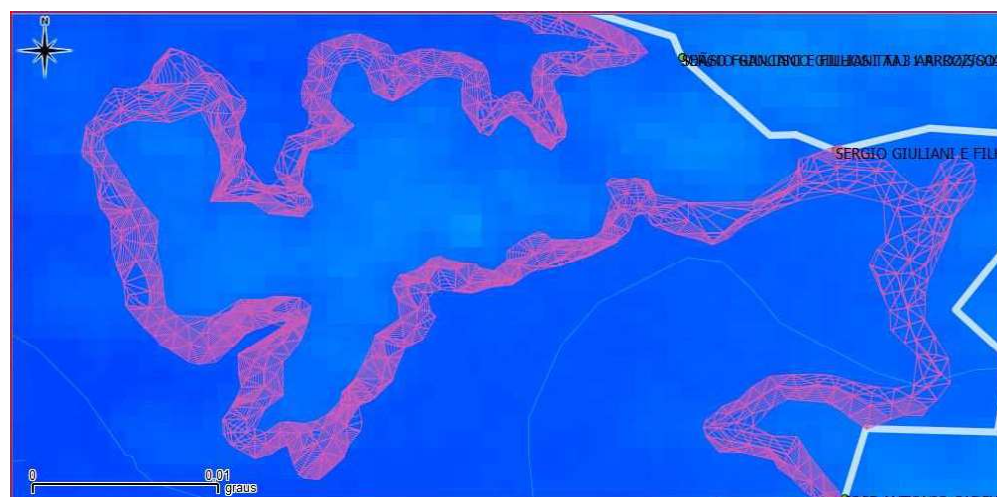


Figura 13: Detalhes do canal principal versus levantamento topográfico – Caso especial Tipo 2.

Decisão adotada para o traçado escolhido:
MANTER TRAÇADO AUSM



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

A partir dos resultados dessa análise caso-a-caso, foi proposto um traçado para o presente estudo, conforme indicado na figura 6. Este traçado deverá ser verificado/validado/revisado durante os estudos para execução do Projeto Executivo dos Canais.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

3.4 AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO DA DEMANDA HÍDRICA

A avaliação da disponibilidade hídrica e do atendimento às demandas foi efetuada de forma conjunta para a totalidade do sistema de irrigação Jaguari-Taquarembó.

A Figura 14 mostra uma representação esquemática do sistema, destacando os 5 pontos de interesse para simulação do atendimento às demandas.

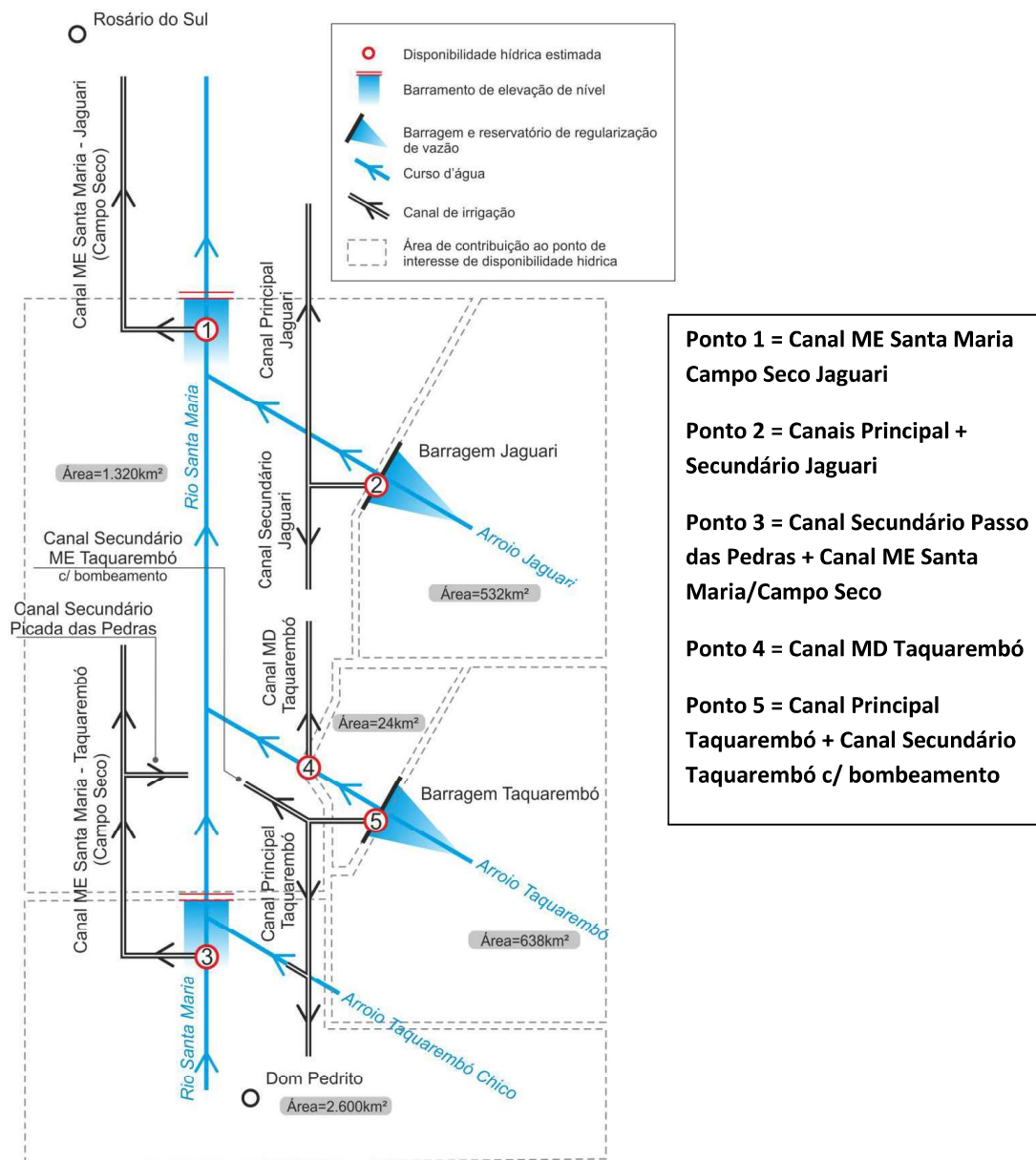


Figura 14 – Representação esquemática do sistema.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

3.4.1 Avaliação da disponibilidade hídrica - Dados Hidrológicos

Os dados hidrológicos utilizados no presente estudo foram obtidos da base de dados da Agência Nacional de Água (ANA) por meio do sistema Hidroweb. Foram encontrados para a região 3 postos fluviométricos conforme Tabela 2 e Figura 15.

Tabela 2 – Descrição dos postos fluviométricos na região do sistema Taquari-Taquarembó

Código	Nome	Rio	Município	Responsável	Operadora	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de Drenagem (km ²)
76251000	DOM PEDRITO	Rio Santa Maria	DOM PEDRITO	ANA	CPRM	-30:58:13	-54:41:36	130	2.110
85470000	PONTE SÃO GABRIEL	Rio Vacacaí	SÃO GABRIEL	ANA	CPRM	-30:21:35	-54:18:48	81,56	968,2
76260000	PASSO DO GUTERRES	Arroio Taquarembo	LAVRAS DO SUL	ANA	ANA	-30:50:40	-54:32:39	160	577,4

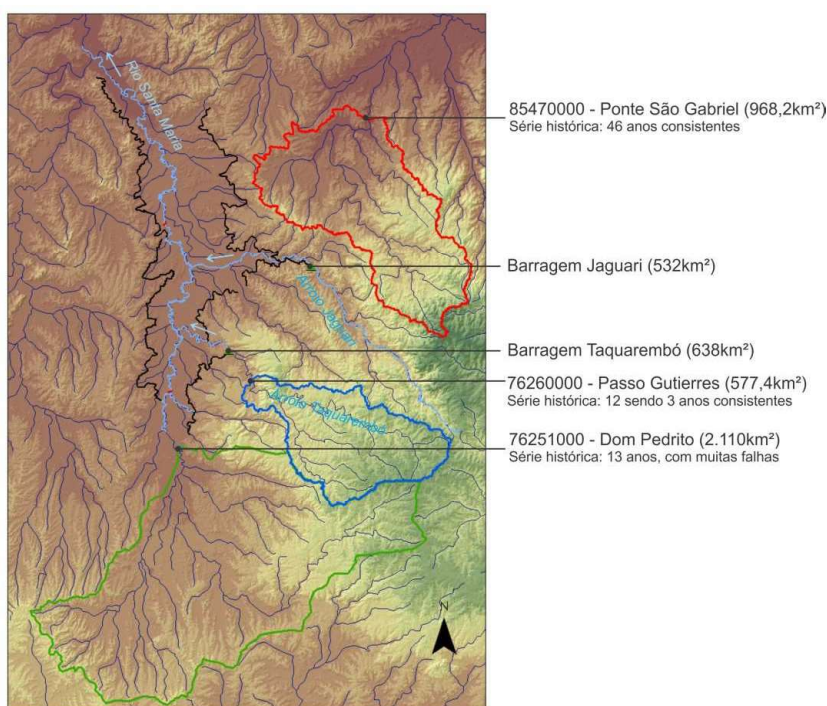


Figura 15 – Postos fluviométricos com dados disponíveis na região do sistema Jaguari-Taquarembó

O posto 85470000 – Ponte São Gabriel foi selecionado como o mais representativo para este estudo. Apesar de não pertencer à bacia do Rio Santa Maria, este posto está inserido na mesma região climática da área de estudo, além de ter área de contribuição semelhante com as áreas de contribuição aos 5 pontos de interesse em



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

conhecer a disponibilidade hídrica e o nível de atendimento à demanda, que variam entre 500 e 2.000 km².

Ao comparar as vazões mensais do posto selecionado com o posto mais representativo da vazão afluentes aos reservatórios Jaguari e Taquarembó, (posto 76260000 – Passo Gutierres), observa-se que existe uma boa correlação para o período com dados consistentes deste segundo posto (entre os 60 e 120 meses na Figura 16).

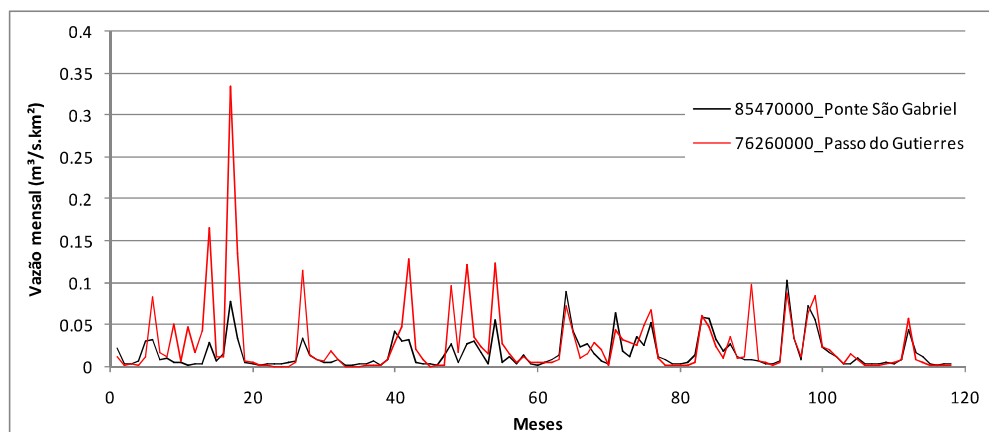


Figura 16 – Vazões mensais específicas nos postos Ponte São Gabriel e Passo Gutierres

O posto 85470000 – Ponte São Gabriel apresenta tendência crescente pouco significativa, sendo a série estacionária no período de observação (1967 a 2012).

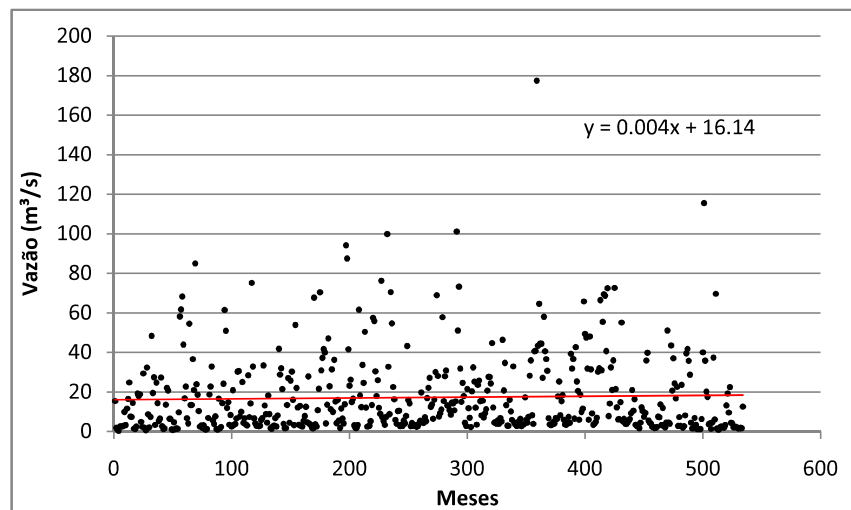


Figura 17 – Vazões mensais no posto 85470000 – Ponte São Gabriel



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

As evaporações mensais adotadas foram as medidas no posto 83980 – Bagé do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o período entre 2003 e 2012.

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
100,5mm	113,3mm	100,4mm	67,1mm	49,1mm	37,8mm	37,4mm	44,6mm	57,2mm	78,7mm	95,3mm	113,7mm

3.4.2 Avaliação da disponibilidade hídrica – Geração de séries sintéticas

Afim de conferir maior robustez estatística, optou-se por simular o sistema Jaguari-Taquarembó com séries de vazão sintéticas. A utilização de séries sintéticas permite simular o comportamento do sistema para diversas alternativas de regimes hidrológicos, já que a série observada é apenas uma das possíveis combinações seriadas de vazões.

O método de geração foi o de re-amostragem (Bootstrap), onde é realizado um sorteio com probabilidade de ocorrência igual para cada uma das vazões observadas e para cada mês. Deste modo obtêm-se séries com vazões e dispersões estatisticamente homogêneas à da série observada, porém permitindo a ocorrência de períodos críticos distintos, com secas e cheias mais severas que as observadas.

Assim, foram geradas 100 séries sintéticas com 50 anos cada, e a partir destas, foram realizadas as simulações de balanço de massa para a obtenção dos índices de desempenho do sistema de irrigação. A Figura 18 e a Tabela 3 mostram os valores de vazões mensais observadas e sintéticas:

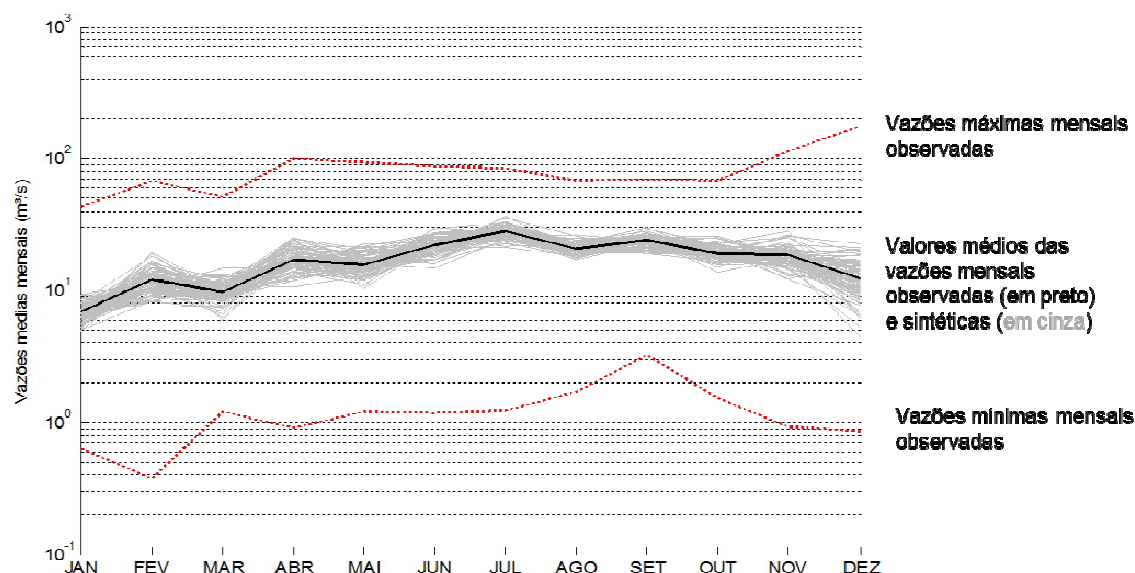


Figura 18 – Vazões médias mensais observadas e sintéticas para o posto Ponte São Gabriel



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 3 – Estatísticas das vazões médias mensais (m^3/s) observadas no posto Ponte São Gabriel

JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
6,96	12,15	9,72	17,27	15,81	22,33	28,07	20,71	24,18	19,29	18,52	12,34	Média
7,66	16,48	11,01	25,78	19,46	22,57	19,96	16,54	17,55	15,01	22,12	29,02	Desvio Padrão
1,101	1,356	1,133	1,493	1,231	1,011	0,711	0,799	0,726	0,778	1,194	2,352	CV
43,3	67,7	51,1	101,2	94,1	87,5	85,0	68,2	69,6	68,7	115,4	177,4	Máxima
0,627	0,380	1,209	0,909	1,200	1,193	1,225	1,703	3,230	1,519	0,924	0,856	Minima

A estimativa de vazões nos pontos de interesse foi efetuada através da relação de áreas, entre a área com dados disponíveis, utilizada para geração das séries sintéticas apresentadas na Figura 18, e as áreas dos pontos de estudo (indicadas na Figura 14).

Dessa forma, as 100 séries sintéticas com 50 anos cada foram utilizadas para gerar 100 séries de vazões (50 anos cada série) afluentes a cada um dos 5 pontos de interesse para as simulações dinâmicas do sistema apresentados na Figura 14.

3.4.3 Simulação dinâmica do sistema – Dados para simulação

A simulação do sistema Jaguari-Taquarembó foi realizada por balanço de massa mensal, onde os reservatórios realizam regularização da vazão e os atendimentos às demandas mensais nos 5 pontos de interesse (Figura 14).

A simulação inicia com os reservatórios cheios, ou seja, em suas cotas da crista do vertedor, assim os índices de atendimento à demanda não são contaminados pelo efeito do enchimento dos reservatórios.

Os dados adotados para simulação do sistema foram:

Vazões ecológicas:

Barragem Jaguari = $0,76m^3/s$

Barragem Taquarembó = $0,50m^3/s$

Nos demais pontos de tomada d'água adotou-se 5% da vazão média ($0,892L/s.km$)

Cotas e volumes:

Reservatório Jaguari – obtido do Memorial Descritivo (Revisão 3 – 15/10/2009) – item 4.6

Cota máxima = 153,6m

Cota mínima = 143,0m

Volume útil = $121,79hm^3$

Reservatório Taquarembó

Cota máxima = 157,0m - obtido do Memorial Descritivo (abril/2010) – Quadro 3.2

Cota mínima = 133,7m – obtido a partir de levantamento topográfico

Volume útil = $116,41hm^3$ (obtido pela curva cota-volume)



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

As demandas agrícolas para atender a proposta alternativa da AUSM, para cada ponto e cada mês são apresentadas na Tabela 4. Uma descrição detalhada da estimativa destas demandas é apresentada no item 3.6 (Dimensionamento dos canais).

Tabela 4 – Demandas por ponto de captação para atender proposta AUSM (m³/s) - Canais não-revestidos

	Pto 1	Pto 2	Pto 3	Pto 4	Pto 5
JAN	8,33	20,62	14,45	4,24	10,26
FEV	5,08	13,06	9,21	2,74	6,54
MAR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
ABR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
MAI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
JUN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
JUL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
AGO	0,21	0,26	0,14	0,02	0,38
SET	0,53	0,64	0,36	0,04	0,60
OUT	0,98	1,19	0,66	0,08	0,91
NOV	5,59	12,38	8,47	2,35	6,38
DEZ	9,72	21,95	15,08	4,23	11,08

3.4.4 Simulação dinâmica do sistema – Resultados das simulações

Para fins de avaliação da disponibilidade hídrica, a ordem de prioridades de atendimento com o volume útil nas simulações dinâmicas foram:

Barragem Jaguari:

1º Vazão ecológica no arroio Jaguari

2º Canal Principal + Secundário (Ponto 2)

3º Canal ME do Rio Santa Maria – Campo Seco (Ponto 1)

Barragem Taquarembó:

1º Vazão ecológica no arroio Taquarembó

2º Canal Principal Taquarembó + Canal MD Taquarembó + Canal Secundário ME Taquarembó c/ bombeamento (Pontos 4 e 5)

3º Canal ME do Rio Santa Maria (Ponto 3)

Essa priorização permitiu verificar o comportamento do sistema, no que se refere à disponibilidade hídrica, sob diferentes combinações de condições:

- sem os canais da ME do Rio Santa Maria (nesse caso, seria necessário buscar outras fontes para suprimento da ME) ou sistema completo;
- plantio normal ou antecipado;
- canal com ou sem revestimento.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

A análise dos resultados das diferentes combinações permite indicar opções de gestão apropriadas para garantir atendimento às demandas, bem como verificar a necessidade de obras complementares.

A tabela 5 mostra o nível médio de atendimento às demandas mensais para as simulações do total de 100 séries com 50 anos de dados cada (Cenário Original: Sistema completo, Plantio Normal, Canais sem revestimento). O nível médio de atendimento significa que a demanda em cada ponto em média será atendida com o percentual indicado para cada mês.

Tabela 5 – Resultado das simulações
Níveis de atendimento da demanda(% médio de atendimento nas séries simuladas)
(demandas p/atender proposta da AUSM)

	Canais ME?	Plantio Antecipado?	Canal Revestido?
SIM	X		
NÃO		X	X

Mês	Captação1	Captação2	Captação3	Captação4	Captação5
Jan	67,1%	61,3%	83,1%	92,9%	92,9%
Fev	84,5%	80,6%	85,2%	77,7%	77,7%
Mar	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Abr	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Mai	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Jun	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Jul	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Ago	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Set	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Out	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Nov	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Dez	97,3%	99,6%	99,9%	100,0%	100,0%

Os resultados das simulações indicam vulnerabilidades importantes para abastecimento dos Canais da ME do Santa Maria – Jaguari (Valores destacados em vermelho e em amarelo para a captação 1) e também para os Canais Jaguari Principal + Secundário (Valores destacados em vermelho e em amarelo para a captação 2), no período janeiro-fevereiro com sistemas de plena demanda. Os Canais do Sistema Taquarembó também apresentam vulnerabilidades (valores destacadas em amarelo para as captações 3, 4 e 5).

Conclui-se, portanto, haver necessidade de avaliar cenários alternativos, buscando maior garantia de atendimento às demandas, incluindo:

- avaliar o efeito de redução da vazão ecológica;
- reservação adicional, para garantir suprimento de demandas não atendidas;



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

- avaliar a possibilidade de antecipar o calendário agrícola, buscando redução nas demandas;
- verificar efeitos de revestimento dos canais na redução das perdas.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

3.5 CENÁRIOS ALTERNATIVOS PROPOSTOS

As seguintes alternativas são avaliadas:

- Redução da vazão ecológica;
- Reservação adicional;
- Alternativa com plantio antecipado;
- Alternativa com e sem revestimento de argila para redução de perdas.

3.5.1 Alternativa: redução da vazão ecológica

Para avaliar o efeito da vazão ecológica, o sistema foi simulado com valor de vazão ecológica reduzido. Para tanto, as simulações foram efetuadas considerando a vazão ecológica igual ao menor valor observado nas séries históricas de vazão afluente aos reservatórios:

$$Q_{eco} = 0,26 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Os resultados das simulações da alternativa de redução da vazão ecológica são apresentados na tabela 6.

Tabela 6 – Resultado das simulações
ALTERNATIVA DE REDUÇÃO DA VAZÃO ECOLÓGICA
Níveis de atendimento da demanda (% médio de atendimento nas séries simuladas)

Mês	Captção1	Captção2	Captção3	Captção4	Captção5
Jan	69,4%	65,8%	84,6%	93,8%	93,8%
Fev	87,5%	82,5%	86,8%	79,7%	79,7%
Mar	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Abr	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Mai	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Jun	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Jul	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Ago	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Set	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Out	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Nov	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Dez	98,7%	99,8%	99,9%	100,0%	100,0%

Observam-se alterações mínimas nos níveis de atendimento, em relação às simulações do sistema pleno, com as vazões ecológicas dos projetos básicos.

Esses resultados mostram que a influência da vazão ecológica nos resultados das simulações é muito pequena, o que pode ser explicado pela pequena magnitude dos valores de vazão ecológica em comparação com as demandas mensais.

3.5.2 Reservação adicional

Foi avaliada a possibilidade das barragens do Jaguari e Taquarembó atenderem as demandas do sistema na MD do rio Santa Maria, buscando-se outras alternativas de reservação adicional para atendimento da MD do rio Santa Maria. Para tanto, o



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

sistema foi simulado sem os canais da ME do rio Santa Maria. Os resultados das simulações são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultado das simulações
Níveis de atendimento da demanda(% médio de atendimento nas séries simuladas)
(Sem atender canais da ME do rio Santa Maria)

		Canais ME?	Plantio Antecipado?	Canal Revestido?	
	SIM				
	NÃO	X	X	X	
Mês	Captação1	Captação2	Captação3	Captação4	Captação5
Jan	-	87,9%	-	100,0%	100,0%
Fev	-	84,3%	-	99,9%	99,9%
Mar	-	100,0%	-	100,0%	100,0%
Abr	-	100,0%	-	100,0%	100,0%
Mai	-	100,0%	-	100,0%	100,0%
Jun	-	100,0%	-	100,0%	100,0%
Jul	-	100,0%	-	100,0%	100,0%
Ago	-	100,0%	-	100,0%	100,0%
Set	-	100,0%	-	100,0%	100,0%
Out	-	100,0%	-	100,0%	100,0%
Nov	-	100,0%	-	100,0%	100,0%
Dez	-	99,8%	-	100,0%	100,0%

Os resultados das simulações indicam que o sistema Jaguari-Taquarembó tem condições de atender as demandas dos canais do Taquarembó na MD do rio Santa Maria, com mais de 99% de garantia. Porém, observam-se vulnerabilidades nos canais do Jaguari na MD do rio Santa Maria, nos meses de janeiro e fevereiro.

Esses resultados indicam que uma reservação adicional deveria atender as demandas da ME do Santa Maria, para os canais do Jaguari e Taquarembó e também ajudar a cobrir os déficits dos canais do Jaguari na MD do rio Santa Maria.

Como alternativas para fornecimento de água para os Canais ME Santa Maria (Campo Seco), foram listadas as seguintes barragens:

- barragem do Arroio Taquarembó-Chico;
- barragem do Arroio Santo Antônio;
- barragem do Arroio Ivaró;
- barragem do Arroio do Salso;
- barragens do Arroio Santa Maria Chico.

Dessa forma, priorizam-se as obras do Canal Principal e do Canal Secundário, que serão abastecidos pela Barragem do Jaguari, enquanto que o Canal ME Santa Maria - Jaguari (Campo Seco) ficaria contingenciado à execução das obras dos barramentos adicionais.

A localização das barragens propostas é apresentada na Figura 19.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

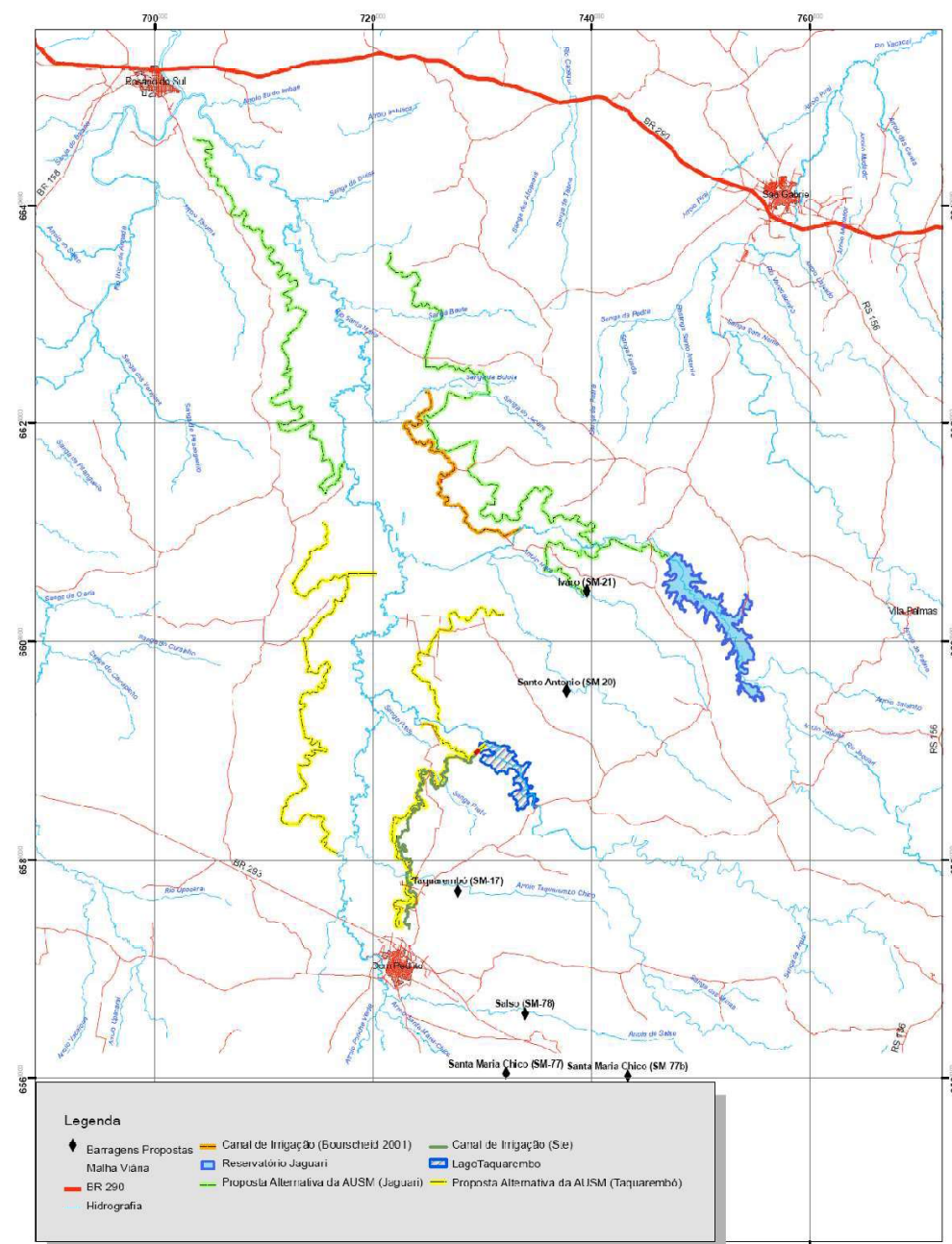


FIGURA 19 – LOCALIZAÇÃO DAS BARRAGENS PROPOSTAS



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Dentre essas barragens, a mais opção mais indicada é a de reservação complementar pelo Taquarembó-Chico, que garantiria 50 hm³ de reservação adicional. Assim, teríamos: atendimento da MD do rio Sta Maria pelas barragens existentes e ME do rio Sta Maria pela sobra de vazão do Taquarembó + Taquarembó-chico.

3.5.3 Alternativa: plantio antecipado

Na definição da vazão de projeto para os canais, foram consideradas as áreas propostas pela AUSM e as recomendações das portarias do Ministério da Agricultura a respeito das culturas do arroz, do milho e da soja, adotando-se, inicialmente, um período médio de semeadura como sendo um cenário “normal” (simulações do item 3.4). Esse calendário agrícola resultou em uma vazão elevada, que, em comparação com a capacidade do reservatório e a contribuição hídrica estimada para a bacia correspondente, gerou um elevado número de falhas de atendimento. A alternativa aqui proposta foi alterar a data de semeadura das culturas de soja e arroz para o início do período estabelecido pelas portarias, denominando esse cenário de “antecipação de plantio”, buscando vazões menores para a irrigação e elevação da garantia de atendimento.

O sistema foi simulado com plantio antecipado para as culturas de arroz e soja, em todas propriedades. A Tabela 8 mostra os valores de demandada alternativa de plantio antecipado.

Tabela 8: DEMANDAS PLANTIO **ANTECIPADO** CANAIS **NÃO REVESTIDOS** (m³/s)

	Pto 1	Pto 2	Pto 3	Pto 4	Pto 5
JAN	1,73	2,11	1,16	0,14	1,44
FEV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
MAR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
ABR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
MAI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
JUN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
JUL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
AGO	0,21	0,26	0,14	0,02	0,38
SET	2,13	5,82	4,15	1,27	3,02
OUT	5,32	12,20	8,41	2,38	6,25
NOV	7,04	15,04	10,20	2,77	7,74
DEZ	6,49	14,34	9,80	2,71	7,35

Com adoção de plantio antecipado observa-se uma redução de aproximadamente 30% nas demandas máximas, em comparação com o plantio tradicional.

Os resultados das simulações da alternativa de plantio antecipado são apresentados na Tabela 9.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 9 – Resultado das simulações
ALTERNATIVA DE PLANTIO ANTECIPADO
Níveis de atendimento da demanda (% médio de atendimento nas séries simuladas)

	Canais ME?	Plantio Antecipado?	Canal Revestido?
SIM	X	X	
NÃO			X

Mês	Captação1	Captação2	Captação3	Captação4	Captação5
Jan	99,6%	96,5%	99,9%	99,9%	99,9%
Fev	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Mar	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Abr	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Mai	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Jun	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Jul	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Ago	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Set	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Out	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Nov	99,8%	99,9%	100,0%	100,0%	100,0%
Dez	95,3%	97,8%	99,9%	100,0%	100,0%

Os resultados das simulações indicam que a adoção de plantio antecipado pode permitir suprimento das demandas com mais de 95% de garantia de atendimento.

Esses resultados corroboram uma prática que já é usual na região, uma vez que o plantio antecipado já é prática corriqueira em muitas propriedades, em função dos níveis de água disponíveis no início da temporada de plantio.

Destaque-se, porém, que a simulação foi efetuada com adoção de plantio antecipado em 100% das propriedades, simultaneamente. Essa foi uma consideração adotada para simulação, e verificação do impacto dessa modificação. Como os meses mais críticos no cenário “plantio normal” eram janeiro e fevereiro, ao antecipar o plantio conseguimos fazer irrigação em situações de maior oferta de água. As simulações indicaram que essa antecipação seria suficiente para resolver o problema da falta de água, mostrando a importância de um gerenciamento adequado dos recursos hídricos.

Deve-se observar que esses resultados NÃO constituem uma sugestão de operação, mas sim uma verificação da capacidade do sistema de atender as demandas sob diferentes cenários. Resultados distintos seriam obtidos se outros percentuais de adoção da prática fossem testados. Mesmo assim, os resultados obtidos já demonstram que níveis altos de garantia de atendimento das demandas podem ser obtidos a partir de técnicas de manejo adequadas.

No entanto, esse valor de vazão encontrado é apenas um referencial para o projeto hidráulico das estruturas. Não há uma proposta mais importante do que a outra, e nem há garantia de que as datas propostas possam ser observadas todos os anos, pois a semeadura depende das condições climáticas. A real garantia de atendimento das necessidades dos produtores é totalmente dependente da gestão do sistema, que poderá, em muitos anos, ampliar consideravelmente a área em exploração com um



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

escalonamento da sementeira e, portanto, da irrigação; em outros anos, poderá haver um atraso na sementeira e uma concentração considerável da mesma por dificuldades no estabelecimento das culturas. Nessa situação, a gestão do sistema terá que compatibilizar as demandas com a oferta hídrica e com a capacidade do sistema de condução.

Deve-se, ainda, destacar que não há suporte institucional para a aplicação de outras datas de sementeira anteriores ao estabelecido nas portarias do Ministério da Agricultura, pois são elas que garantem o pagamento de seguro no caso de danos climáticos.

3.5.4 Alternativa: redução de perdas por revestimento com material argiloso

A redução de perdas por infiltração pode ser obtida a partir do revestimento do canal.

A colocação de uma camada de argila compactada no fundo e nas paredes pode garantir:

- Com 7,5 cm – redução de 73% de perdas por infiltração
- Com 15 cm – redução de 87% de perdas por infiltração

A colocação de placas de concreto pode garantir redução de 97% das perdas por infiltração.

A Tabela 10 mostra as demandas para a opção de revestimento com camada de 15 cm de argila compactada, e a Tabela 11 apresenta os resultados das simulações para esta alternativa.

Tabela 10: DEMANDAS PLANTIO NORMAL CANAIS REVESTIDOS (m³/s)

	Pto 1	Pto 2	Pto 3	Pto 4	Pto 5
JAN	7,01	17,35	12,15	3,56	8,63
FEV	4,28	10,98	7,75	2,31	5,50
MAR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
ABR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
MAI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
JUN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
JUL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
AGO	0,18	0,22	0,12	0,01	0,32
SET	0,45	0,54	0,30	0,04	0,51
OUT	0,82	1,00	0,55	0,07	0,77
NOV	4,70	10,41	7,12	1,97	5,36
DEZ	8,17	18,46	12,68	3,55	9,32

Observa-se uma redução de 15% nas demandas com canais revestidos, em comparação com o plantio tradicional.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 11 – Resultado das simulações
ALTERNATIVA DE REVESTIMENTO DE CANAL
Níveis de atendimento da demanda (% médio de atendimento nas séries simuladas)

	Canais ME?	Plantio Antecipado?	Canal Revestido?
SIM	X		X
NÃO		X	

Mês	Captação1	Captação2	Captação3	Captação4	Captação5
Jan	76,8%	84,8%	96,8%	99,5%	99,5%
Fev	88,2%	79,6%	93,1%	92,1%	92,1%
Mar	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Abr	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Mai	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Jun	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Jul	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Ago	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Set	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Out	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Nov	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Dez	99,6%	99,9%	100,0%	100,0%	100,0%

Os resultados das simulações com revestimento dos canais apontam vulnerabilidades para abastecimento dos Canais Jaguari Principal + Secundário, no período janeiro-fevereiro.

Deve-se destacar que esta alternativa pode ser importante no Taquarembó, devido ao tipo de formação geológica. Por este motivo, a alternativa de revestimento de canal é testada em combinação com o plantio antecipado. A tabela 12 mostra os valores de demandas mensais para esta combinação, e a tabela 13 apresenta os níveis de atendimento das demandas obtidos nas simulações dinâmicas do sistema Jaguari-Taquarembó.

Tabela 12: DEMANDAS CANAIS REVESTIDOS + PLANTIO ANTECIPADO (m³/s)

	Pto 1	Pto 2	Pto 3	Pto 4	Pto 5
JAN	1,46	1,77	0,98	0,12	1,21
FEV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
MAR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
ABR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
MAI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
JUN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
JUL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
AGO	0,18	0,22	0,12	0,01	0,32
SET	1,79	4,89	3,49	1,07	2,54
OUT	4,47	10,26	7,08	2,00	5,25
NOV	5,92	12,65	8,57	2,33	6,51
DEZ	5,46	12,06	8,24	2,28	6,18



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 13 – Resultado das simulações
ALTERNATIVA DE REVESTIMENTO DE CANAL + PLANTIO ANTECIPADO
Níveis de atendimento da demanda (% médio de atendimento nas séries simuladas)

	Canais ME?	Plantio Antecipado?	Canal Revestido?		
SIM	X	X	X		
NÃO					
Mês	Captação1	Captação2	Captação3	Captação4	Captação5
Jan	99,9%	99,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Fev	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Mar	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Abr	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Mai	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Jun	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Jul	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Ago	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Set	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Out	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Nov	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Dez	99,4%	99,7%	100,0%	100,0%	100,0%

Os resultados das simulações indicam que o sistema com alternativa de revestimento de canal em combinação com o plantio antecipado atende as demandas com mais de 99% de garantia.

3.5.5 Quadro resumo dos cenários simulados

A Tabela 14 apresenta um resumo das simulações, incluindo as máximas demandas e os níveis de atendimento mínimos para cada cenário.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 14 – resumo dos resultados das simulações – Sistema Taquarembó
(Q tomada d'água = 13,66 m³/s)

Características da simulação	Máxima demanda (m ³ /s)	Menor nível de atendimento	Observações
Cenário Original: Sistema completo Plantio Normal Canais sem revestimento	- Canais na MD do rio Santa Maria: 15,31 m³/s (+ Qeco =0,50m³/s) - Canais na ME do rio Santa Maria: 15,08 m³/s (+Qeco =0,50m³/s) Q TOTAL: 31,39 m³/s	- Canais na MD do rio Santa Maria: 77,7% - Canais na ME do rio Santa Maria: 83,1%	necessidade de alterações na tomada d'água, ou de construção de tomada d'água complementar. Níveis de atendimento insuficientes
Sistema completo Plantio Normal Canais sem revestimento Redução da Q ecológica	- Canais na MD do rio Santa Maria: 15,31 m³/s (+ Qeco =0,26m³/s) - Canais na ME do rio Santa Maria: 15,08 m³/s (+Qeco =0,26m³/s) Q TOTAL: 30,91 m³/s	- Canais na MD do rio Santa Maria: 79,7% - Canais na ME do rio Santa Maria: 84,6%	Necessidade de alterações na tomada d'água, ou de construção de tomada d'água complementar Níveis de atendimento insuficientes
Sem canais ME Sta. Maria Plantio Normal Canais sem revestimento	- Canais na MD do rio Santa Maria: 15,31 m³/s (+ Qeco =0,50m³/s) - Canais na ME do rio Santa Maria: Atendidos por reservação adicional Q TOTAL: 15,81 m³/s	- Canais na MD do rio Santa Maria: 99,9% - Canais na ME do rio Santa Maria: Atendido por reservação adicional	Necessidade de reservação adicional para atender canais na ME do rio Santa Maria Necessidade (pouca) de alterações na tomada d'água Garante atendimento adequado para canais na MD do rio Santa Maria
Sistema completo Plantio Antecipado Canais sem revestimento	- Canais na MD do rio Santa Maria: 10,51 m³/s (+ Qeco =0,50m³/s) - Canais na ME do rio Santa Maria: 10,20 m³/s (+Qeco =0,50m³/s) Q TOTAL: 21,71 m³/s	- Canais na MD do rio Santa Maria: 99,9 % - Canais na ME do rio Santa Maria: 99,9 %	Necessidade de alterações na tomada d'água, ou de construção de tomada d'água complementar Garante atendimento adequado das vazões sem reservação adicional.
Sistema completo Plantio Normal Canais revestidos c/ argila	- Canais na MD do rio Santa Maria: 12,87 m³/s (+ Qeco =0,50m³/s) - Canais na ME do rio Santa Maria: 12,68 m³/s (+Qeco =0,50m³/s) Q TOTAL: 26,52 m³/s	- Canais na MD do rio Santa Maria: 92,1 % - Canais na ME do rio Santa Maria: 93,1 %	Necessidade de alterações na tomada d'água, ou de construção de tomada d'água complementar Garante atendimento adequado das vazões sem reservação adicional.
Sistema completo Plantio Antecipado Canais revestidos c/ argila	- Canais na MD do rio Santa Maria: 8,84 m³/s (+ Qeco =0,50m³/s) - Canais na ME do rio Santa Maria: 8,57 m³/s (+Qeco =0,50m³/s) Q TOTAL: 18,41 m³/s	- Canais na MD do rio Santa Maria: 100 % - Canais na ME do rio Santa Maria: 100 %	Necessidade de alterações na tomada d'água, ou de construção de tomada d'água complementar Garante atendimento total das vazões sem reservação adicional.



25220000011090

Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Conforme descrito no item 2, a vazão de dimensionamento da tomada de água proposta no Projeto Básico é de 13,66 m³/s (9,91 m³/s lançados em canal gravitário, através de estruturas de adução localizadas no reservatório da barragem e canal de distribuição, e 3,75 m³/s lançados diretamente no arroio Taquarembó, através de canal de fuga). Comparando essa vazão com as máximas demandas simuladas, os resultados das simulações indicam que, para obtenção de níveis de atendimentos adequados das demandas com as estruturas propostas no Projeto Básico, há necessidade de reservação adicional e/ou de alteração do projeto da tomada de água principal (situada na lateral oeste da barragem e que ainda não foi construída), para todos cenários propostos. Apresenta níveis de atendimento insuficiente apenas para as simulações de plena demanda do cenário original (com Sistema completo, Plantio Normal e Canais sem revestimento), ou no cenário alternativo de redução da vazão ecológica; em todos os demais cenários alternativos (reservação adicional, plantio antecipado ou revestimento de canais), as simulações indicam níveis adequados de atendimento. Esses resultados mostram que, além da construção das estruturas de fornecimento e condução da água, um gerenciamento adequado dos recursos hídricos é fundamental para garantir o bom funcionamento do sistema.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

3.6 DIMENSIONAMENTO DOS CANAIS

O dimensionamento dos canais dos sistemas Taquarembó e Jaguari baseou-se nas vazões necessárias para atender as demandas dos planos de cultivo de cada um dos agricultores cadastrados pela AUSM, nas condições propostas de plantio normal.

Para cada cultura de forma isolada, ou conjunto de culturas, fez-se a avaliação das necessidades hídricas a partir da evapotranspiração, estimada com o uso da equação de Thornthwaite, e da precipitação efetiva, estimada pela equação de Blanney-Criddle. Os dados utilizados foram da estação localizada na estância Guatambu, em Dom Pedrito, dentro da área de influência dos sistemas. Apesar da pequena série, essa estação foi utilizada pela sua localização privilegiada, pela atualidade da série e por apresentar dados relativos a três períodos de estiagem recente, 2005/06, 2010/11 e 2011/12. A tabela 15 apresenta os consumos de água para as principais culturas do sistema Jaguari/Taquarembó

Tabela 15 - Consumo de água para as principais culturas em m ³ /hectare				
Safr	Cultura			
	milho	soja	arroz	fruticultura
04/05	439,87	2.928,03	8.372,96	3.746,47
05/06	3.832,91	4.286,83	11.038,09	7.902,78
07/08	731,83	3.147,24	9.176,81	7.700,96
08/09	3.950,69	4.908,57	11.951,30	10.523,21
09/10	3.936,71	4.794,06	11.706,33	10.718,59
10/11	4.009,40	5.067,44	12.299,81	10.889,84
11/12	4.117,39	4.988,33	12.225,75	10.840,16
Média	3.002,69	4.302,93	10.967,29	8.903,15
Máxima	4.117,39	5.067,44	12.299,81	10.889,84
Mínimo	439,87	2.928,03	8.372,96	3.746,47

Da série de valores de necessidade hídrica calculados para cada cultura e cada mês, foram selecionados os estimados para 90% de permanência, considerados aqueles que foram superados em 90% do tempo pelo valor adotado. Os valores líquidos considerados são apresentados na tabela 16, a seguir:



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 16 - Lâminas líquidas (mm) necessárias para atender as necessidades das culturas

	milho	soja	arroz	fruticultura
Janeiro	-	109,84	190,38	131,80
Fevereiro	-	53,36	118,59	106,73
Março	-	-	-	92,45
Abril	-	-	-	60,79
Maio	-	-	-	45,04
Junho	-	-	-	27,85
Julho	-	-	-	29,61
Agosto	19,48	-	-	43,84
Setembro	53,89	-	-	57,06
Outubro	88,75	-	-	69,45
Novembro	100,64	83,87	128,60	100,64
Dezembro	76,38	140,03	190,95	114,57
TOTAL	339,14	387,10	628,52	879,84

As necessidades líquidas foram transformadas em necessidades brutas pela divisão da eficiência dos métodos utilizados, considerando-se 50% para o método de inundação e 75% para o de aspersão. As lâminas brutas necessárias para atendimento das necessidades hídricas das culturas são apresentadas na tabela 17.

Tabela 17 - Lâminas brutas (mm) para atendimento das necessidades hídricas das culturas

	milho	soja	arroz	fruticultura
Janeiro	-	146,45	380,77	175,74
Fevereiro	-	71,15	237,18	142,31
Março	-	-	-	123,27
Abril	-	-	-	81,05
Maio	-	-	-	60,06
Junho	-	-	-	37,13
Julho	-	-	-	39,49
Agosto	25,98	-	-	58,45
Setembro	71,85	-	-	76,08
Outubro	118,33	-	-	92,60
Novembro	134,19	111,82	257,19	134,19
Dezembro	101,84	186,71	381,90	152,76

Por fim, fez-se o cálculo de vazão para um período de 20 horas por dia, considerando-se a necessidade de bombeamento em alguns canais dos sistemas. Da análise dos resultados, apresentados na tabela 18, o mês de dezembro foi selecionado para o dimensionamento do canal e demais estruturas.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 18 - Vazões específicas (l.s ⁻¹ .ha ⁻¹) para as principais culturas				
	milho	soja	arroz	fruticultura
Janeiro	-	0,66	1,71	0,79
Fevereiro	-	0,32	1,06	0,64
Março	-	-	-	0,55
Abril	-	-	-	0,36
Mai	-	-	-	0,27
Junho	-	-	-	0,17
Julho	-	-	-	0,18
Agosto	0,12	-	-	0,26
Setembro	0,32	-	-	0,34
Outubro	0,53	-	-	0,41
Novembro	0,60	0,50	1,15	0,60
Dezembro	0,46	0,84	1,71	0,68

A partir das declarações dos produtores para arranjos entre culturas, fez-se a estimativa de uma vazão específica que representasse a necessidade média entre as culturas. Para a pastagem, por não conhecer-se qual seria a espécie específica ou qual o tipo de manejo, considerou-se o mesmo valor encontrado para a fruticultura. Os resultados destas estimativas são apresentados na tabela 19.

Tabela 19 - Vazões específicas para dimensionamento dos canais (l.s⁻¹.ha⁻¹)

Arroz	1,71
Arroz / Soja	1,27
Arroz / Soja / Pastagem	1,08
Fruticultura	0,68
Milho	0,46
Pastagem	0,68
Soja	0,84
Soja / Milho	0,65
Soja / Milho / Pastagem	0,66
Soja / Pastagem	0,76

Com base nos valores apresentados na tabela 19, e considerando-se a posição de cada produtor ao longo do traçado dos canais, fez-se a determinação da vazão necessária para atendimento das demandas. A vazão assim calculada foi utilizada para definir os elementos hidráulicos característicos, considerando-se a ocorrência de um escoamento uniforme para trechos de canal. Em função destes resultados, estabeleceu-se que cada canal terá entre três e seis seções tipo, possibilitando um manejo mais flexível da água ao longo do mesmo. Sugere-se que a AUSM e a SOP promovam um evento de confirmação das intenções de plantio para subsidiar a elaboração do projeto executivo.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

A base menor dos canais foi definida a partir de um valor de 4m, entendido como suficiente para o trânsito de maquinário para realizar a limpeza dos canais de maior largura superior. Esse valor foi reduzido sempre que a relação altura de água/base ficava inferior a 0,5. A inclinação dos taludes foi fixada em 2h:1v, coerente com solos siltsos. Esse valor deve ser revisto pelo projeto executivo a partir dos dados geotécnicos obtidos na sondagem. O coeficiente de rugosidade da equação de Manning foi fixado em 0,0225, concordante com canais em terra não revestidos e em condições regulares. São propostas bermas laterais com 4,0 m e 2,0 m de largura, para permitir a passagem de máquinas e operadores do sistema de canais. As inclinações das bermas são de 1 V:1 H.

A partir da determinação do perímetro molhado e dos comprimentos de cada seção tipo de canal, foram estimadas as perdas de água em cada canal, adotando-se um valor referencial de $0,25 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$, sendo essa referência concordante com canais em aterro em solo siltsoso.

A realização de sondagens geotécnicas permitirá validar esse referencial ou sugerir sua alteração. Devido à expressividade das perdas, da ordem de 17% da vazão, fez-se a análise da validade de incluir um revestimento dos canais com argila compactada, a qual, segundo a bibliografia consultada, permitirá uma redução de até 87% das perdas estimadas sem revestimento.

Com os valores das perdas, foram definidas as vazões iniciais de cada trecho de canal, de forma a atender às demandas localizadas nesses trechos e as perdas estimadas.

A Figura 20 mostra os trechos de cada seção tipo para os canais do sistema Taquarembó.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 20.a - Seções transversais tipo - Canal Principal do Taquarembó – sem revestimento de argila

Seção Tipo	Vazões necessárias (m³/s)	Extensão			Vazão inicial (m³/s)	b (m)	h (m)	B (m)	PM (m)	Área (m²)	RH (m)	I (m/m)	V (m/s)	Q real (m³/s)
		De (m)	Até (m)	Trecho (km)										
CP-1	23,50	0	9365,632	9,4	25,200	4,00	3,41	17,64	19,25	36,90	1,92	0,0001	0,69	25,30
CP-2	19,72	9365,632	11089,74	1,7	20,796	4,00	3,12	16,48	17,95	31,95	1,78	0,0001	0,65	20,85
CP-3	18,35	11089,74	20807,56	9,7	19,316	4,00	3,02	16,08	17,51	30,32	1,73	0,0001	0,64	19,44
CP-4	16,74	20807,56	26498,48	5,7	17,209	4,00	2,86	15,44	16,79	27,80	1,66	0,0001	0,62	17,29
CP-5	2,75	26498,48	32415,86	5,9	2,985	3,00	1,34	8,36	8,99	7,61	0,85	0,0001	0,40	3,03
CP-6	1,70	32415,86	37033,75	4,6	1,778	3,00	1,03	7,12	7,61	5,21	0,69	0,0001	0,35	1,80

Tabela 20.b - Seções transversais tipo - Canal Principal do Taquarembó – com revestimento de camada compactada de 15 cm de argila

Seção Tipo	Vazões necessárias (m³/s)	Extensão			Vazão inicial (m³/s)	b (m)	h (m)	B (m)	PM (m)	Área (m²)	RH (m)	I (m/m)	V (m/s)	Q real (m³/s)
		De (m)	Até (m)	Trecho (km)										
CP-1	23,50	0	9365,632	9,4	23,800	4,00	3,32	17,28	18,85	35,32	1,87	0,0001	0,68	23,87
CP-2	19,72	9365,632	11089,74	1,7	19,943	4,00	3,06	16,24	17,68	30,97	1,75	0,0001	0,65	20,00
CP-3	18,35	11089,74	20807,56	9,7	18,552	4,00	2,96	15,84	17,24	29,36	1,70	0,0001	0,63	18,61
CP-4	16,74	20807,56	26498,48	5,7	16,879	4,00	2,83	15,32	16,66	27,34	1,64	0,0001	0,62	16,91
CP-5	2,75	26498,48	32415,86	5,9	2,860	3,00	1,31	8,24	8,86	7,36	0,83	0,0001	0,39	2,89
CP-6	1,70	32415,86	37033,75	4,6	1,790	3,00	1,03	7,12	7,61	5,21	0,69	0,0001	0,35	1,80

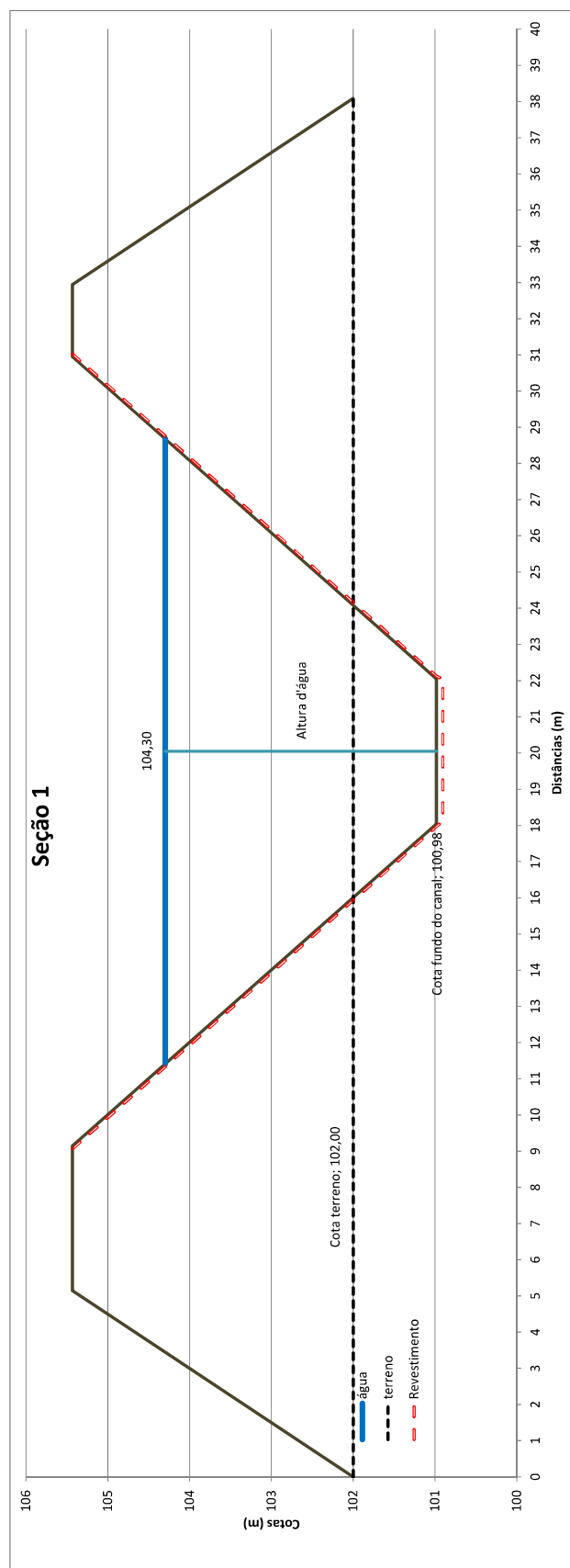


Figura 21 – Canal Principal do Taquarembó - Seção transversal tipo 1 - com revestimento de camada compactada de 15 cm de argila

Este esquema vale para todas seções tipo deste e dos demais canais, onde:

- largura da base menor indicada por “b” nas tabelas 20 a 24;
- altura da linha d'água indicada por “h” nas tabelas 20 a 24;
- inclinação dos taludes 2h:1v (coerente com solos siltosos - valor a ser revisto pelo projeto executivo a partir de dados geotécnicos);
- bermas laterais com 4,0 m e 2,0 m de largura, para permitir a passagem de máquinas e operadores do sistema de canais. As inclinações das bermas são de 1vertical:1 horizontal.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
 FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
 Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 21.a - Seções transversais tipo - Canal secundário Picada das Pedras – sem revestimento de argila

Seção Tipo	Vazões necessárias (m³/s)	Extensão			Vazão inicial (m³/s)	b (m)	h (m)	B (m)	PM (m)	Área (m²)	RH (m)	I (m/m)	V (m/s)	Q real (m³/s)
		De (m)	Até (m)	Trecho (km)										
PP-1	1,56	0	1375,618	1,4	1,650	2,00	1,13	6,52	7,05	4,81	0,68	0,0001	0,34	1,66
PP-2	1,07	1375,618	1866,948	0,5	1,123	2,00	0,94	5,76	6,20	3,65	0,59	0,0001	0,31	1,14
PP-3	0,78	1866,948	2657,569	0,8	0,824	1,50	0,89	5,06	5,48	2,92	0,53	0,0001	0,29	0,85

Tabela 21.b - Seções transversais tipo - Canal secundário Picada das Pedras – com revestimento de camada compactada de 15 cm de argila

Seção Tipo	Vazões necessárias (m³/s)	Extensão			Vazão inicial (m³/s)	b (m)	h (m)	B (m)	PM (m)	Área (m²)	RH (m)	I (m/m)	V (m/s)	Q real (m³/s)
		De (m)	Até (m)	Trecho (km)										
PP-1	1,56	0	1375,618	1,4	1,570	2,00	1,11	6,44	6,96	4,68	0,67	0,0001	0,34	1,60
PP-2	1,07	1375,618	1866,948	0,5	1,070	2,00	0,92	5,68	6,11	3,53	0,58	0,0001	0,31	1,09
PP-3	0,78	1866,948	2657,569	0,8	0,778	1,50	0,86	4,94	5,35	2,77	0,52	0,0001	0,29	0,79



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 22.a - Seções transversais tipo - Canal ME Santa Maria (Campo Seco) - Taquarembó - sem revestimento de argila

Seção Tipo	Vazões necessárias (m³/s)	Extensão			Vazão inicial (m³/s)	b (m)	h (m)	B (m)	PM (m)	Área (m²)	RH (m)	I (m/m)	V (m/s)	Q real (m³/s)
		De (m)	Até (m)	Trecho (km)										
ME-1	13,86	0	13956,66	14,0	16,850	4,00	2,83	15,32	16,66	27,34	1,64	0,0001	0,62	16,91
ME-2	11,10	13956,66	31032,38	17,1	13,451	4,00	2,55	14,20	15,40	23,21	1,51	0,0001	0,58	13,55
ME-3	9,03	31032,38	45275,54	14,2	10,512	4,00	2,26	13,04	14,11	19,26	1,36	0,0001	0,55	10,53
ME-4	7,18	45275,54	49551,37	4,3	7,947	4,00	1,98	11,92	12,85	15,76	1,23	0,0001	0,51	8,02
ME-5	5,23	49551,37	58005,51	8,5	5,821	3,00	1,85	10,40	11,27	12,40	1,10	0,0001	0,47	5,87
ME-6	2,21	58005,51	66902,5	8,9	2,457	3,00	1,21	7,84	8,41	6,56	0,78	0,0001	0,38	2,47

Tabela 22.b - Seções transversais tipo - Canal ME Santa Maria (Campo Seco) - Taquarembó - com revestimento de camada compactada de 15 cm de argila

Seção Tipo	Vazões necessárias (m³/s)	Extensão			Vazão inicial (m³/s)	b (m)	h (m)	B (m)	PM (m)	Área (m²)	RH (m)	I (m/m)	V (m/s)	Q real (m³/s)
		De (m)	Até (m)	Trecho (km)										
ME-1	13,86	0	13956,66	14,0	14,250	4,00	2,62	14,48	15,72	24,21	1,54	0,0001	0,59	14,35
ME-2	11,10	13956,66	31032,38	17,1	11,413	4,00	2,35	13,40	14,51	20,45	1,41	0,0001	0,56	11,42
ME-3	9,03	31032,38	45275,54	14,2	9,234	4,00	2,13	12,52	13,53	17,59	1,30	0,0001	0,53	9,32
ME-4	7,18	45275,54	49551,37	4,3	7,297	4,00	1,89	11,56	12,45	14,70	1,18	0,0001	0,50	7,30
ME-5	5,23	49551,37	58005,51	8,5	5,323	3,00	1,77	10,08	10,92	11,58	1,06	0,0001	0,46	5,35
ME-6	2,21	58005,51	66902,5	8,9	2,262	3,00	1,16	7,64	8,19	6,17	0,75	0,0001	0,37	2,27



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 23.a - Seções transversais tipo - Canal MD Taquarembó - sem revestimento de argila

Seção Tipo	Vazões necessárias (m³/s)	Extensão		Vazão inicial (m³/s)	b (m)	h (m)	B (m)	PM (m)	Área (m²)	RH (m)	I (mm)	V (m/s)	Q real (m³/s)
		De (m)	Até (m)										
MD-1	4,34	0	4689,214	5,100	3,00	1,73	9,92	10,74	11,18	1,04	0,0001	0,46	5,10
MD-2	3,60	4689,214	5524,79	4,195	3,00	1,58	9,32	10,07	9,73	0,97	0,0001	0,43	4,23
MD-3	2,74	5524,79	16451,25	3,307	3,00	1,41	8,64	9,31	8,21	0,88	0,0001	0,41	3,35
MD-4	2,39	16451,25	21918,51	2,669	3,00	1,26	8,04	8,63	6,96	0,81	0,0001	0,38	2,68
MD-5	2,10	21918,51	23057,12	2,178	2,50	1,21	7,34	7,91	5,95	0,75	0,0001	0,37	2,19
MD-6	1,76	23057,12	26943,63	1,805	2,50	1,10	6,90	7,42	5,17	0,70	0,0001	0,35	1,81

Tabela 23.b - Seções transversais tipo - Canal MD Taquarembó - com revestimento de camada compactada de 15 cm de argila

Seção Tipo	Vazões necessárias (m³/s)	Extensão		Vazão inicial (m³/s)	b (m)	h (m)	B (m)	PM (m)	Área (m²)	RH (m)	I (mm)	V (m/s)	Q real (m³/s)
		De (m)	Até (m)										
MD-1	4,34	0	4689,214	4,450	3,00	1,62	9,48	10,24	10,11	0,99	0,0001	0,44	4,45
MD-2	3,60	4689,214	5524,79	3,687	3,00	1,48	8,92	9,62	8,82	0,92	0,0001	0,42	3,70
MD-3	2,74	5524,79	16451,25	2,827	3,00	1,30	8,20	8,81	7,28	0,83	0,0001	0,39	2,85
MD-4	2,39	16451,25	21918,51	2,445	3,00	1,21	7,84	8,41	6,56	0,78	0,0001	0,38	2,47
MD-5	2,10	21918,51	23057,12	2,129	2,50	1,20	7,30	7,87	5,88	0,75	0,0001	0,37	2,15
MD-6	1,76	23057,12	26943,63	1,783	2,50	1,10	6,90	7,42	5,17	0,70	0,0001	0,35	1,81



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 24.a - Seções transversais tipo - Canal secundário Taquarembó com bombeamento – sem revestimento de argila

Seção Tipo	Vazões necessárias (m³/s)	Extensão		Trecho (km)	Vazão inicial (m³/s)	b (m)	h (m)	B (m)	PM (m)	Área (m²)	RH (m)	I (m/m)	V (m/s)	Q real (m³/s)
		De (m)	Até (m)											
CS-1	1,71	0	2023,624	2,0	1,850	2,00	1,20	6,80	7,37	5,28	0,72	0,0001	0,36	1,88
CS-2	1,48	2023,624	3223,597	1,2	1,574	2,00	1,11	6,44	6,96	4,68	0,67	0,0001	0,34	1,60
CS-3	1,17	3223,597	4447,852	1,2	1,242	2,00	0,99	5,96	6,43	3,94	0,61	0,0001	0,32	1,26
CS-4	0,96	4447,852	4941,235	0,5	1,012	2,00	0,89	5,56	5,98	3,36	0,56	0,0001	0,30	1,02
CS-5	0,66	4941,235	6938,684	2,0	0,701	1,00	0,90	4,60	5,02	2,52	0,50	0,0001	0,28	0,71

Tabela 24.b - Seções transversais tipo - Canal secundário Taquarembó com bombeamento – com revestimento de camada compactada de 15 cm de argila

Seção Tipo	Vazões necessárias (m³/s)	Extensão		Trecho (km)	Vazão inicial (m³/s)	b (m)	h (m)	B (m)	PM (m)	Área (m²)	RH (m)	I (m/m)	V (m/s)	Q real (m³/s)
		De (m)	Até (m)											
CS-1	1,71	0	2023,624	2,0	1,730	2,00	1,16	6,64	7,19	5,01	0,70	0,0001	0,35	1,75
CS-2	1,48	2023,624	3223,597	1,2	1,492	2,00	1,08	6,32	6,83	4,49	0,66	0,0001	0,34	1,51
CS-3	1,17	3223,597	4447,852	1,2	1,181	2,00	0,96	5,84	6,29	3,76	0,60	0,0001	0,32	1,19
CS-4	0,96	4447,852	4941,235	0,5	0,971	2,00	0,87	5,48	5,89	3,25	0,55	0,0001	0,30	0,97
CS-5	0,66	4941,235	6938,684	2,0	0,668	1,00	0,88	4,52	4,94	2,43	0,49	0,0001	0,28	0,67



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Adotando-se a alternativa com uma camada compactada de argila, com espessura de 0,15 m, o Canal Principal do Taquarembó é dimensionado para uma vazão de 23,80 m³/s no seu trecho inicial, enquanto o canal da margem esquerda do rio Santa Maria é dimensionado para 14,25 m³/s. É importante destacar que esses valores são referenciais para a determinação da obra, sendo que os valores reais de vazão serão uma decisão da gestão. A margem de segurança do sistema de canais proposta permite a condução de valores bem mais elevados de vazão, caso seja necessário, enquanto que as estruturas de controle permitem a passagem de vazões bem menores, mantendo o nível necessário para o atendimento das tomadas d'água.

Observa-se que alguns valores de velocidade aproximam-se ou são inferiores ao valor mínimo de 0,3 m/s. Para o projeto executivo recomenda-se que sejam estudados novos valores de declividade de fundo (I, em m/m) para esses trechos, bem como, a partir dos estudos geotécnicos da região, sejam definidos limites mínimos de velocidade por trecho, de acordo com os processos erosivos previsíveis ao longo dos canais.

Para cada canal, foram contabilizadas as tomadas de água a partir do cadastro da AUSM, conforme apresentado na Tabela 25.

Tabela 25 – Contabilização das tomadas de água nos canais

Canais do sistema Jaguari	Número de tomadas parcelares
Canal Principal	101
Canal Margem Esquerda Campo Seco	70
Canal Secundário	16
Canais do sistema Taquarembó	Número de tomadas parcelares
Canal Principal	66
Canal Margem Esquerda	117
Canal Secundário com bombeamento	9
Canal Secundário Picada das Pedras	9
Canal Margem Direita	13

Propõe-se uma estrutura de operação que permita a estimativa dos volumes entregues aos irrigantes com uma precisão de +/- 10%, operando preferencialmente em uma situação na qual a precisão da vazão entregue seja +/- 5%. Para isso, optou-se pelo uso de módulos de máscara Neyrpic, devido às seguintes características:

- sua facilidade de operação;
- o bom controle hidráulico que proporciona, sem necessitar de energia elétrica;
- são rústicos e não sujeitos a entupimento com folhas
- são largamente utilizados em projetos de irrigação na Europa, África e Nordeste brasileiro.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

As tomadas de água propostas para os sistemas Jaguari e Taquarembó são do tipo *módulos de máscaras*, da Neyrpic, pois são capazes de permitir a contabilização dos volumes entregues a cada produtor e, com isso, a cobrança por volume. Cada módulo terá uma dimensão definida pela área irrigada cadastrada, mas foi considerada uma variação de altura da água da ordem de 25 cm, compatível com modelos XX₁ e XX₂, apresentados na Figura 22, a seguir.

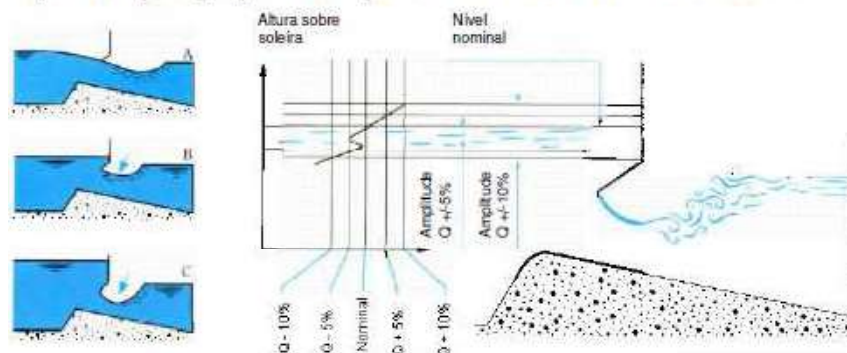


Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Esquema de princípio y curva de operación de un módulo con una máscara.



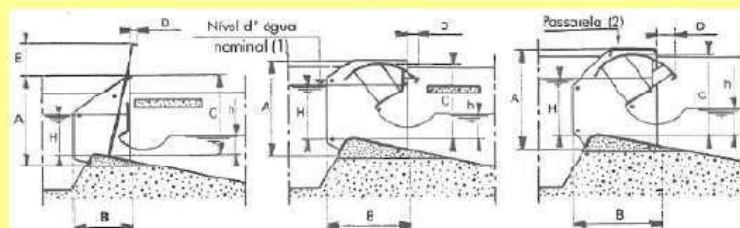
Módulos de Máscaras* - Dimensões

Módulos de uma máscara

Tipo X_1 e XX_1

Tipo L_1

Tipo C_1

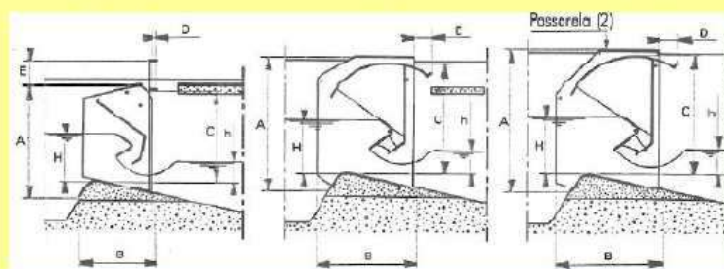


Módulos de duas máscaras

Tipo X_2 e XX_2

Tipo L_2

Tipo C_2



Cotas em cm

Tipo	A	B	C	D	E	Largura para 100 l/s	H nominal	h (3)	Altura de retenção máxima (módulo fechado)
X_1	40	26	35	2	14	100	17	8 (10,5)	32
XX_1	65	387	58	4	22	50	27	12 (16,5)	51
L_1	88	77	72	16	-	20	50	22 (31)	68
C_1	144	122	116	25	-	10	79	35 (49)	109
X_2	47	27	36	2	8	100	17,5	8 (11)	35
XX_2	66	43	54	2	15	50	28	12 (17)	51
L_2	133	97	110	20	-	20	51	22 (31)	95
C_2	205	152	180	28	-	10	81	35 (50)	147

Figura 22 - Características das comportas Neyrpic



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

A manutenção da altura da água nos limites necessários é prevista pelo uso de vertedores *bico de pato*, simples ou múltiplos, dependendo da vazão. Essa alternativa já foi adotada em projetos de irrigação em Minas Gerais, como o Gorotuba, entre Porteirinha e Janaúba.

Cada mudança de seção terá um vertedor desses a montante, sendo as dimensões dos mesmos definidas para manter uma variação máxima inferior a 0,3 m (os limites dos módulos são 0,27 e 0,28 m). A partir desses limites, foram estimadas, para fins orçamentários, as dimensões dos vertedores e, para compreensão do comportamento hidráulico, a curva de remanso associada aos mesmos. Com a definição da distância do remanso, verificou-se a necessidade de implantação de mais estruturas desse tipo ao longo dos canais.

Essa necessidade deve ser refeita na fase do projeto executivo, pois a inclusão de trechos rápidos ou quedas alteram completamente tal estimativa, assim como a correção da declividade do fundo do canal.

A crista do vertedor *bico de pato* foi calculada como sendo um perfil LNEC. De acordo com os projetos executivos, esses vertedores poderão ser projetados como sendo calhas metálicas paralelas.

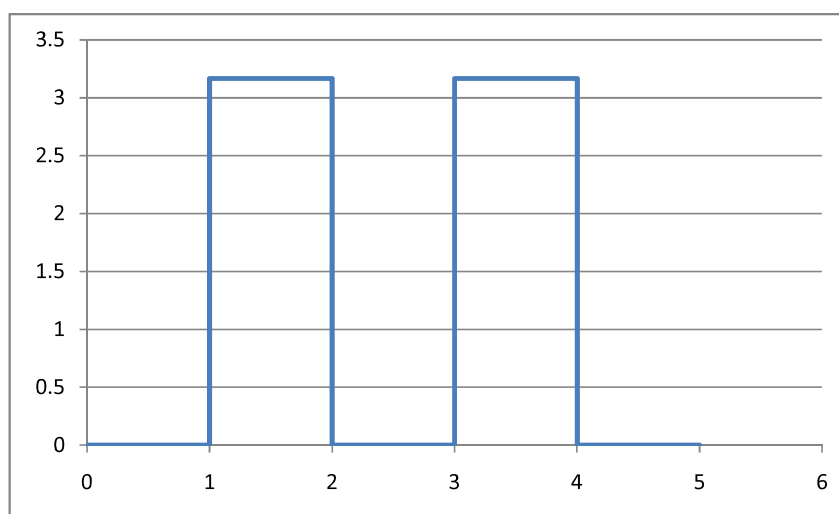


Figura 23 - Exemplo esquemático de vertedor bico de pato – Canal secundário Picada das Pedras entre seção 1 e seção 2



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

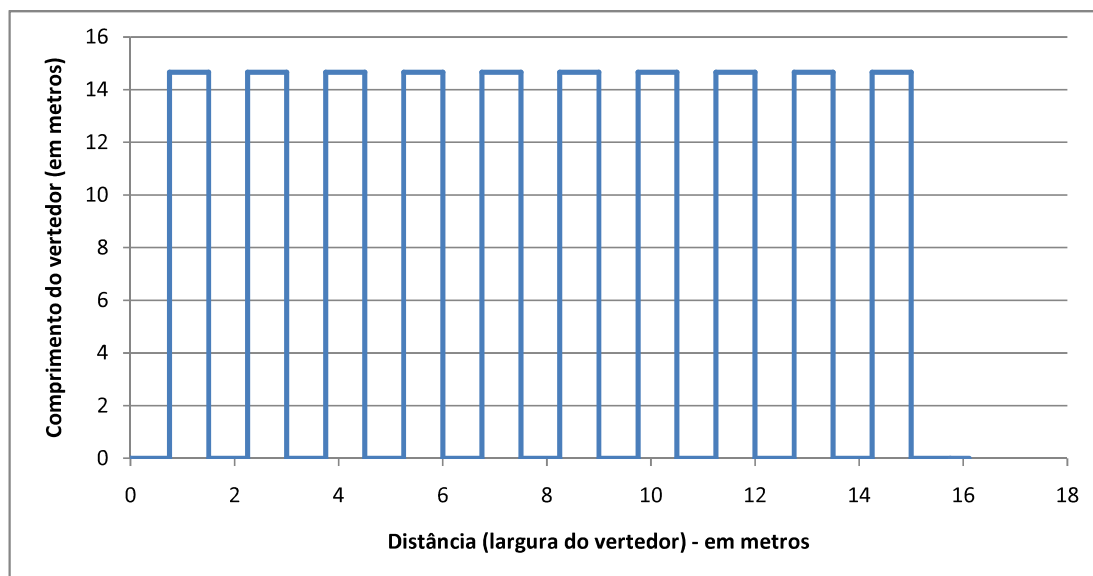


Figura 24 - Exemplo esquemático de vertedor bico de pato – Canal Principal Taquarembó entre seção 1 e seção 2



Figura 25 - Exemplo de vertedor *bico de pato* simples
(<http://qiscombr.winconnection.net:8081/stvba/interna.asp?conteudo=fotointernagaleria&IDSubAlbum=5>)



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Junto a cada vertedor *bico de pato* foi proposto um vertedor lateral para permitir a retirada de vazões excedentes do sistema de canais. Para dimensioná-los, definiu-se uma vazão máxima que deve chegar até o *bico de pato* e uma vazão excedente que viria sendo transportada pelo canal. A partir das energias específicas, fez-se a determinação dos comprimentos necessários para manter a segurança do sistema.



Figura 26 - Vertedor lateral em concreto

Também foram previstas comportas planas ao longo dos canais, para isolar trechos para a realização de manutenção ou atuar como reguladores de nível. Para cada canal foi estimado um número de comportas, sem detalhar a sua colocação, o que deve ser objeto do projeto executivo. Para fins orçamentários, foram selecionadas comportas quadradas de ferro fundido com diâmetro de 1,2 m, com pedestal e acionador.

Número de comportas

Canal Taquarembó Principal	6
Canal ME CS Taquarembó	6
Canal MD Taquarembó	2
Canal Taq bombeamento	1
Canal Picada das Pedras	1

Número de comportas

Canal Jaguari Principal	6
Canal Jaguari ME	6
Canal secundário Jaguari	1

O canal da Margem Esquerda do rio Santa Maria - Taquarembó, será alimentado por um aqueduto em concreto, com seção retangular, com captação no canal Principal do Taquarembó e que cruzará o rio Santa Maria. Tal obra será sustentada por pilares de concreto e terá um comprimento de 5,8 km. Para fins orçamentários, definiu-se que os pilares serão apoiados sobre sapatas de 2 metros de profundidade e terão 7 m de altura, base de 4,0 m da seção de escoamento. Para a vazão de projeto (14,29 m³/s), a altura d'água será de 1,72 m para uma inclinação do fundo de 0,69 por mil e coeficiente n de Manning igual a 0,012.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

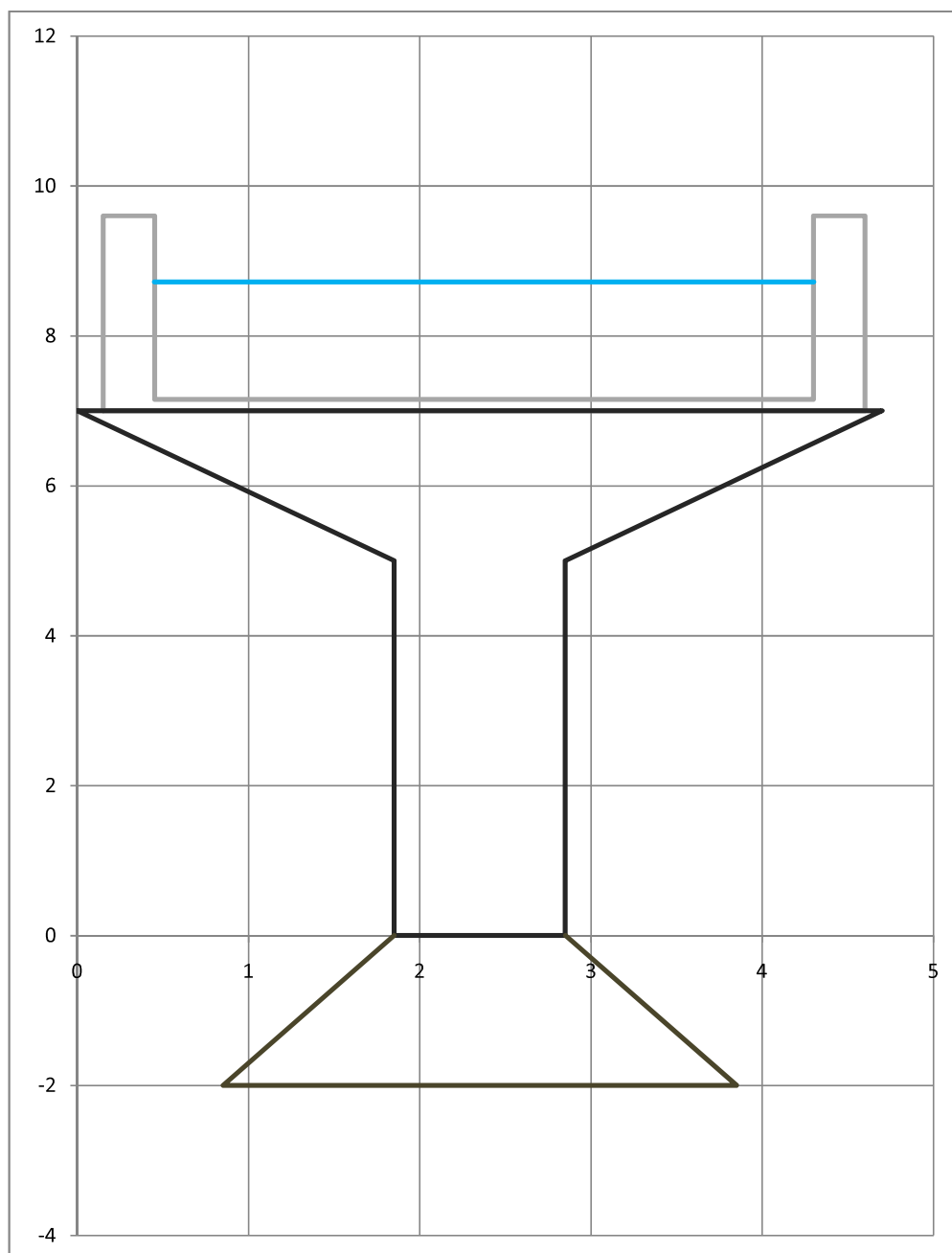


Figura 27 – Aqueduto em concreto

O projeto executivo deve avaliar a possibilidade de utilização de calhas metálicas em chapas de aço corrugado, pelo seu menor peso e exigência de estrutura de suporte.

Da mesma forma, a transposição do arroio Jaguari pelo canal principal será realizada por meio de um aqueduto com 650 m de extensão e uma vazão de 23,38 m³/s, seção



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

retangular, base de 4,0 m e inclinação de fundo de 1,9 por mil e velocidade de 3,58 m/s.

Já o canal da Margem Esquerda do rio Santa Maria jusante, alimentado pelo sistema Jaguari, será atendido por sistema de bombeamento montado sobre flutuantes. Fez-se a previsão de seis bombas iguais, acionadas por motores de 250 HP, para uma vazão de projeto de 9,51 m³/s, 14 metros de elevação e 330 m de comprimento de tubulação de aço soldado. Junto ao flutuante, será instalada uma sub-estação de energia elétrica. Para garantir a manutenção da flutuação das bombas, propõe-se a construção d um vertedor de base espessa no leito do rio Santa Maria em um ponto 100 m a jusante do ponto de captação. Nesse trecho, a largura do rio Santa Maria é da ordem de 45 m. O vertedor de parede espessa teria uma altura de 0,35 m, espessura de 0,6 m e comprimento de 40 m. O seu funcionamento para uma vazão mínima de 3,57 m³/s, definida a partir de uma razão de 0,892 l.s⁻¹.km⁻² adotada como vazão “ecológica” para a bacia e uma área de contribuição até o ponto de 4.000 km², resultaria em uma altura de carga a montante de 0,15 m, que, somada com a altura da soleira (0,35 m), resultaria em uma profundidade mínima de 0,5 m a montante. Para valores de vazão superiores a esse a influência do vertedor seria reduzida até o momento em que a influência do nível a jusante seria suficiente para afogar o vertedor e esse não traria maiores perturbações ao escoamento. Por isso, é uma obra de baixo impacto ambiental, mas o seu processo de licenciamento deve ser realizado de acordo com os trâmites normais.

Completando as obras ao longo do sistema de distribuição, fez-se a previsão de um pontilhão com 5,0 m de largura para cada tomada d'água. A melhor definição do número de pontilhões e sua localização deverão ser explicitadas na fase de projeto executivo.



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

3.7 OBRAS COMPLEMENTARES

As simulações dinâmicas efetuadas apontaram para vulnerabilidades importantes no sistema. As seguintes alternativas são inicialmente propostas:

- adequação do calendário agrícola, visando redução de demandas;
- revestimento de canal, para redução de perdas;
- ou, confirmada a hipótese de escassez de água, efetuar o gerenciamento dos volumes disponíveis através da concessão de cotas por propriedade, conforme critérios a serem definidos pelo gestor.

Conforme descrito no item 3.5.5, as simulações efetuadas do funcionamento do sistema alternativo proposto indicam que somente as alternativas com plantio antecipado conseguem garantir um atendimento adequado das demandas sem necessidade de reservação adicional ou de alterações na tomada d'água. Como destacado anteriormente, essa é uma consideração para simulação e verificação do impacto dessa modificação. Como os meses mais críticos no cenário "plantio normal" eram janeiro e fevereiro, ao antecipar o plantio foi possível fazer irrigação em situações de maior oferta de água. As simulações indicaram que essa antecipação seria suficiente para resolver o problema da falta de água, mostrando a importância de um gerenciamento adequado dos recursos hídricos e das estruturas de fornecimento e condução da água para garantir o bom funcionamento do sistema.

As outras alternativas apontam para a necessidade de obras complementares, tais como:

alterações na tomada de água da barragem ou construção de uma tomada d'água complementar, para garantir condições de atendimento da máxima demanda;

reservação adicional, a partir de novos barramentos;

Como alternativas de reservação adicional para fornecimento de água para o sistema, foram listadas as seguintes barragens:

- barragem do Arroio Taquarembó-Chico;
- barragem do Arroio Santo Antônio;
- barragem do Arroio Ivaró;
- barragem do Arroio do Salso;
- barragens do Arroio Santa Maria Chico.

A localização das barragens propostas foi apresentada na Figura 19.

Dentre as alternativas de barramento, a mais adequada, devido às suas características de localização e disponibilidade hídrica é a barragem do Arroio Taquarembó-Chico, capaz de fornecer cerca 50hm³ de reservação adicional ao sistema já proposto.

No que se refere a tomada de água na barragem, conforme apresentado na tabela 20, o Canal Principal do Taquarembó, sem revestimento de argila, é dimensionado para uma vazão de 25,30m³/s no seu trecho inicial. Porém, o projeto original prevê regularização de 13,66 m³/s, sendo 9,91 m³/s lançados em canal gravitário, através de



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

estruturas de adução localizadas no reservatório da barragem (canal de aproximação, tomada d'água, canal de fuga) e canal de distribuição, e 3,75 m³/s lançados diretamente no arroio Taquarembó, através de estrutura de descarga localizada no maciço da barragem. A solução preconizada é de alteração do projeto da tomada de água principal (situada na lateral oeste da barragem e que ainda não foi construída).

Uma avaliação global do impacto econômico nas estruturas da tomada d'água e estruturas associadas a fim de atender a demanda de 25,3 m³/s é apresentada a seguir.

Avaliação global do impacto econômico nas estruturas da tomada d'água e estruturas associadas a fim de atender a demanda de 25,3 m³/s.

As estruturas do bloco hidráulico (tomada d'água, canal de aproximação e canal de fuga) redimensionados para atender a nova demanda, implicaram em impacto nos custos dos equipamentos hidromecânicos, na movimentação de solos do canal de aproximação e fuga e nas obras civis do bloco hidráulico.

Na avaliação do impacto destes custos foi utilizada como parâmetro comparativo a planilha apresentada à Secretaria de Obras, integrante dos custos da Barragem Taquarembó referente à execução dos Diques e Tomada D'água, preço base Janeiro/2012.

O impacto decorrente do redimensionamento implica em um acréscimo de 8% sobre os custos atuais para a execução dos 04 diques + tomada d'água e estruturas associadas.

Abaixo a planilha comparativa, com os percentuais mencionados nos itens impactados:

Itens	Diques e Tomada D'água Projeto Atual Vazão 9,9 m³/s (*) Preços planilha orçamentária atual	Diques e Tomada D'água Proposta Atual Vazão 25,3 m³/s	Impacto nos custos (%)
Limpeza e desmatamento	R\$ 43.222,60	R\$ 45.950,00	6,0%
Movimento de Solos	R\$ 4.564.922,64	R\$ 5.075.000,00	11,00%
Estrutura de concreto Tomada d'água	R\$ 2.232.381,05	R\$ 2.360.000,00	6,0%
Equipamentos Hidromecânicos	R\$ 3.371.871,52	R\$ 4.380.000,00	30,0%
Total Geral da Planilha para os 04 diques (*)	R\$ 21.433.306,63	R\$ 23.081.683,05	8,0%

(*) Planilha BARRAGEM ARROIO DO TAQUAREMBÓ - COMPLEMENTAÇÃO - EXECUÇÃO DIQUES / TOMADA D'ÁGUA

Preço Base Jan/2012

De modo a viabilizar o término da execução do projeto das barragens dentro dos recursos federais já disponibilizados, os equipamentos hidromecânicos da nova tomada d'água deverão ser considerados no custo de implantação dos canais. Esta



Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado
FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do
Arroio Taquarembó



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

medida justifica-se pelo fato que a geração de demanda maior e, desta forma, necessidade de incremento de tomada d'água, se dá em união com a ampliação dos canais existentes.