



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

$$X = BY$$

onde:

$$B = (I - A)^{-1}$$

Sendo:

X é o vetor coluna da oferta (produção local);

Y é o vetor coluna da demanda final ;

B é a matriz dos coeficiente técnicos diretos e indiretos, mais conhecida como matriz inversa de Leontief;

A representa a matriz dos coeficientes técnicos diretos, ou seja, fornece o impacto direto causado pelo aumento na demanda final;

$(I - A)^{-1}$, além dos efeitos diretos, avalia também os indiretos.

Portanto, o modelo definido na equação (10) é o que permitirá avaliar o impacto total que uma variação na demanda final causará na produção da economia, dado o aumento da demanda em uma unidade.

O modelo fechado de Leontief considera que um choque de demanda exógeno pode ter sua origem expressa nos componentes da demanda final, gerando estímulos sobre a produção, o emprego e a renda da economia. Este modelo foi transformado pela endogeneização do consumo das famílias. Para tanto é necessário transportar o consumo das famílias para dentro da matriz de relações intersetoriais (**A**), através da criação de uma nova linha e uma nova coluna. A linha expressará a relação entre o valor adicionado do setor i com a oferta total setor j. A nova coluna representará a proporção do consumo familiar do setor i em relação à soma do consumo intermediário de toda a economia.

Desta forma, o modelo fechado de Leontief, em sua versão modificada, é descrito por:

$$\bar{X} = \bar{B} \bar{Y},$$

onde:

$$\bar{B} = (I - \bar{A})^{-1}$$

e \bar{A} representa a matriz de coeficientes técnicos de insumos intermediários com a endogeneização do consumo das famílias.

A equação $\bar{B} = (I - \bar{A})^{-1}$ além de expressar os impactos diretos e indiretos de variações na demanda final, incorpora o efeito induzido decorrente do fluxo de aquisições gerado pelo incremento da renda familiar ao sistema.

A análise dos efeitos com base em uma matriz como esta permite um vasto leque de hipóteses de trabalho, se há uma desagregação significativa dos setores.

Com isto, se tem a possibilidade de:

- Verificar a variação inicial de a procura final em razão do projeto;



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

- As sucessivas variações indiretas das procuras intermediárias que farão frente à procura final.

Dos modelos aberto e fechado de Leontief, pode-se gerar os multiplicadores de impactos direto, indireto e induzido.

Os multiplicadores de impactos têm grande importância no processo decisório de políticas públicas visando ao desenvolvimento econômico. Caso, por exemplo, a intenção de uma política setorial de incentivo seja maximizar a agregação de valor, os multiplicadores de impacto terão grande eficiência na identificação dos setores com maiores potenciais, a fim de alcançar tal objetivo. Em suma, o multiplicador fornece o impacto global de variações na demanda final do setor j sobre a variável econômica de interesse, podendo ser decomposto em impactos direto, indireto e induzido.

O multiplicador direto expressa o impacto de variações na demanda final do j -ésimo setor, quando são consideradas apenas as atividades que fornecem insumos diretos ao setor em questão. Já o multiplicador indireto mede o impacto de variações na demanda final do j -ésimo setor, quando se consideram apenas as atividades fornecedoras de insumos indiretos ao setor analisado. Por fim o multiplicador induzido fornece o impacto de variações na demanda final do j -ésimo setor, considerando a variação adicional da demanda ocasionada pelo incremento no nível de rendimentos da economia quando estimula-se determinado setor.

O Método dos Efeitos foi utilizado na avaliação do Plano de Desenvolvimento Sustentável da Região Brasileira da Bacia do Rio Uruguai (Consórcio Orionconsult-Ecoplan-Skill, 2009, disponível em <http://www.pro-uruguai.com.br/pro-uruguai/download.aspx>). Para esse Plano, foram definidos os seguintes multiplicadores de impacto:

- Multiplicador do Valor Adicionado
- Multiplicador do Pessoal Ocupado
- Multiplicador da Produção
- Multiplicador da Renda da Economia
- Multiplicador dos Impostos Totais

A obtenção destes indicadores é exemplificada pelos multiplicadores da variável emprego. O conjunto de fórmulas que permitem a avaliação dos impactos de aumento na demanda final sobre as variáveis valor adicionado, produção, impostos e rendimento possuem formulação matemática análoga à dos multiplicadores de emprego.

O multiplicador direto da variável emprego é definido como o valor de emprego requerido por unidade de produto para cada setor:

$$e_j^p = \frac{E_j}{X_j},$$

onde:

E_j é a quantidade de emprego do setor j



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

e

X_j é o valor da produção do setor j.

Já o multiplicador direto e indireto do emprego mostra o impacto ocasionado pelo aumento na demanda final do setor j sobre o emprego total, visto o encadeamento setorial do modelo aberto de Leontief, ou seja:

$$e^{DI} = e^D B,$$

sendo que:

e^{DI} é o vetor do multiplicador direto e indireto do emprego;

e^D é o vetor dos coeficientes do emprego, ou seja, emprego por unidade de produto em cada setor;

B é a Matriz dos coeficientes técnicos do modelo aberto de Leontief .

O multiplicador total do emprego (direto, indireto e induzido) fornece o impacto ocasionado pelo aumento da demanda do setor j sobre o emprego total, visto o encadeamento setorial do modelo fechado de Leontief. Assim:

$$e^{DIR} = e^D \bar{B}$$

onde:

e^{DIR} é o vetor do multiplicador direto, indireto e induzido do emprego,

e

\bar{B} = Matriz dos coeficientes técnicos do modelo fechado de Leontief.

A obtenção dos multiplicadores indireto (e^I) e induzido (e^R) é feita a partir de deduções:

$$e^I = e^{DI} - e^D$$

e

$$e^R = e^{DIR} - e^I - e^D = e^{DIR} - e^{DI},$$

onde:

e^I é o multiplicador de emprego indireto;

e^R é o multiplicador de emprego induzido.

Para a agricultura, foram considerados os seguintes coeficientes multiplicadores:



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Tabela 40 - Coeficientes multiplicadores

	Direto	Indireto	Efeito renda	Total
Produção	1	0,391	1,092	2,483
Valor adicionado	0,7164	0,1435	0,561	1,4209
Impostos totais	0,012	0,01183	0,0416	0,06543
Renda de economia	0,0506	0,0461	0,2349	0,3316
peçoal ocupado	48,0686	6,3981	27,9352	82,4019

A partir da implantação dos canais, espera-se uma mudança de comportamento por parte dos agricultores, que a AUSM apresenta na forma de área irrigada para cada um dos sistemas e na eliminação de sistemas de bombeamento:

Tabela 41: Sistema Jaguari – eliminação de estações de bombeamento e área estimada

	Eliminação de estações de bombeamento	Arroz	Soja/milho/past	Frutic
Canal Principal	29	11915	10093	50
Canal ME	22	3193	4955	
Canal secundário	5	1585	890	50
TOTAL	56	15108	15048	50

Tabela 42: Sistema Taquarembó – eliminação de estações de bombeamento e área estimada

	Eliminação de estações de bombeamento	Arroz	Soja/milho/past	Frutic
Canal Principal	6	11147	6217	11
Canal ME CS Taquarembó	26	6685	3254	
Canal MD	6	2440	400	
Canal Taq bombeamento	2	1230	570	
Canal Picada das Pedras		880	80	
TOTAL	40	13587	6617	11

Para estimar a mudança de comportamento de cada produtor, considerou-se que cada estação de bombeamento tem um valor de R\$ 100.000,00 e que esse valor retornará ao produtor. Deste valor, estabeleceu-se que apenas 30% serão reinvestidos em produção na região.

Da mesma forma, a área estimada pela AUSM foi multiplicada por 0,3, indicando que a mesma ou não é cultivada atualmente ou a insegurança de sua exploração pela incerteza das precipitações inibe a sua utilização plena.

Para cada cultura foi definido o custo de produção desembolsado pelos produtores para cada hectare:

- Arroz: R\$ 4.871,97



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

- Soja/milho: R\$ 1.814,00
- Fruticultura: R\$ 13.145,00

A multiplicação desses valores pela área de cada cultura e a soma do resíduo das estações de bombeamento permite estimar o choque de investimento gerado pelo empreendimento, que será utilizado pelos produtores para ampliar a produção. Esses valores, portanto, entram na economia estadual e não são os lucros dos produtores, mas os recursos por eles utilizados para produzir, sendo consumidos por outros atores.

Para o sistema Taquarembó, o valor anual a ser injetado pelos produtores é R\$ 24.702.987; para o sistema Jaguari, R\$ 32.148.013,43 e para o conjunto dos dois sistemas é de R\$ 56.851.000.

Multiplicando-se os valores pelos coeficientes, encontra-se o valor total gerado pelo empreendimento. A exceção é o número de empregos, que apresenta o total de empregos gerados por cada R\$ 1 milhão de demanda.

O sistema Taquarembó gerará um valor total de R\$ 81.542.830 anuais e 2.036 empregos. Cada emprego terá, portanto, um custo de R\$ 117.292,30. Cada hectare do sistema gerará, em média, um valor de R\$ 2.871,72 anuais. Considerando-se apenas o efeito na economia, o Estado teria o valor investido retornado em um período de 2,93 anos, sem considerar nenhum agravo sobre os valores investidos.

O sistema Jaguari gerará um valor total de R\$ 138.266.355 anuais e 2.649 empregos. Cada emprego terá, portanto, um custo de R\$ 105.505,60. Cada hectare do sistema gerará, em média, um valor de R\$ 3.919,02 anuais. Considerando-se apenas o efeito na economia, o Estado teria o valor investido retornado em um período de 2,02 anos, sem considerar nenhum agravo sobre os valores investidos.

O conjunto dos dois sistemas gerará um valor total de R\$ 244.512.172 anuais e 4.685 empregos. Cada emprego terá, portanto, um custo de R\$ 110.627,44. Cada hectare do sistema gerará, em média, um valor de R\$ 4.092,18 anuais. Considerando-se apenas o efeito na economia, o Estado teria o valor investido retornado em um período de 2,12 anos, sem considerar nenhum agravo sobre os valores investidos.

Os valores apresentados permitem indicar a execução do empreendimento. O projeto executivo deve refinar os custos dos investimentos necessários, mas os valores até aqui obtidos demonstram o significativo impacto do empreendimento sobre a região.

Como complemento, deve-se definir os custos finais das barragens, os custos financeiros das mesmas causados pela interrupção do seu processo construtivo, a necessidade de adequação das tomadas de água e da operação e manutenção destas, uma vez que são parte dos sistemas.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5 SUMÁRIO EXECUTIVO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este item aguarda as audiências públicas finais junto ao Ministério da Integração Nacional e municípios da área de abrangência, quando será emitida a versão final do trabalho após estas oitivas.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Secretaria de Obras Públicas, Irrigação e Desenvolvimento Urbano
Central de Compras do Estado – CECOM/RS



Serviços de consultoria para a Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado de FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do Arroio Taquarembó, localizada na divisa dos municípios de Dom Pedrito e Lavras do Sul, no Estado do Rio Grande do Sul

1529-R-EST-VBD-06-02
RELATÓRIO TÉCNICO FINAL
PROPOSTA DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO CONSOLIDADO
PARA O SISTEMA INTEGRADO DE USOS MÚLTIPLOS
DA BARRAGEM DO ARROIO TAQUAREMBÓ
TOMO I - RELATÓRIO

Consórcio:



Junho/2013





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS, IRRIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO URBANO

Concorrência nº 111/CECOM/2012
Processo Administrativo 3526-22.00/11-5
Temo de Contrato nº 61/2012 - PS

**AVALIAÇÃO E REVISÃO DO PROJETO BÁSICO,
DENOMINADO FASE I, DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA
BARRAGEM DO ARROIO TAQUAREMBÓ**

**1529-R-EST-VBD-04-02
RELATÓRIO TÉCNICO FINAL
TOMO I - RELATÓRIO**



JUNHO/2013



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO

Código do Documento:	1529-R-EST-VBD-04-02-TI			
Título do Relatório:	Relatório Técnico Final			
Aprovação Inicial por:	Daniel I. Bolsoni / Edgar H. Candia			
Data da Aprovação Inicial:	21/02/2013			
Controle de Revisões				
Revisão n°:	Natureza	Aprovação		
		Data	Nome	Rubrica
00	Primeira Versão		Fernando Brum	
01	Revisão/Complementação		Alexandre Mees	
02	Revisão/Complementação		Alexandre Mees	



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO BÁSICO COM VISTAS AO ATENDIMENTO DO SISTEMA ALTERNATIVO	8
2.1	PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA BARRAGEM DO TAQUAREMBÓ (STE, JUNHO/2010).....	8
2.1.1	Características principais do sistema	8
2.1.2	Ficha técnica do projeto básico em análise	12
2.2	PROPOSTA DA AUSM PARA O SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DA BARRAGEM DO ARROIO TAQUAREMBÓ	17
2.3	ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O PROJETO BÁSICO E A PROPOSTA AUSM	24
2.4	AVALIAÇÃO DO PROJETO BÁSICO – ATENDIMENTO DO TRAÇADO DOS CANAIS DA PROPOSTA ALTERNATIVA DA AUSM	26
2.5	AVALIAÇÃO DO PROJETO BÁSICO - ATENDIMENTO ÀS DEMANDAS HÍDRICAS DA PROPOSTA ALTERNATIVA DA AUSM.....	28
3	PROPOSTA DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO CONSOLIDADO PARA O SISTEMA INTEGRADO DE USOS MÚLTIPLOS DA BARRAGEM DO ARROIO TAQUAREMBÓ.....	29
3.1	PREMISSAS BÁSICAS PARA CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS	30
3.2	DEFINIÇÃO DAS ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGÁVEIS	32
3.3	TRAÇADO DOS CANAIS	34
3.4	AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO DA DEMANDA HÍDRICA	41
3.4.1	Avaliação da disponibilidade hídrica - Dados Hidrológicos.....	42
3.4.2	Avaliação da disponibilidade hídrica – Geração de séries sintéticas 44	
3.4.3	Simulação dinâmica do sistema – Dados para simulação.....	45
3.4.4	Simulação dinâmica do sistema – Resultados das simulações....	46
3.5	CENÁRIOS ALTERNATIVOS PROPOSTOS	49



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

3.5.1	Alternativa: redução da vazão ecológica	49
3.5.2	Reservação adicional	49
3.5.3	Alternativa: plantio antecipado.....	52
3.5.4	Alternativa: redução de perdas por revestimento com material argiloso.....	54
3.5.5	Quadro resumo dos cenários simulados	56
3.6	DIMENSIONAMENTO DOS CANAIS.....	59
3.7	OBRAS COMPLEMENTARES	78
4	ANÁLISE DE VIABILIDADE	81
4.1	CONDIÇÕES AMBIENTAIS ADICIONAIS ÀS LICENÇAS VIGENTES	81
4.2	FORMAS DE ATENDIMENTO (GESTÃO) DAS DEMANDAS	86
4.3	INVESTIMENTOS NOS CANAIS	92
4.4	AVALIAÇÃO ECONÔMICA	102
5	SUMÁRIO EXECUTIVO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
5.1	INTRODUÇÃO	109
5.2	PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA BARRAGEM DO TAQUAREMBÓ (STE, JUNHO/2010).....	110
5.3	PROPOSTA DA AUSM PARA O SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DA BARRAGEM DO ARROIO TAQUAREMBÓ	110
5.4	ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O PROJETO BÁSICO E A PROPOSTA AUSM	110
5.5	PROPOSTA DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO CONSOLIDADO PARA O SISTEMA INTEGRADO DE USOS MÚLTIPLOS DA BARRAGEM DO ARROIO TAQUAREMBÓ	111
5.6	AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO DA DEMANDA HÍDRICA	112
5.7	DIMENSIONAMENTO DOS CANAIS.....	113
5.8	OBRAS COMPLEMENTARES	114
5.9	CONDIÇÕES AMBIENTAIS ADICIONAIS ÀS LICENÇAS VIGENTES	115
5.10	INVESTIMENTOS NOS CANAIS	115
5.11	AVALIAÇÃO ECONÔMICA	117



25220000011090

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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

5.12 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
--------------------------------	-----



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

1 *Introdução*

1 INTRODUÇÃO

O Governo do Estado do Rio Grande do Sul, através da então Secretaria Extraordinária de Irrigação e Usos Múltiplos da Água iniciou, em março de 2009, a construção de duas barragens de acumulação de água para irrigação, na região da Campanha do Estado do Rio Grande do Sul: Barragem do Arroio Jaguari (entre os municípios de Lavras do Sul, Rosário do Sul e São Gabriel) e Barragem do Arroio Taquarembó (entre os municípios de Dom Pedrito e Lavras do Sul).

As duas barragens, em fase final de construção, propiciam domínio topográfico na área beneficiada que deverá ser atendida através de sistemas de canais de distribuição de água por gravidade. A construção dos canais permitirá a irrigação de arroz, pastagens, soja, milho e fruticultura.

Em 2009 e 2010 foram elaborados os projetos básicos dos canais principais dos sistemas de distribuição de águas das duas barragens. Através de documento entregue em novembro de 2012, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria, encaminhou ao Governo do Estado uma proposta, elaborada pela Associação dos Usuários da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria (AUSM), para expansão do sistema de distribuição de água das barragens dos arroios Jaguari e Taquarembó, envolvendo o aumento da extensão do canal principal (com projeto básico já elaborado), construção de canal na margem esquerda do rio Santa Maria e na margem direita do arroio Taquarembó.

Em atendimento às demandas da comunidade local, a Secretaria de Obras Públicas, Irrigação e Desenvolvimento Urbano do Estado do Rio Grande do Sul lançou, em 2012, dois editais para estabelecer normas, critérios, principais condições contratuais e fornecer informações que permitam a elaboração e a apresentação de propostas e, posteriormente, a celebração de contrato, para efetuar avaliação e revisão do Projeto Básico, denominado de FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do Arroio Jaguari, e do Projeto Básico, denominado de FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do Arroio Taquarembó, incluindo Estudo de Viabilidade da proposta



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

elaborada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria para inserção no Projeto Básico já elaborado.

O presente documento consubstancia o Relatório Técnico Final, relativo aos serviços de Avaliação e Revisão do Projeto Básico, denominado FASE I, do Sistema de Distribuição da Barragem do Arroio Taquarembó.

Inicialmente, é apresentada a avaliação técnica da capacidade do Projeto Básico disponível do sistema de distribuição da barragem do arroio Taquarembó (STE, junho/2010), quanto ao atendimento das novas demandas propostas pelo Sistema Alternativo apresentado pela AUSM, incluindo uma descrição das características principais do Projeto Básico e do Sistema Alternativo proposto pela AUSM.

Na sequência, é apresentada a Proposta de Sistema de Irrigação Consolidado para o Sistema Integrado de Usos Múltiplos da Barragem do Arroio Taquarembó, incluindo uma avaliação do atendimento da demanda hídrica para diferentes cenários alternativos, o dimensionamento dos canais e proposta para obras complementares, seguida pela Análise de Viabilidade do Sistema Proposto.

Por fim, são destacados os elementos mais importantes da análise, no item de Considerações Finais.

Devido às similaridades dos projetos de Taquarembó e Jaguari ambos os estudos estão sendo desenvolvidos em sintonia pelas equipes de projeto conforme acordo com os técnicos da SOP (Secretaria de Obras Públicas), AUSM (Associação dos Usuários da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria) e consultores dos consórcios STE-Magna e Bourscheid-Ecoplan.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

2 *Avaliação Técnica*

2 AVALIAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO BÁSICO COM VISTAS AO ATENDIMENTO DO SISTEMA ALTERNATIVO

O Projeto Básico do Sistema de Distribuição da Barragem do Arroio Taquarembó (STE, 2001) foi avaliado tecnicamente com o objetivo de averiguar sua capacidade de atender adequadamente às novas demandas propostas pelo Sistema Alternativo apresentado pela AUSM, incluindo aspectos do traçado dos canais e do atendimento das demandas hídricas para irrigação.

2.1 PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA BARRAGEM DO TAQUAREMBÓ (STE, JUNHO/2010)

2.1.1 Características principais do sistema

O projeto básico do sistema de distribuição de água da barragem do Arroio Taquarembó disponível para análise foi efetuado pela empresa STE – Serviços Técnicos de Engenharia SA, em junho de 2010. Este Projeto Básico é composto por 5 (cinco) volumes que contém estudos hidrológicos, estudos topográficos, geológicos e geotécnicos, memorial de dimensionamento hidráulico-mecânico, especificações técnicas, quantitativos e orçamento.

O projeto básico em análise contempla o canal principal pela margem esquerda da barragem do Arroio Taquarembó, com extensão total de 38.772 m em seção aberta e 11.000 m em adutora.

A vazão no canal foi definida em função da demanda de irrigação (13,664 m³/s) e do abastecimento público (190L/s) à cidade de D. Pedrito, resultando em uma demanda anual de 128.000.000m³. Estes volumes buscam atender aos usos múltiplos identificados e quantificados na bacia, com destaque para o abastecimento humano, irrigação das várzeas do arroio Taquarembó e controle de cheias, além da garantia da vazão remanescente para atendimento ao equilíbrio ambiental do ecossistema na região.

A concepção adotada para o sistema constituiu-se de uma fonte de suprimento hídrico, a Barragem do arroio Taquarembó e um canal de condução/distribuição de



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

água que se desenvolve pela margem esquerda do manancial, atendendo as seguintes diretrizes básicas:

- Atendimento da área de irrigação em seu trecho inicial por disponibilização de vazão regularizada disponibilizada diretamente no arroio;
- Aumento da capacidade efetiva de atendimento através de maior domínio topográfico com lançamento da vazão regularizada na cota 139 m, início do canal de distribuição;
- Garantia da captação e a condução por gravidade da água pelo sistema de canais com o mínimo de perda de carga até a cidade de Dom Pedrito.

Segundo o projeto básico, o sistema de distribuição tem como suprimento hídrico a barragem do Arroio Taquarembó, cujo reservatório permitirá a regularização máxima de 13,66m³/s, sendo 9,91 m³/s lançados em canal gravitário, através de 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.

Inicialmente, no projeto básico, apresentou-se um layout das obras onde a vazão de demanda era atendida unicamente por uma tomada de água junto a própria barragem de acumulação no rio Taquarembó. Com o aprofundamento dos estudos, ficou acordado que essa solução poderia ser readequada de maneira a minimizar os custos do canal de adução localizado a jusante da barragem, que teria longo trecho escavado em rocha.

As condicionantes topográficas confirmaram a possibilidade de realizar uma segunda tomada de água em um dos pontos de fugas existentes no desenvolvimento do lago na sua porção oeste. A solução preconizada para essa tomada de água é a construção de um túnel, finalizando numa outra bacia de acumulação e posterior derivação para o canal de adução para alimentar as áreas previstas para irrigação de pelos menos 12.500 ha. Os recursos hídricos necessários para suprir os demais 4.200ha necessários, posicionados logo a jusante da barragem são fornecidos por uma tomada de água e descarregador de fundo. A tomada d'água foi dimensionada para atender à maior vazão mensal para atendimento das demandas, adicionada à vazão ecológica e à vazão demandada para abastecimento público da cidade de Dom Pedrito. Optou-se por localizá-la na porção oposta da posição inicialmente prevista no



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

projeto básico da barragem de maneira a proporcionar maior facilidade no processo construtivo das obras. Também foi prevista uma tubulação localizada no pé da barragem posicionada junto ao leito do rio (descarregador de fundo), com o intuito de facilitar o procedimento de fechamento das adufas de desvio do rio.

A Figura 1, a seguir, apresenta o arranjo geral do sistema proposto do projeto básico em análise.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

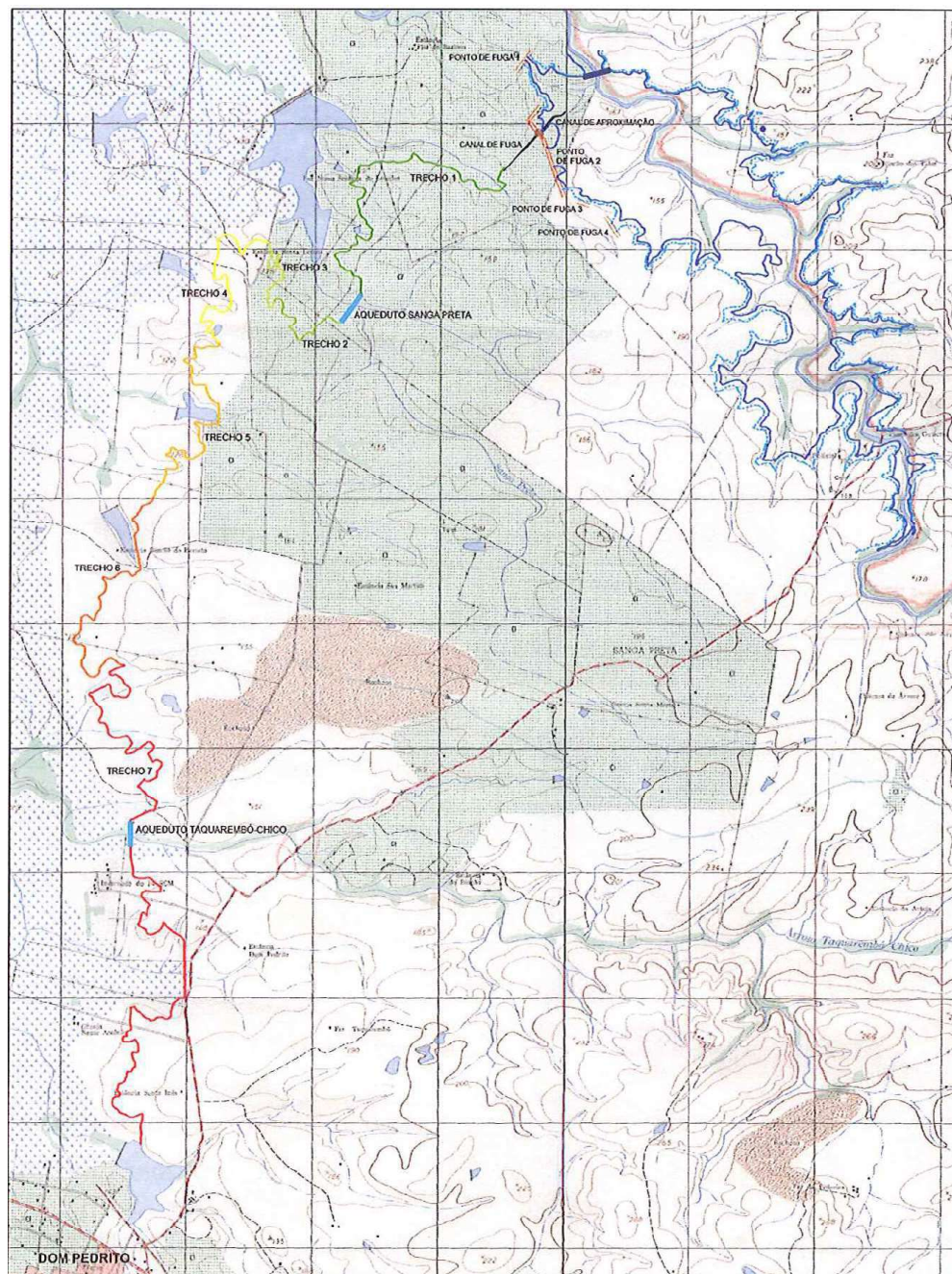


Figura 1. Projeto Básico do Sistema de Distribuição da Barragem do Arroio Taquarembó - Arranjo Geral do Sistema.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

2.1.2 Ficha técnica do projeto básico em análise

LOCALIZAÇÃO:		
Rio:		Taquarembó
Bacia:		Santa Maria
Sub-bacia		Taquarembó
Municípios:	Margem Esquerda:	Dom Pedrito
	Margem Direita:	Lavras
Coordenadas do Eixo: UTM SAD 69 FUSO 21	Ombreira Esquerda:	(730.274; 6.590.821)
	Ombreira Direita:	(730.590; 6.590.899)
CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BARRAGEM:		
Tipo de Maciço:		Concreto Compactado a Rolo
Comprimento da Crista:		382 m
Largura da Crista:		5 m
Cota de Coroamento (CC):		161,00 m
Altura Máxima Considerando a Fundação:		34 m
PONTOS DE FUGA:		
Tipo de Maciço:		Terra
Comprimento Total:		~ 2000 m
Largura da Crista:		7 m
Cota de Coroamento:		162,10 m
Número de Pontos de Fuga:		4
DADOS HIDROLÓGICOS:		
Área de Drenagem da Bacia da Barragem:		638 km ²
Vazão Média Mensal de Longo Termo:		14,62 m ³ /s
Vazão de Desvio (Tr = 10 anos):		875,66 m ³ /s
Vazão Afluente (Tr= 100 anos):		1.283,41 m ³ /s
Vazão Afluente Máxima (Tr = 10.000 anos):		2.587,14 m ³ /s
Vazão Defluente Máxima (Tr = 10.000 anos):		2.546,03 m ³ /s
Vazão Remanescente:	Ecológica:	0,50 m ³ /s
	Abastecimento Dom Pedrito:	0,20 m ³ /s
RESERVATÓRIO:		
Área Superficial do Reservatório (CSV):		12,4 km ²
Volume Total (CSV):		116,63 hm ³
Volume Útil (CSV):		116,5 hm ³
Volume de Assoreamento para 100 anos:		0,13 hm ³
Tempo de Enchimento Estimado:		~1 ano



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

NÍVEIS DE OPERAÇÃO:	
NA Reservatório (Tr = 100 anos):	159,35 m
NA Reservatório (Tr = 10.000 anos):	160,40 m
NA Jusante (Tr = 100 anos):	134,35 m
NA Jusante (Tr = 10.000 anos):	136,06 m
N.A. Mínimo de Montante:	140,00 m
N.A. Mínimo de Jusante:	130,44 m
VERTEDOURO:	
Tipo: Frontal s/ Controle de Soleira Delgada com Perfil Creager	
Cota da Soleira Vertedoura (CSV):	157,00 m
Comprimento Total do Vertedouro:	160 m
Bacia de Dissipação:	Cota: 129,00 m
	Comprimento: 25 m
Descarga de Dimensionamento (Tr = 10.000 anos):	2.538,69 m³/s
TOMADA D'ÁGUA E DESCARREGADOR DE FUNDO:	
Tomada d'Água:	DN 1.524 mm
Válvula Dispersora:	φ 60" (DN 1.524 mm)
Descarga de Fundo:	DN 1000 mm
DESVIO DO RIO:	
Cota da Ensecadeira da 1ª Fase:	138,00 m
Cota da Ensecadeira de 2ª Fase:	Montante: 139,90 m
	Jusante: 135,50 m
Galerias de Desvio:	4 un. de 4 m x 7,5 m
GARANTIA NO TEMPO / ÁREA IRRIGADA (considerando $Q_{amb} = 0,50 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_{abastDP} = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$):	
100%	12.660 ha
99%	13.080 ha
98%	14.320 ha
97%	15.900 ha
96%	16.060 ha
95%	16.660 ha
94%	17.580 ha
93%	19.280 ha
92%	19.900 ha
91%	20.740 ha
90%	21.140 ha



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Reservatório Taquarembó Dados do Projeto Básico da Barragem Fonte: Memorial Descritivo (abril/2010)

Cota máxima = 157,0m

Cota mínima = 140,0m

Volume útil = 111,74hm³ (obtido pela curva cota-volume)

Cota-Área-Volume da Barragem Taquarembó.

Cota (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
130	2.600	0
131	17.200	0
132	60.400	20.000
133	144.800	100.000
134	217.800	270.000
135	317.500	520.000
136	457.800	890.000
137	709.300	1.430.000
138	967.000	2.230.000
139	1.368.300	3.340.000
140	1.867.500	4.900.000
141	2.329.000	6.940.000
142	2.752.500	9.440.000
143	3.274.100	12.400.000
144	3.785.800	15.880.000
145	4.312.800	19.890.000
146	4.867.000	24.450.000
147	5.433.800	29.560.000
148	6.065.100	35.280.000
149	6.714.800	41.630.000
150	7.360.200	48.630.000
151	7.960.300	56.260.000
152	8.614.800	64.530.000
153	9.290.100	73.450.000
154	10.014.800	83.070.000
155	10.846.200	93.470.000
156	11.607.800	104.670.000
157	12.396.400	116.640.000
158	13.198.900	129.400.000
159	14.062.300	143.000.000
160	14.893.300	157.460.000
161	14.893.300	172.740.000



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

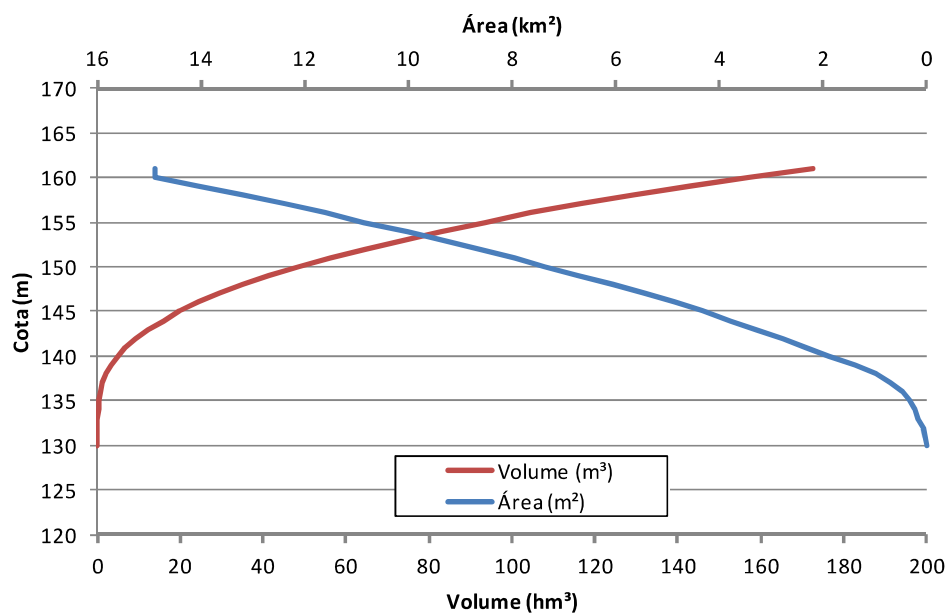


Figura 2 - Cota-Área-Volume da Barragem Taquarembó.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

CANAL	
Localização:	a jusante da Barragem do Arroio Taquarembó
Alimentação:	por gravidade, a partir das tomadas d'água
Tipo:	canal escavado no terreno, sem revestimento, a céu aberto.
Extensão:	38.772 m
Controle:	Por montante
Vazões nos trechos iniciais:	13,664 m³/s
Vazões nos trechos finais:	0,946 m³/s
Características físicas do canal:	base: de 0,60 a 1,85 m taludes laterais: 1,5 (H) : 1,0 (V) declividade de fundo: de 0,20 a 0,30 m/km altura: de 1,25 a 3,28 m largura das bermas: 1,50 m
Parâmetros hidráulicos:	tirante d'água: de 0,95 a 2,78 m "free-board": 0,30 a 0,50 m rugosidade: 0,022 (<i>Manning</i>) velocidade de escoamento: de 0,50 a 0,81 m/s
Situação típica em relação ao terreno natural:	mista (aterro/corte)
Material utilizado na confecção dos canais:	solo residual argiloso
Revestimento dos taludes externos:	grama
Obras especiais:	bueiros (58 unidades) tomadas d'água (20 unidades) pontilhões (31 unidades)
ADUTORA	
FºFº K-7	DN 400mm
Q (L/s)	190
V(m/s)	1,51



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

2.2 PROPOSTA DA AUSM PARA O SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA DA BARRAGEM DO ARROIO TAQUAREMBÓ

A proposta para expansão do sistema de distribuição de água, elaborada pela AUSM, contém considerações sobre o sistema de distribuição de água proposto no Projeto Básico existente e proposta de uma nova concepção de sistema de distribuição que permita uma expansão da área de atendimento. Essa proposta de expansão do sistema de distribuição de água foi encaminhada para ser analisada pelos Consórcios como documento oficial do Estado. Essa proposta, após sua análise e conclusões, deverá ser utilizada como premissa dos Estudos dos Projetos Executivo dos Canais.

O referido documento tece várias considerações a respeito do projeto básico existente dentre as quais podem ser destacados as seguintes:

- O sistema possibilita a irrigação apenas de arroz e eventualmente alguma produção em rotação, na margem esquerda do rio Santa Maria. Porém, futuras utilizações alternativas (incluindo produção em rotação) ainda estão dependentes de pesquisa/avaliação/comprovação de viabilidade/transferência de tecnologias.
- O sistema beneficia as mesmas áreas já utilizadas com arroz irrigado, na margem esquerda do rio Santa Maria, com pequeno incremento, somente de arroz;
- O referido documento avalia que o sistema proposto no Projeto Básico existente exigirá a manutenção/ampliação/implantação de 26 estações de bombeamento na margem esquerda do Rio Santa Maria, Isto exigirá a reavaliação das cargas disponíveis bem como da necessidade de implantação de nova rede elétrica. Também exigirá substituição de sistemas de bombeamento a diesel para 1.580 hectares de arroz;
- Impacto ambiental alto dos sistemas individuais de bombeamento e questionável sustentabilidade ambiental e econômica;
- O Projeto Básico existente implicaria em dificuldades no controle eficiente do processo de distribuição da água/operação dos sistemas face aos percursos longos da água por leitos de rio e arroio e 44 km pelo canal principal. O percurso da água por rio e arroio tem velocidades diferentes ao longo do curso de cada um, além de ser influenciada pelo seu regime hidrológico (variações de vazões), resultando num controle muito difícil dos tempos necessários para



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

o abastecimento dos usuários cadastrados durante o período de necessidade de irrigação, o que determina desperdício de água por impossibilidades de controle eficiente do processo de distribuição da água/operação dos sistemas;

- O sistema permite o monitoramento eficaz, com controle das diretrizes do Enquadramento, somente na área abastecida pelo canal principal e até chegar ao leito do rio Santa Maria, unicamente pela sua margem direita;
- Não permite viabilidade econômica e demanda maior impacto ambiental para o afastamento das áreas de cultivo de arroz da margem esquerda do rio Santa Maria (APP's – sistemas de bombeamento, maior consumo de energia, necessidade de obras de engenharia);

A proposta da AUSM apresenta áreas potencialmente irrigadas por gravidade, que estariam localizadas basicamente entre os canais propostos e o leito do rio Santa Maria, e áreas potencialmente irrigáveis em terras altas, que são as localizadas acima da cota dos canais propostos. Observa-se que a Proposta Alternativa da AUSM contempla os seguintes canais: Canal Principal do Taquarembó; Canal Secundário ME Taquarembó com bombeamento; Canal MD Taquarembó; Canal ME Santa Maria – Taquarembó (Campo Seco); Canal Secundário Picada das Pedras.

As principais características apresentadas na proposta da AUSM são as seguintes:

- Área potencialmente irrigável por gravidade pelo Sistema proposto (5 canais): 35.500 ha;
- Área potencial irrigável até cota 15 m a montante dos canais propostos: 16.900ha;
- Área potencial total irrigável pelo Sistema proposto (a montante e a jusante dos 3 canais): 52.400 ha;
- Extensão total aproximada dos canais propostos: 136 km



25220000011090

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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

As áreas potencialmente irrigáveis são apresentadas na Figura 3, juntamente com os sistemas de canais proposto (incluindo, também o sistema proposto para a barragem do Arroio Jaguari). A Figura 4 apresenta um fluxograma simplificado do sistema de irrigação da barragem do Taquarembó, permitindo uma melhor visualização da nomenclatura adotada para os canais.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

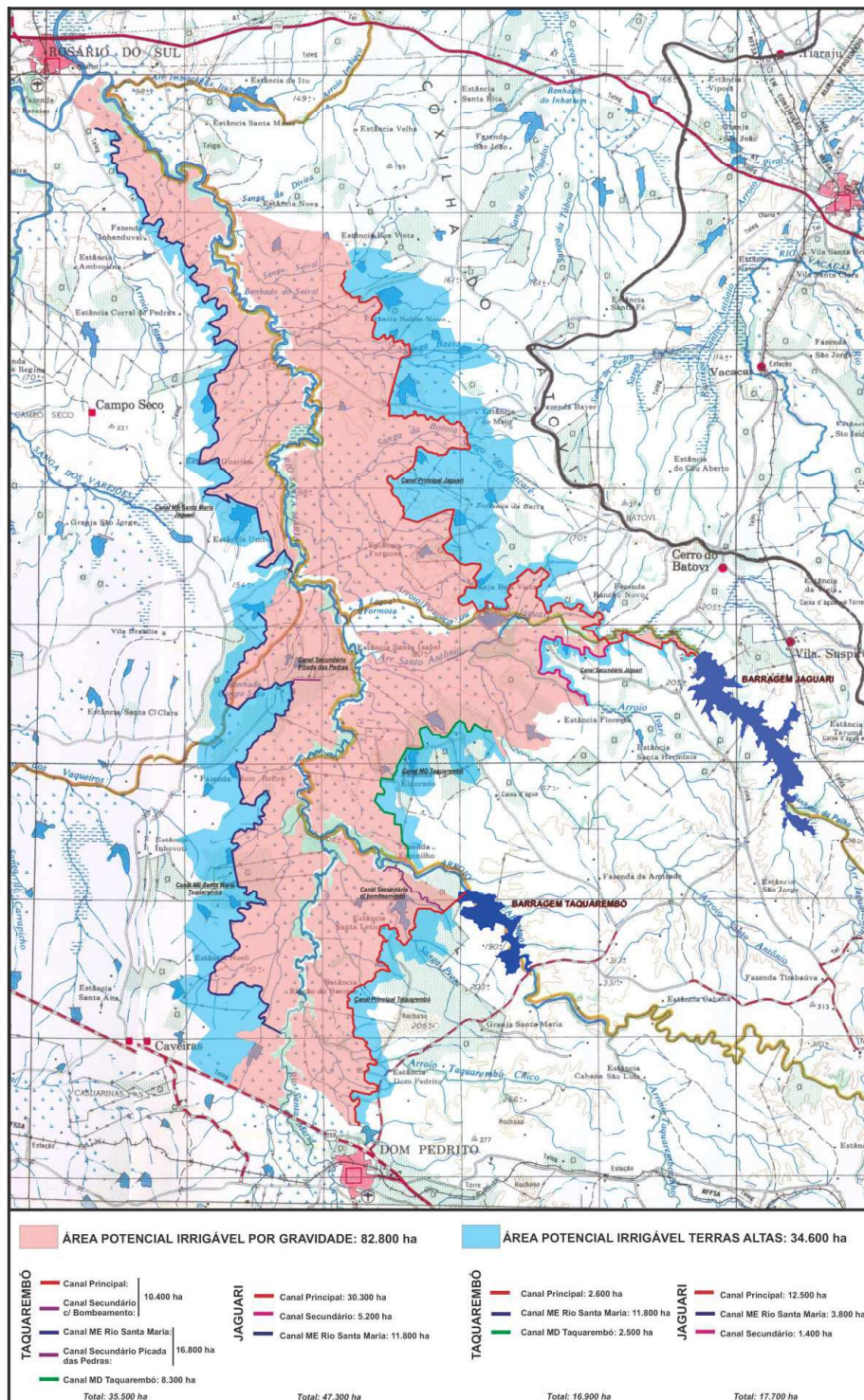


Figura 3. Sistema de distribuição de água proposto pela AUM.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

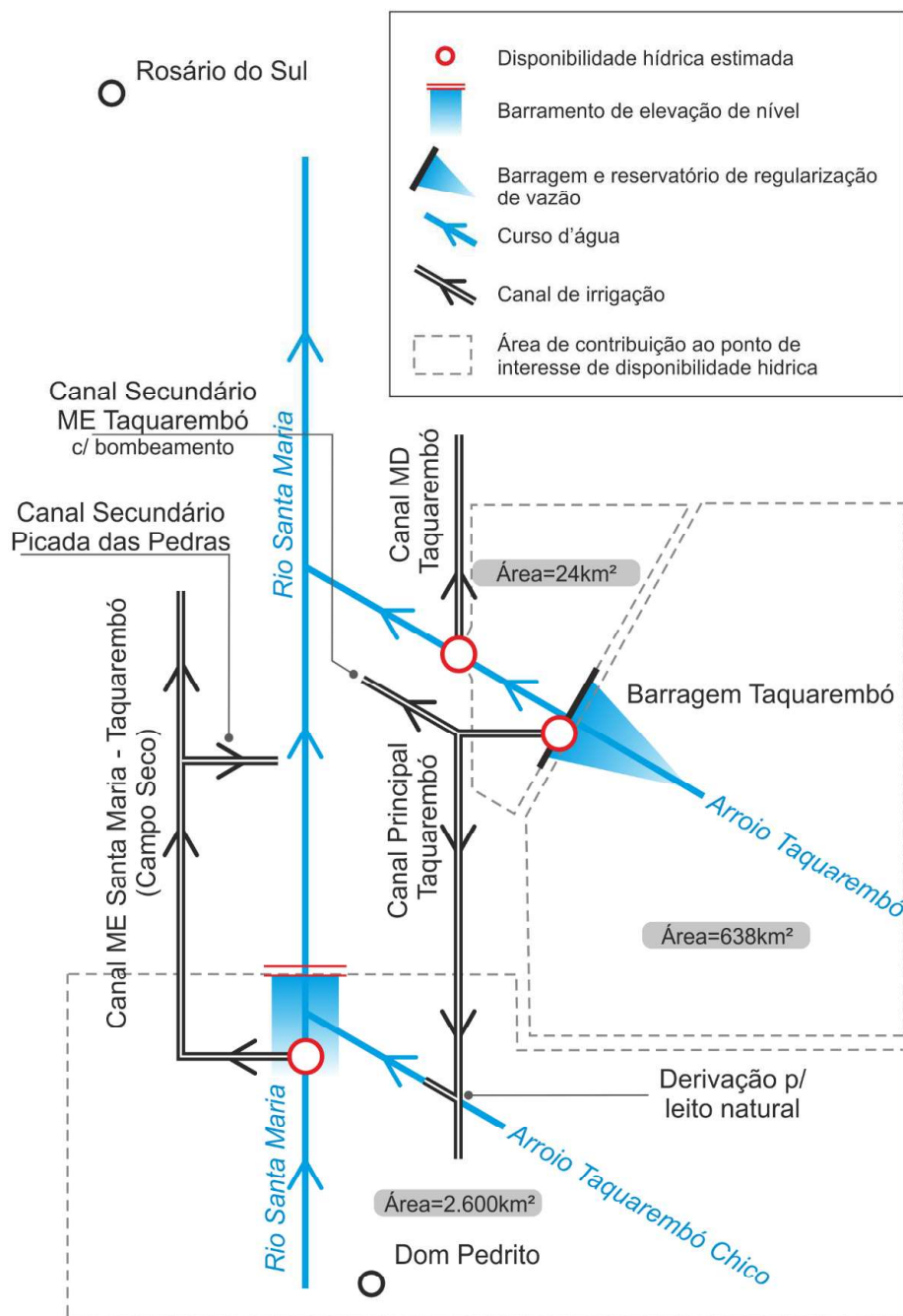


Figura 4. Fluxograma da Proposta Alternativa da AUSM de Irrigação do arroio Taquarembó.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Canal Principal Taquarembó – Proposta da AUSM

A AUSM propõe a implantação de canal principal com capacidade de condução inicial de 21,8 m³/s – a ser analisada referentemente a permanência e simultaneidade temporal da situação extrema para vazões (período inicial da irrigação da lavoura de arroz, considerando-a como 100% da demanda) e derivação para Arroio Taquarembó Chico: até 12,8 m³/s, Extensão total aproximada de 35,5 km.

Canal Secundário ME Taquarembó com bombeamento– Proposta da AUSM

Derivação do Canal Taquarembó Principal, por gravidade, para bombeamento, com capacidade de 2,3 m³/s e altura manométrica aproximada do levante de 8,0 m. Canal escavado (corte/aterro), com extensão de 7,0 km, sem revestimento pelas características do solo na área de seu curso, podendo haver necessidade de impermeabilização ao transpor pontos com rochas isoladas, dependente do traçado a ser definido por levantamento topográfico.

Canal Margem Direita do Arroio Taquarembó– Proposta da AUSM

Derivação do arroio Taquarembó a partir de barramento, ou por bombeamento (menor custo e impacto ambiental), com capacidade de 4,4 m³/s. Para derivação por bombeamento há disponibilidade de energia elétrica a partir da rede construída pela distribuidora para atendimento da empresa construtora da barragem. Canal escavado/meia encosta (corte/aterro), sem necessidade de revestimento pelas características do solo na área de seu curso. Extensão aproximada do canal de 22,0 km. Curso em cota dominante em relação às áreas atualmente cultivadas com arroz. Permite alternativas de irrigação nas áreas a montante de seu curso.

Possibilita retirada de 6 estações de bombeamento de água para irrigação de arroz do leito dos arroios Taquarembó e Santo Antônio. Possibilidade de controle do processo de distribuição da água da barragem Taquarembó, num sistema otimizado para uso de toda a sua capacidade utilizável, assim como gestão dos recursos hídricos das fontes naturais dentro do considerado perímetro de irrigação.

Além das informações constantes nos estudos das barragens e no Projeto Básico dos canais, a proposta para expansão do sistema de distribuição de água elaborada pela AUSM disponibiliza um cadastro de usuários, contendo informação do uso (culturas por irrigação, abastecimento de barragem), das áreas irrigadas, dos volumes de água a serem demandados e pontos de captação de água nos canais previstos pela AUSM.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Não há informações adicionais sobre o meio físico (tipos de solo, formações geológicas, APPs, levantamentos topográficos), além daquelas disponibilizadas nos projetos estudos anteriormente citados.

Canal Margem Esquerda do Rio Santa Maria (Campo Seco) – Taquarembó– Proposta da AUSM

Elevador de nível (1,5 a 2,0 m) no leito do rio Santa Maria a jusante da foz do arroio Taquarembó Chico. A altura manométrica aproximada do levante é de 7,0 a 8,0 m (a ser verificada por levantamento topográfico). Terá necessidade de condução máxima (situação extrema de utilização de toda a água captada/conduzida para irrigação de arroz e início de irrigação simultânea em todas as lavouras) de 12,8 m³/s. O canal percorre área totalmente antropizada. Será escavado/meia encosta (corte/aterro), sem necessidade de revestimento, pelas características do solo na área de seu curso. Este traçado terá cota dominante em relação a todas as áreas atualmente cultivadas com arroz, com água derivada do rio Santa Maria.

Este traçado percorre exatamente as mesmas propriedades cadastradas para uso do sistema Taquarembó do projeto original (facilidade de informação e dados sobre ampliação de usos). Viabiliza o uso de eventuais sobras de águas de sistemas. Possibilita derivação para canais secundários ao longo de seu curso e a partir de seu ponto final, para atendimento de usuários (sustentabilidade econômica) que venham a ser construídos a montante (ex: Ferraria e o ponto final do canal sugerido na margem esquerda do rio Santa Maria coincide com o início do perímetro de irrigação da barragem Jaguari).

Canal Secundário Picada das Pedras– Proposta da AUSM

Derivação a partir do Canal ME Santa Maria – Campo Seco, por gravidade, com capacidade de 1,6 m³/s. Canal escavado (corte/aterro), sem revestimento, com extensão de 2,0 km. Observar necessidade de aqueduto ou sifão em seu percurso.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

2.3 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O PROJETO BÁSICO E A PROPOSTA AUSM

Foi efetuada análise comparativa preliminar entre o Projeto Básico do Sistema de Distribuição da Barragem do Arroio Taquarembó, efetuado pela empresa STE – Serviços Técnicos de Engenharia SA, em junho de 2010, e o proposto pela AUSM, tecendo-se as seguintes considerações:

- Impactos ambientais: o aumento da extensão dos canais repercutirá em impactos físicos, antrópicos e bióticos que deverão ser avaliados, quantificados e mitigados, diversos das condições atuais do licenciamento e programas ambientais previstos. A Tabela 1 apresenta as diferenças entre o sistema existente e o proposto. Em termos gerais, a extensão dos canais é aumentada em 3 vezes (de 44 km para 136 km) para atender uma área potencialmente irrigável de 52.400 ha (ao invés dos 16.700 ha de área irrigada previstos no Projeto Básico existente). Observar que, prevendo que não haverá necessidade de atendimento simultâneo para toda área potencialmente irrigável, a totalização para dimensionamento do sistema proposto é de 32.914 ha.

Tabela 1 - Quadro Comparativo (fonte: AUSM, 2012)

SISTEMA		PROJETO BÁSICO					PROPOSTA AUSM							
TAQUAREMBÓ	CANAL	Ext (km)	Áreas Irrigada (ha)			Vazão máx. (m³/s)	Ext (km)	Áreas Potencialmente Irrigáveis (ha)			Totalização para dimensionamento do Sistema Proposto (ha)			Vazão máx. (m³/s)
			Gravidade	Terras Altas	TOTAL			Gravidade	Terras Altas	TOTAL	Arroz	Outros cultivos	TOTAL	
	Principal	44	10,380	2,600	16,700	13,66	35,5	10,400	2,600	13,000	11,147	6,228	17,375	21,8
	Secundário c/ bomb.	-	-	-	-	-	7,0	Contabilizado no Canal Principal	Contabilizado no Canal Principal	Contabilizado no Canal Principal	1,230	570	1,800	2,3 (derivado do Principal)
	ME Santa Maria Campo Seco	-	-	-	-	-	69,7	16,800	11,800	28,600	6,685	3,254	9,939	12,8
	Picada das Pedras	-	-	-	-	-	2,0	Contabilizado no Canal ME S.Maria	Contabilizado no Canal ME S.Maria	Contabilizado no Canal ME S.Maria	880	80	960	1,6 (derivado do Canal ME S.Maria)
	MD Taquarembó	-	-	-	-	-	22,0	8.300	2.500	10.800	2.440	400	2.840	4,4
TOTAIS		44	10,380	2,600	16,700	13,66	136	8,300	2,500	10,800	901,502	1059,482	991,954	39,0

- Capacidade operacional do reservatório: A definição das áreas potencialmente irrigáveis e delimitação da área a ser irrigada deverá ser analisada de forma



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

criterosa. A área potencialmente irrigável da Proposta da AUSM é 4 vezes maior que a área irrigada no Projeto Básico, enquanto a totalização para dimensionamento é 1,6 vezes maior que a área irrigada no Projeto Básico. Como a água disponível é a mesma nos dois sistemas é necessário avaliar alternativas de atendimento. Neste caso o plano de exploração agrícola será fundamental na avaliação da capacidade de atendimento da barragem bem como na avaliação da vocação agrícola para irrigação em terras altas. As seguintes alternativas são inicialmente propostas:

- reservação adicional, a partir de novos barramentos;
- verificação/alteração 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.

É importante destacar que estas alternativas não são aqui apresentadas em ordem de preferência ou importância – elas são simplesmente listadas, para análise posterior.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

2.4 AVALIAÇÃO DO PROJETO BÁSICO – ATENDIMENTO DO TRAÇADO DOS CANAIS DA PROPOSTA ALTERNATIVA DA AUSM

A comparação dos traçados apresentados na Figura 5 permite concluir que o primeiro segmento do arranjo do sistema apresentado no Projeto Básico em análise é semelhante ao apresentado na Proposta Alternativa da AUSM, para o Canal Principal do Taquarembó.

Há, porém, necessidade de adaptação e complemento do traçado, com a extensão do canal previsto no Projeto Básico e inclusão dos demais canais propostos no sistema alternativo (Canal Secundário ME Taquarembó com bombeamento, Canal MD Taquarembó, Canal ME Santa Maria – Taquarembó (Campo Seco) e Canal Secundário Picada das Pedras).



Legenda

- Malha Viária
- BR 280
- Hidrografia
- Canal de Irrigação (Ste)
- Proposta Alternativa da AUSM (Taquarembó)
- Lago Taquarembó

27



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

2.5 AVALIAÇÃO DO PROJETO BÁSICO - ATENDIMENTO ÀS DEMANDAS HÍDRICAS DA PROPOSTA ALTERNATIVA DA AUSM

Os estudos efetuados no Projeto Básico em análise indicam uma capacidade para irrigar aproximadamente 16.700 ha de lavouras de arroz, com garantia de 95%. O sistema proposto permite a regularização máxima de 13,66m³/s.

A Proposta Alternativa da AUSM para dimensionamento do Sistema Alternativo de Distribuição da Barragem do Arroio Taquarembó contempla irrigação de uma área total de 32.914 ha, sendo 22.382 ha de arroz e 10.532 ha de outros cultivos, com demanda das seguintes vazões:

- Canal Principal do Taquarembó + Canal Secundário ME Taquarembó com bombeamento: 21,8 m³/s;
- Canal MD Taquarembó: 4,4 m³/s;
- Canal ME Santa Maria – Taquarembó (Campo Seco) + Canal Secundário Picada das Pedras: 12,8 m³/s.

Esses dados permitem verificar que o arranjo previsto pelo Projeto Básico não atende as demandas hídricas apresentadas no Sistema Alternativo da AUSM. Há necessidade de buscar outras alternativas para melhorar o nível de atendimento destes pontos. Também observa-se necessidade de alterações na tomada de água da barragem ou tomada d'água complementar.

Conforme apresentado no item 2.3, as seguintes alternativas são inicialmente propostas:

- reservação adicional, a partir de novos barramentos;
- verificação/alteração 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.

Observar que as vazões consideradas acima são aquelas indicadas na Proposta Alternativa da AUSM. Novos valores, mais precisos, serão estimados no item 3 deste relatório, a partir da Proposta de Sistema de Irrigação para o Sistema Integrado de Usos Múltiplos das Barragens Taquarembó e Jaguari, com o detalhamento do Plano Agrícola e dos canais propostos, incluindo estimativas de perda por infiltração e evaporação, conforme as seções calculadas dos canais.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

³ ***PROPOSTA DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO CONSOLIDADO***

3 PROPOSTA DE SISTEMA DE IRRIGAÇÃO CONSOLIDADO PARA O SISTEMA INTEGRADO DE USOS MÚLTIPLOS DA BARRAGEM DO ARROIO TAQUAREMBÓ

Conforme apresentado nos itens anteriores, conclui-se que o arranjo do sistema apresentado no Projeto Básico em análise não atende as necessidades da Proposta Alternativa:

- embora o primeiro segmento do arranjo do sistema apresentado no Projeto Básico disponível seja semelhante ao apresentado na Proposta Alternativa da AUSM, para o Canal Principal do Taquarembó, há necessidade de adaptação e complemento do traçado, com a extensão do canal então previsto e inclusão dos demais canais propostos no Sistema Alternativo da AUSM (Canal Secundário ME Taquarembó com bombeamento, Canal MD Taquarembó, Canal ME Santa Maria – Taquarembó (Campo Seco) e Canal Secundário Picada das Pedras);
- há necessidade de verificar se os volumes disponíveis garantem atendimento das demandas hídricas;
- há necessidade de alterações nas tomadas de água, ou proposta de tomada de água complementar – o Projeto Básico prevê vazão de dimensionamento da tomada de água = $13,66 \text{ m}^3/\text{s}$ ($9,9135 \text{ m}^3/\text{s}$ em canal gravitário e $3,7505 \text{ m}^3/\text{s}$ diretamente no arroio Taquarembó, através de estrutura de descarga localizada no maciço da barragem), enquanto a Proposta da AUSM apresenta demandas de $21,8 \text{ m}^3/\text{s}$ para o Canal Principal + Secundário, $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$ para o canal da MD do Taquarembó e $12,8 \text{ m}^3/\text{s}$ para os canais da ME do Rio Santa Maria.

Foi proposta a confirmação da proposta alternativa da AUSM como premissa para o traçado dos canais, e confecção de uma Proposta de Sistema de Irrigação para o Sistema Integrado de Usos Múltiplos das Barragens Taquarembó e Jaguari, com o detalhamento do Plano Agrícola e dimensionamento dos canais propostos, incluindo



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

estimativas de perda por infiltração e evaporação, conforme as seções calculadas dos canais

3.1 PREMISSAS BÁSICAS PARA CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS

A concepção de um sistema de canais para irrigação é resultado de uma série de etapas encadeadas, com uma lógica clara entre elas.

Antes de iniciar o projeto propriamente dito, deve ser realizado um anteprojeto, que determina os seguintes elementos:

- A disponibilidade de recursos hídricos para satisfazer as necessidades dos usos da água previstos, como irrigação e abastecimento urbano;
- Possibilidade de regulação das vazões no sistema de canais, determinando a probabilidade de atendimento da demanda prevista;
- Delimitação da zona a atender, aptidão do terreno para irrigação e dotações necessárias por unidade de irrigação ou área de lavoura ou pastagem;
- Traçado provisório das redes de canais, vazões a transportar, sendo conveniente a normalização das seções e obras de um mesmo sistema;
- Estudo prévio da organização da gestão do sistema;
- Valoração das obras, licenças, desapropriações e indenizações previstas; e
- Estudo econômico do aproveitamento.

No caso de aprovação do anteprojeto, parte-se para a inserção das modificações sugeridas pelo revisor, quando é necessário reestudar os componentes do projeto afetados pelas modificações.

Para a etapa de projeto, deve-se dispor de um levantamento topográfico que permita a execução dos cálculos hidráulicos e de movimentação de terra, de estudos geotécnicos que permitam identificar pontos críticos do traçado e as possíveis soluções técnicas necessárias para garantir a estabilidade da obra. Além destes, é necessária a avaliação ambiental compatível com o processo de licenciamento.

No caso dos canais do sistema Taquarembó, o processo realizado é um tanto distinto do usual, pois já foram fornecidas as áreas a serem irrigadas por produtor, resultado de uma negociação prévia realizada na bacia pela AUSM – Associação dos Usuários de Água da Bacia do Rio Santa Maria, que também é considerada na análise de viabilidade como o futuro organismo gestor. Além das áreas, o estudo realizado pela AUSM apresenta um traçado proposto, com base em informações altimétricas de um modelo digital de elevação, que permite atender às áreas declaradas pelos proprietários interessados.

Como parâmetros básicos foram adotados:



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

- a) Os canais não serão revestidos, sendo necessário contabilizar uma perda de água que ocorrerá ao longo do mesmo;
- b) As vazões entregues a cada irrigante serão medidas através de orifícios conjugados com vertedores;
- c) As estruturas de elevação de nível serão fixas, reduzindo-se o custo de operação do sistema;
- d) O coeficiente de Manning será constante e igual a 0,0225;
- e) A declividade do fundo do canal será de 0,0001 m/m ou 0,1 m/km;
- f) A seção do canal será trapezoidal, com inclinação dos taludes de 2H:1V.

Estes elementos foram adotados como premissas básica para o dimensionamento do canal, mas que poderão ser revisadas no Projeto Executivo. Para o dimensionamento hidráulico e composição dos custos do sistema de canais, adotou-se uma postura conservadora, considerando a inexistência de dados geotécnicos que permitissem explorar positivamente as características de alguns solos da região. Adotou-se como critério a existência de alguns solos siltosos na região do projeto, razão pela qual o dimensionamento para fins de composição de custos do sistema de condução parte de uma inclinação de taludes fixa igual a 2H:1V. Essa inclinação deve ser revista, trecho a trecho, durante a execução do Projeto Executivo, a partir dos levantamentos geotécnicos na densidade e profundidade compatíveis com o projeto executivo. Nesta fase, poderão ser analisadas as experiências locais e a sua aplicabilidade em trechos do sistema de distribuição. A redução da inclinação traz os benefícios apontados, mas, se aplicada de forma generalizada, poderá resultar em processos erosivos nas margens e/ou deposição de sedimentos junto às estruturas de controle.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

3.2 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGÁVEIS

A definição das áreas potencialmente irrigáveis em projetos convencionais de irrigação parte das condições dos solos e de topografia. Sobre esses elementos básicos, desenham-se os limites das áreas que apresentam condições de serem exploradas sob condições irrigadas e resultarão em ganhos de produtividade sem correr riscos de erosão, salinização ou drenagem deficiente.

No caso do projeto em foco, os futuros usuários, através da Associação dos Usuários de Água da Bacia Hidrográfica do rio Santa Maria – AUSM, apresentaram um levantamento diferenciado. A AUSM questionou a cada produtor qual seria a área que colocaria em exploração irrigada a partir do fornecimento de água do sistema barragem-canais proposto. Com isso, obteve-se uma informação mais detalhada e precisa da área potencialmente irrigável pelo sistema, incluindo nessa avaliação a capacidade ou intenção dos usuários em realizar os investimentos “on farm” necessários para a expansão da área irrigada.

O papel da consultoria nesse caso é o de avaliação das condições pedológicas e topográficas gerais da região atendida pelo traçado proposto e a identificação dos níveis de manejo das lavouras implantadas atualmente, para, de forma sucinta, avaliar a coerência do que foi proposto.

A viagem de campo realizada entre os dias 10, 11 e 12 de janeiro de 2013 possibilitou a visualização de lavouras de soja e arroz sobre diversos solos da bacia, especialmente solos de várzea ou com limitações naturais de drenagem que sofreram processo de drenagem por meio da abertura de canais. Não foram observadas lavouras de milho, pois os produtores relatam que a falta de água no período inicial da lavoura é frequente na região, sendo que o risco de produção sem irrigação é muito elevado. O bom nível técnico das lavouras observadas, com raras áreas falhadas, indica o domínio das práticas de manejo necessárias para a condução dessas culturas nesse ambiente.

Observaram-se também áreas de pastagem nativa que poderiam estar em melhores condições se fossem irrigadas. Por fim, verificou-se o fortalecimento da vitivinicultura regional, em especial do município de Dom Pedrito.

Outro fator a ser destacado é a existência de escritórios de assistência técnica agrícola na região com qualificação para acompanhar a implantação de projetos de irrigação em novas áreas.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Com essas informações, avalia-se que a proposta da AUSM de exploração de arroz, soja e milho, pastagens e fruticultura é pertinente para a região, sendo que há solos disponíveis, domínio técnico e infraestrutura de produção adequada para a ampliação da produção.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

3.3 TRAÇADO DOS CANAIS

A proposta de expansão do sistema elaborada pela AUSM foi desenvolvida tendo por base imagens de satélite e modelo de elevação de terreno da NASA - SRTM, obtidas através da plataforma do software Google Earth, sendo, portanto, necessária a elaboração de uma base cartográfica mais detalhada que permita lançar, com mais rigor e precisão, o traçado dos canais. Embora os Termos de Referência não façam previsão destes serviços, o Consórcio buscou a viabilidade necessária para efetuar as tarefas previstas, através de levantamentos topográficos e geotécnicos.

Assim, adotando-se o traçado proposto pela AUSM como um elemento referencial, foi realizado um levantamento plani-altimétrico de uma faixa de 100 m de terreno, cuja linha central é a projeção do eixo do canal definido pelo ponto de partida e por uma declividade de 1:10.000 que havia sido previamente estabelecida como parâmetro.

A Figura 6 apresenta uma comparação do traçado efetuado no levantamento topográfico e o traçado proposto pela AUSM, para os canais do sistema Taquarembó. Observam-se diferenças, que se devem à necessidade de ajuste do traçado no campo, para manutenção das premissas de declividade mínima do fundo do canal (0,1 m/km). A partir da análise das duas propostas (AUSM e topografia), foi proposto um traçado para o presente estudo, também indicado na figura 6. Este traçado deverá ser verificado/validado/revisado durante os estudos para execução do Projeto Executivo dos Canais, a partir de informações mais completas de topografia e geotecnia.



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



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

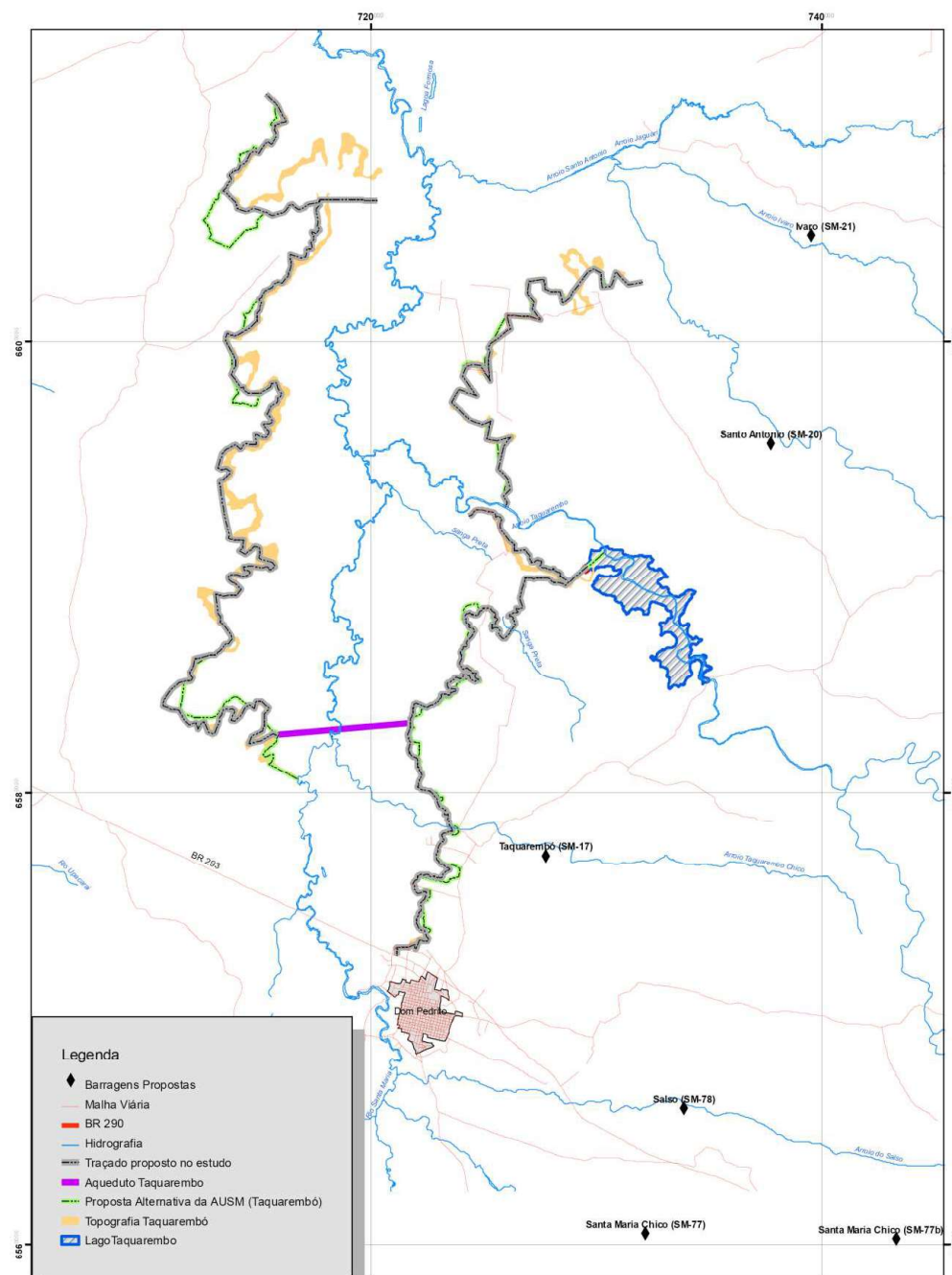


Figura 6. Comparação dos traçados do Levantamento Topográfico e Proposta Alternativa da AUSM, e definição do traçado proposto no presente estudo.