



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Secretaria de Obras e Habitação
Departamento de Barragens e Canais

**CONTRATAÇÃO DE ORÇAMENTAÇÃO, DE REVISÃO DE
PROJETO EXECUTIVO E DE ELABORAÇÃO DOS
TERMOS DE REFERÊNCIA CONSTRUTIVO E AMBIENTAL
DA BARRAGEM DO ARROIO TAQUAREMBÓ - RS**



**SF ENGENHARIA
DIFERENCIADA**

**Volume 2 - Termo de Referência
Anexo 3**

**MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO DE ENGENHARIA
Revisão/Atualização**

Maio de 2022



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS
MÚLTIPLOS DA ÁGUA
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO -
DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

DETALHAMENTO DO PROJETO DE ENGENHARIA DA BARRAGEM NO ARROIO TAQUAREMBÓ/RS

1435-R-PRJ-FIN-01-04

Relatório Final

Volume 1 – Memorial Descritivo



ABRIL/2010



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO

Código do Documento:	1435-R-PRJ-FIN-01-04			
Título do Relatório:	Relatório de Final – Volume 1 – Memorial Descritivo – Detalhamento do Projeto de Engenharia da Barragem no Arroio Taquarembó/RS			
Aprovação Inicial por:	Edgar H. Candia/Daniel I. Bolsoni			
Data da Aprovação Inicial:	29/04/2010			
Controle de Revisões				
Revisão n°:	Natureza	Aprovação		
		Data	Nome	Rubrica

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Índice.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

ÍNDICE DE VOLUMES

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Índice.docx

Consórcio:



iii



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

DETALHAMENTO DO PROJETO DE ENGENHARIA, ELABORAÇÃO DO PLANO
BÁSICO AMBIENTAL, SUPERVISÃO E APOIO À FISCALIZAÇÃO DAS OBRAS DA
BARRAGEM DO ARROIO TAQUAREMBÓ, LOCALIZADA NA DIVISA DOS
MUNICÍPIOS DE DOM PEDRITO E LAVRAS DO SUL – RS

PARTE A: ELABORAÇÃO DO DETALHAMENTO DO PROJETO DE ENGENHARIA

ÍNDICE DE VOLUMES

Volume 1 – Memorial Descritivo

Volume 2 – Peças Gráficas

Volume 3 – Anexos

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Índice.docx

Consórcio:



iv



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

ÍNDICE

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Índice.docx

Consórcio:



v



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

DETALHAMENTO DO PROJETO DE ENGENHARIA, ELABORAÇÃO DO PLANO
BÁSICO AMBIENTAL, SUPERVISÃO E APOIO À FISCALIZAÇÃO DAS OBRAS DA
BARRAGEM DO ARROIO TAQUAREMBÓ, LOCALIZADA NA DIVISA DOS
MUNICÍPIOS DE DOM PEDRITO E LAVRAS DO SUL – RS

PARTE A: ELABORAÇÃO DO DETALHAMENTO DO PROJETO DE ENGENHARIA

VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO

ÍNDICE

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1.1 Identificação do Contrato de Prestação de Serviços	2
1.2 Localização, Acessos e Abrangência Municipal.....	3
1.2.1 Localização e Acessos.....	3
1.2.2 Abrangência Municipal.....	6
1.3 Objetivos e Escopo do Trabalho	8
1.4 Conteúdo do Presente Relatório	9
2 VERIFICAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO PROJETO BÁSICO	10
2.1 Arranjo Geral da Obra.....	11
2.2 Análise da Concepção das Obras.....	12
2.3 Análise dos Aspectos Hidrológicos	13
2.4 Análise dos Levantamentos Topográficos.....	14
2.5 Análise dos Aspectos Geotécnicos	14
2.6 Análise de Dimensionamentos e Projetos Hidráulicos	15
2.7 Análise dos Projetos Hidromecânicos e Elétricos.....	16
2.8 Análise de Adequabilidade dos Equipamentos	16
2.9 Análise do Sistema de Controle de Adução a Partir da Barragem	17
2.10 Análise dos Aspectos Ambientais	17
2.10.1 Programa de Gestão Ambiental	22
2.10.2 Meio Físico	22
2.10.3 Meio Biótico	25
2.10.4 Meio Socioeconômico	30
2.11 Análise dos Aspectos Construtivos	33
2.12 Análise da Compatibilidade das Especificações e Quantitativos	35
2.13 Proposições de Soluções Alternativas a Serem Otimizadas no Projeto Executivo	37

Consórcio:

vi





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

3 LEVANTAMENTOS E ESTUDOS COMPLEMENTARES	39
3.1 Levantamentos Topográficos.....	40
3.1.1 Marcos de Referência	40
3.1.2 Descrição dos Trabalhos Realizados	42
3.1.3 Resultados Obtidos.....	42
3.2 Estudos Geológico-Geotécnicos	43
3.2.1 Investigações na Área da Barragem	43
3.2.2 Investigações na Área de Pedreira	60
3.2.3 Investigações nas Áreas de Pontos de Fuga	61
3.2.4 Relatório Geológico	61
3.3 Estudos Hidroclimatológicos	90
3.3.1 Estudo de Precipitações	90
3.3.2 Evaporação Média Mensal.....	92
3.3.3 Análise das Vazões de Longo Termo.....	93
3.3.4 Definição de Vazões Mínimas Remanescentes	105
3.3.5 Estudo do Aporte de Sedimentos e Definição do Volume Inativo.....	105
3.3.6 Balanço Hídrico do Reservatório para Diversas Funcionalidades	111
3.3.7 Definição das Cheias de Projeto	114
4 PROJETO EXECUTIVO DAS ESTRUTURAS HIDRÁULICAS.....	124
4.1 Desvio do Arroio Durante o Período Construtivo.....	125
4.1.1 Concepção das Obras do Desvio.....	125
4.1.2 Definição da Vazão de Desvio Considerando o Fator Risco	126
4.1.3 Estimativa da Curva Chave do Rio a Jusante da Barragem.....	128
4.1.4 Cota de Coroamento das Ensecadeiras da 1ª Fase de Desvio e Estrangulamento do Arroio	129
4.1.5 Cota de Coroamento das Ensecadeiras da 2ª Fase de Desvio e Dimensionamento Hidráulico das Adufas.....	139
4.1.6 Fechamento do Desvio do Rio para Enchimento do Reservatório	140
4.2 Projeto dos Dispositivos de Captação Hídrica.....	142
4.2.1 Considerações Iniciais	142
4.2.2 Concepção das Obras	143
4.2.3 Tomada d'Água.....	143
4.2.4 Descarga de Fundo	148

Consórcio:

vii





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

4.2.5 Abordagem sobre Aspectos Construtivos e Operacionais.....	148
4.3 Descarregador de Cheias	148
4.3.1 Concepção da Obra.....	148
4.3.2 Propagação das Cheias no Reservatório.....	149
4.3.3 Definição do Perfil Vertente	156
4.3.4 Dimensionamento do Sistema de Dissipação de Energia	157
4.3.5 Canal de Restituição.....	161
5 PROJETO EXECUTIVO DAS FUNDAÇÕES E ESCAVAÇÕES	162
5.1 Considerações sobre o Perfil Geológico-Geotécnico do Eixo.....	163
5.2 Projeto das Escavações.....	163
5.2.1 Critérios Adotados para Definição dos Taludes e Profundidades das Escavações	164
5.2.2 Escavações nas Ombreiras	165
5.2.3 Escavações para Desvio do Arroio	166
5.2.4 Escavações na Calha do Arroio e no Canal de Restituição.....	166
5.2.5 Recomendações Executivas.....	166
5.3 Ensecadeiras.....	167
5.3.1 Ensecadeira da 1ª Fase de Desvio	167
5.3.2 Ensecadeiras da 2ª Fase de Desvio	169
5.4 Tratamento de Fundações da Barragem.....	173
5.4.1 Análise da Estanqueidade das Fundações	173
5.4.2 Projeto das Injeções na Fundação	174
5.5 Projeto de Drenagem das Fundações.....	180
5.5.1 Estimativa das Vazões a Serem Drenadas	180
5.5.2 Esgotamento das Águas de Drenagem da Galeria	181
5.5.3 Reaterros e Sistema de Drenagem Subterrânea à Jusante	185
6 PROJETO EXECUTIVO DO MACIÇO DA BARRAGEM.....	187
6.1 Generalidades	188
6.2 Descrição das Estruturas de Concreto da Barragem	188
6.3 Seção Transversal Adotada.....	189
6.4 Definição da Cota de Coroamento do Maciço	190
6.4.1 Ventos Extremos.....	190
6.4.2 Determinação da Cota de Coroamento.....	191

viii

Consórcio:



1435-R-PRU-FIN-01-04_Índice.docx





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

6.5	Análise da Estabilidade do Maciço.....	193
6.5.1	Considerações Gerais.....	193
6.5.2	Convenções.....	193
6.5.3	Modelo de cálculo.....	194
6.5.4	Determinação dos Coeficientes de Segurança.....	195
6.6	Resumo dos Procedimentos de Cálculo Adotados.....	196
6.6.1	Análise de Estabilidade de Seções Características da Barragem.....	196
6.6.2	Seção Tipo 1 – (Ombreira).....	197
6.6.3	Seção Tipo do Vertedouro.....	212
6.6.4	Resumo das Verificações.....	226
6.6.5	Conclusões.....	227
6.7	Materiais de Construção Utilizados.....	227
6.8	Procedimento Construtivo Adotado.....	228
6.9	Detalhes Construtivos Relevantes.....	229
7	PROJETO EXECUTIVO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO.....	231
7.1	Apresentação.....	232
7.2	Armaduras.....	232
7.2.1	Armadura de pele das faces.....	232
7.2.2	Lajes pré-moldadas da Galeria de Drenagem.....	234
7.2.3	Lajes pré-moldadas no encontro das galerias.....	236
7.2.4	Lajes pré-moldadas no Poço de Drenagem da Tomada de Água.....	237
7.3	Cálculo do Desvio do Rio.....	240
7.3.1	Adufas - Blocos 13 e 14.....	240
7.3.2	Dimensionamento das Adufas.....	253
7.3.3	Muro Montante do Desvio do Rio.....	256
7.3.4	Muro Montante de Apoio da Ensecadeira de Montante.....	271
7.3.5	Muro de Jusante do Bloco 14.....	275
7.3.6	Muro de Jusante do Bloco 13.....	279
7.3.7	Muro de Montante do Bloco 12.....	291
7.3.8	Lajes de Concreto de Fechamento das Adufas.....	300
7.4	Tomada de Água.....	306
7.4.1	Casa de Abrigo e Operação da Válvula de Jato Oco.....	306
7.5	Muro de Jusante da Bacia de Dissipação – Bloco 06.....	336

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Índice.docx

Consórcio:



ix





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

7.6 Cálculo dos Chumbadores da Bacia de Dissipação	342
7.6.1 Cálculo do Espaçamento dos Chumbadores	342
8 PROJETOS DOS EQUIPAMENTOS E DISPOSITIVOS HIDROMECÂNICOS	343
8.1 Descrição dos Equipamentos	344
8.1.1 Tomada d'água	344
8.1.2 Galerias de desvio	345
8.2 Peso dos Equipamentos Principais	345
8.3 Capacidade das Talhas Elétricas	345
9 PROJETO EXECUTIVO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	346
9.1 Projeto das Instalações Elétricas	347
9.1.1 Considerações Gerais	347
9.1.2 Ramal de Ligação de Energia	347
9.1.3 Subestação Transformadora	347
9.1.4 Rede de Distribuição de B.T.	348
9.1.5 Distribuição de Força e Iluminação	348
9.1.6 Redes Externas e Iluminação Viária	349
10 PONTOS DE FUGA	350
10.1 Considerações Prévias	351
10.2 Definição da Cota de Coroamento	351
10.2.1 Ventos Extremos	351
10.2.2 Determinação da Cota de Coroamento	352
10.3 Ponto de Fuga Nº 01	353
10.3.1 Perfil de Escavação	354
10.3.2 Definição da Seção Transversal Tipo	354
10.3.3 Transições Filtrantes e Filtros	355
10.3.4 Análise de Estabilidade de Taludes	356
10.3.5 Sistema de Drenagem Interna e da Fundação	359
10.3.6 Revestimento dos Taludes e Crista	360
10.4 Ponto de Fuga Nº 02	360
10.4.1 Perfil de Escavação	360
10.4.2 Definição da Seção Transversal Tipo	361
10.4.3 Análise de Estabilidade de Taludes	362

Consórcio:

X





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

10.4.4 Sistema de Drenagem Interna e da Fundação.....	364
10.4.5 Revestimento dos Taludes e Crista.....	364
10.5 Ponto de Fuga Nº 03.....	364
10.5.1 Perfil de Escavação	364
10.5.2 Definição da Seção Transversal Tipo.....	365
10.5.3 Análise de Estabilidade de Taludes	365
10.5.4 Sistema de Drenagem Interna e à Jusante	366
10.5.5 Revestimento dos Taludes e Crista.....	366
10.6 Ponto de Fuga Nº 04.....	366
10.6.1 Perfil de Escavação	366
10.6.2 Definição da Seção Transversal Tipo.....	367
10.6.3 Análise de Estabilidade de Taludes	367
10.6.4 Sistema de Drenagem Interna e à Jusante	368
10.6.5 Revestimento dos Taludes e Crista.....	368
11 OBRAS COMPLEMENTARES.....	369
11.1 Instrumentação Geotécnica	370
11.1.1 Instrumentação da Barragem.....	370
11.1.2 Instrumentação da Encosta Natural	378
11.2 Especificação Técnica Complementar: Instrumentação Geotécnica	384
11.2.1 Instalação de Piezômetros.....	384
11.2.2 Instalação dos Medidores de Vazão	386
11.2.3 Instalação dos Medidores Triortogonais de Juntas	386
11.2.4 Monitoramento	387
11.3 Drenagem Superficial.....	387
12 PROJETOS DE ACESSOS E ADEQUAÇÃO VIÁRIA	389
12.1 Localização e Acessos.....	390
12.2 Estudos Topográficos	390
12.2.1 Introdução.....	390
12.3 Rodovia RS/630.....	390
12.3.1 Projeto Geométrico	390
12.3.2 Projeto de Terraplenagem.....	391
12.3.3 Projeto de Sinalização	393
12.3.4 Projeto de Obras de Arte Especiais	396

xi

Consórcio:



1435-R-PRJ-FIN-01-04_Índice.docx





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

12.3.5 Projeto de Obras Complementares	396
12.4 Via Principal 01 e Via Principal 02	397
12.4.1 Projeto Geométrico	397
12.4.2 Projeto de Terraplenagem.....	399
12.4.3 Pavimentação	399
13 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE NOVOS SERVIÇOS, EQUIPAMENTOS E MATERIAIS PROPOSTOS	400
13.1 Utilização de Explosivos para Escavação em Rocha	401
13.1.1 Responsabilidade e Segurança	401
13.1.2 Procedimentos Preliminares	401
13.1.3 Calibração dos Planos de Fogo	402
13.1.4 Tipos de Detonação	404
13.1.5 Demarcação dos Locais de Detonação.....	406
13.1.6 Qualidade e Acompanhamento da Perfuração.....	407
13.1.7 Explosivos.....	407
13.1.8 Controle das Vibrações.....	409
13.1.9 Medição e Pagamento	410
13.2 Concreto Convencional Vibrado – CCV	410
13.2.1 Generalidades.....	410
13.2.2 Materiais	411
13.2.3 Preparação	415
13.2.4 Lançamento do Concreto.....	417
13.2.5 Proteção e Cura do Concreto.....	418
13.2.6 Acabamento das Superfícies de Concreto	420
13.2.7 Reparos no Concreto	421
13.2.8 Tipos de Concreto.....	421
13.2.9 Medição e Pagamento	422
13.3 Fornecimento e Execução de Dispositivo de Ancoragem (Chumbadores)	423
13.3.1 Generalidades.....	423
13.3.2 Chumbadores	423
13.3.3 Fixação dos Chumbadores	423
13.3.4 Medição e Pagamento	424
13.4 Cimbramento	424
13.4.1 Definição.....	424

xii

Consórcio:



1435-R-PRJ-FIN-01-04_Índice.docx





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

13.4.2 Materiais	424
13.4.3 Execução	424
13.4.4 Controle	425
13.4.5 Aceitação	426
13.4.6 Medição e Pagamento	426
13.5 Especificações Técnicas Elétricas	426
13.5.1 Especificações Técnicas de Serviços e Equipamentos Principais.....	426
13.5.2 Especificações Técnicas Gerais.....	431
13.6 Especificações Técnicas dos Equipamentos Hidromecânicos	435
13.6.1 Generalidades.....	435
13.6.2 Normas Técnicas	435
13.6.3 Comportas Ensecadeiras das Galerias de Desvio do Rio	436
13.6.4 Tomada D'Água.....	437
13.6.5 Requisitos de projeto e fabricação para Grades.....	437
13.6.6 Requisitos de projeto e fabricação para a Comporta Ensecadeira	438
13.6.7 Requisitos de projeto e fabricação para Comporta vagão	438
13.6.8 Requisitos de projeto e fabricação para o Conduto	439
13.6.9 Requisitos de projeto e fabricação para Válvula Dispensora.....	439
13.6.10 Requisitos de Projeto e Fabricação para Acionamento por Cilindros Hidráulicos para a Válvula Dispensora	440
13.6.11 Descarregador de Fundo	441
13.6.12 Requisitos de projeto e fabricação para Grade do descarregador de Fundo	441
13.6.13 Requisitos de projeto e fabricação para Válvula de Gaveta DN 1000	441
13.6.14 Especificações Gerais.....	441
13.7 Especificações Técnicas das Instalações Elétricas.....	442
13.7.1 Especificações Técnicas de Serviços e Equipamentos Principais.....	442
13.7.2 Especificações Técnicas Gerais.....	446
13.8 Especificações Técnicas para Produção de Areia Artificial	451
13.8.1 Processamento de Areia Artificial.....	451
13.8.2 Ensaios de Controle.....	453
13.8.3 Medição e Pagamento	454
13.9 Especificação de Concreto Compactado com Rolo.....	454
13.9.1 Ensaios	455
13.9.2 Materiais	455
13.9.3 Composição dos Concretos e Argamassa	457

xiii

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

13.9.4 Central para Concreto Compactado com Rolo	458
13.9.5 Arranque da Fundação	459
13.9.6 Transporte	460
13.9.7 Lançamento	460
13.9.8 Concreto Convencional nos Contatos com os Taludes de Rocha	463
13.9.9 Lançamento de CCR Junto à Forma.....	463
13.9.10 Espalhamento do Concreto Compactado com Rolo.....	463
13.9.11 Adensamento.....	464
13.9.12 Cura	464
13.9.13 Juntas	465
13.9.14 Formas.....	465
13.9.15 Execução da Junção entre o CCR e o Concreto Convencional.....	465
13.9.16 Grampos e Armadura de Ancoragem.....	466
13.9.17 Ensaios de Controle.....	466
13.9.18 Medição e Pagamento	468
14 REVISÃO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTOS	469
15 PROGRAMA DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	482
15.1 Operação	483
15.1.1 Operação em Regime de Cheias	484
15.1.2 Operação de Emergência	484
15.1.3 Controle de Materiais Flutuantes e/ou Entulhos	485
15.1.4 Controle da Eutrofização.....	485
15.2 Manutenção	486
15.2.1 Estruturas de Concreto	486
15.2.2 Estruturas Metálicas.....	487
15.2.3 Barragens de Terra.....	487
15.2.4 Equipamentos	488
15.2.5 Comunicação e Controle.....	488
15.2.6 Vias de Acesso à Barragem e às Estruturas Anexas	488
15.2.7 Manutenção da Área da Faixa de Proteção	489
15.3 Recomendações	489
16 FICHA TÉCNICA DO PROJETO	491

Consórcio:

xiv



1435-R-PRJ-FIN-01-04_Índice.docx





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

RELAÇÃO DE QUADROS E FIGURAS

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Índice.docx

Consórcio:

XV





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

RELAÇÃO DE QUADROS

Quadro 1.1: Abrangência Municipal da Área de Estudos	6
Quadro 1.2: Serviços a Realizar Visando o Detalhamento do Projeto Básico	8
Quadro 2.1: Programas Ambientais Previstos no Edital de Concorrência No 001/2008.....	18
Quadro 2.2: Relação de Programas Ambientais Complementares	19
Quadro 2.3: Comparativo entre a Relação de Programas da Licença e Programas do Edital	20
Quadro 2.4: Programas Ambientais Adicionais	21
Quadro 3.1: Marcos de Referência	40
Quadro 3.2: Curvas Cota – Área – Volume.....	42
Quadro 3.3: Classificação dos piroclastos (fragmentos)	65
Quadro 3.4: Classificação das rochas piroclásticas	65
Quadro 3.5: Caracterização das estruturas (juntas de contração, fraturas e falhas) nas diferentes famílias.....	80
Quadro 3.6: Evaporação Média Mensal na Estação 83980 Bagé (INMET: Normais climatológica 1961-1990).....	92
Quadro 3.7: Parâmetros de calibração do modelo MODHAC para a estação Passo do Guterres.....	100
Quadro 3.8: Série de vazões médias mensais afluentes ao reservatório	102
Quadro 3.9: Vazões médias mensais afluentes à barragem do Arroio Taquarembó.....	104
Quadro 3.10: Orientação para escolha ou correção da descarga do leito (ICOLD, 1989)	106
Quadro 3.11: Produção de sedimentos afluentes a barragem Taquarembó com base na Estação Rosário do Sul.....	107
Quadro 3.12: Valores do coeficiente K.....	110
Quadro 3.13: Parâmetros empregados para estimar o volume inativo	110
Quadro 3.14: Sequência de cálculo para análise operacional do reservatório	112
Quadro 3.15: Demandas médias unitárias para irrigação	113
Quadro 3.16: Garantia de atendimento de irrigação na Barragem Taquarembó	113
Quadro 3.17: Coeficiente K da fórmula do extinto DNOS.....	115
Quadro 3.18: Precipitações máximas na bacia da Barragem do Arroio Taquarembó.....	116
Quadro 3.19: Determinação do CN.....	117
Quadro 3.20: Vazões de projeto para diferentes períodos de retorno	119
Quadro 3.21: Comparação dos volumes escoados na estação fluviométrica de Passo do Guterres e dos volumes precipitados na estação pluviométrica de Torquato Severo – 03154003	119

Consórcio:

xvi



1435-R-PRJ-FIN-01-04_Índice.docx





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

Quadro 3.22: Hidrogramas registrados na estação fluviométrica de Passo do Guterres, adimensionalizados em relação ao pico observado (Q/Qmax).....	120
Quadro 3.23: Hidrogramas afluentes ao reservatório Taquarembó para Tr de 5, 10 e 100 anos.....	122
Quadro 4.1: Risco de rompimento de ensecadeira conforme o esquema de desvio adotado (Eletrobrás, 1997)	126
Quadro 4.2: Risco associado ao rompimento da ensecadeira versus tempo de recorrência do evento de cheia.....	127
Quadro 4.3: Características hidráulicas obtidas pela simulação no HEC-RAS 4.0 para cheia de desvio do rio com a ensecadeira implantada.	132
Quadro 4.4: Probabilidade de ocorrência de vazões segundo o mes do ano.....	140
Quadro 4.5: Cálculo das perdas de carga no circuito hidráulico.....	146
Quadro 4.6: Coeficientes de descarga da válvula dispersora de jato oco para diferentes aberturas	147
Quadro 4.7: Dimensionamento da tomada d'água para irrigação	147
Quadro 4.8: Principais dimensões da bacia de dissipação da válvula de jato oco	147
Quadro 4.9: Propagação da cheia Tr 10.000 anos com diferentes dias de duração	150
Quadro 4.10: Hidrogramas afluentes e efluentes a barragem Taquarembó e vertedouro com comprimento 160 m	152
Quadro 4.11: Característica do vertedouro em degraus e da bacia de dissipação empregados.....	161
Quadro 5.1: Ocorrência de materiais e taludes recomendados para as escavações provisórias	164
Quadro 5.2: Orientação geral para análise das absorções de cimento (caldas).....	175
Quadro 5.3: Locação das injeções nas ombreiras	176
Quadro 5.4: Resumo dos furos de drenagem da fundação a serem executados na galeria de inspeção.....	182
Quadro 5.5: Resumo dos furos de drenagem do maciço a serem executados até o topo da galeria de inspeção.....	184
Quadro 6.1: Parâmetros empregados para a determinação do vento de projeto	191
Quadro 6.2: Cálculo do Fetch Efetivo	192
Quadro 6.3: Parâmetros de cálculo da cota de coroamento da barragem e valores adotados.....	192
Quadro 10.1: Parâmetros empregados para a determinação do vento de projeto	352
Quadro 10.2: Cálculo do Fetch Efetivo	353
Quadro 10.3: Parâmetros de cálculo da cota de coroamento dos pontos de fuga e valores adotados	353
Quadro 10.4: Faixas Granulométricas do Filtro de Areia e Transições Granulométricas	356

xvii

Consórcio:



1435-R-PRU-FIN-01-04_Índice.docx





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Quadro 10.5: Parâmetros geotécnicos utilizados na análise geotécnica do Ponto de Fuga Nº 01	357
Quadro 10.6: Resultados das análises de estabilidade de taludes do Ponto de Fuga Nº 01.....	358
Quadro 10.7: Parâmetros geotécnicos utilizados na análise geotécnica para o Ponto de Fuga Nº 02	362
Quadro 10.8: Resultados das análises de estabilidade de taludes do Ponto de Fuga Nº 02.....	362
Quadro 11.1: Resumo dos quantitativos previstos na instrumentação geotécnica	370
Quadro 11.2: Locação dos piezômetros (PZ-01 a PZ-04) a serem instalados no interior da galeria de drenagem e inspeção	373
Quadro 11.3: Localização e vazões dos medidores MV-02 a MV-04	374
Quadro 11.4: Localização dos medidores triortogonais de juntas	375
Quadro 11.5: Resumo dos resultados de recalque vertical calculado	378
Quadro 11.6: Locação dos piezômetros a serem instalados na encosta natural a jusante da barragem.....	379
Quadro 13.1: Parâmetros básicos dos planos de fogo.....	404
Quadro 13.2: Configuração sugerida para a linha de pré ou pós-fissuramento.....	406
Quadro 13.3: Granulometria de Areia Artificial	453
Quadro 13.4: Composição Granulométrica da Mistura de Agregados.....	457

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Índice.docx

Consórcio:



xviii





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1.1: Vista de montante para jusante do eixo da futura barragem do Arroio Taquarembó.	3
Figura 1.2: Calha do Arroio Taquarembó no eixo da barragem.....	4
Figura 1.3: Localização e acessos à barragem do Arroio Taquarembó/RS.....	5
Figura 1.4: Percentual da área de estudo inserida na área dos municípios	6
Figura 1.5: Mapa de Abrangência Municipal	7
Figura 2.1: Encosto da Ensecadeira de Montante em Paredes Solidárias a Estrutura da Galeria de Desvio	34
Figura 2.2: Encosto da Ensecadeira de Jusante (2ª Fase) em Muro Localizado Paralelamente ao Sentido do Fluxo	35
Figura 2.3: Transferência da Tomada d'Água Principal da Barragem para o Interior do Reservatório	38
Figura 3.1: Marco M2 implantado na ombreira direita	40
Figura 3.2: Curvas Cota – Área – Volume do reservatório	43
Figura 3.3: Execução do furo SME-07/eixo.....	45
Figura 3.4: Condutividade hidráulica das ombreiras	47
Figura 3.5: Condutividade hidráulica da calha do arroio.....	48
Figura 3.6: Condutividade hidráulica da fundação	49
Figura 3.7: Afloramento rochoso na margem esquerda, cerca de 100 m a montante do eixo.....	50
Figura 3.8: Seção Geofísica no eixo atual.....	50
Figura 3.9: Variações de resistividade em Rochas e Solos. Modificado de Ward. S. H (1990).....	51
Figura 3.10: Imageamento ao Longo do Eixo Estudado (Processamento Inicial).....	54
Figura 3.11: Imageamento ao Longo do Eixo Estudado (Processamento Final)	55
Figura 3.12: Imageamento em Seção Paralela 50m a Jusante do Eixo Estudado	56
Figura 3.13: Imageamento em Seção Paralela 80m a Montante do Eixo Estudado (L2 Central).....	57
Figura 3.14: Imageamento na Ombreira Esquerda em Seção à Montante, no Prolongamento da L2 (Linha L1).....	58
Figura 3.15: Imageamento na Ombreira Direita em Seção à Montante, no Prolongamento da L2 (Linha L3).....	59
Figura 3.16: Mapa Geológico Regional. Fonte: CPRM(2008)	63
Figura 3.17: Platô do Taquarembó (ao fundo)	64
Figura 3.18: Orientação dos planos das descontinuidades medidos na barragem do Taquarembó	66
	xix

Consórcio:



1435-R-PRJ-FIN-01-04_Índice.docx



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

Figura 3.19: Tipo de afloramento típico da região com grande número de blocos e matacões (ombreira esquerda)	67
Figura 3.20: Amostras das rochas encontradas em campo: no alto Lapilito, abaixo e na esquerda Brecha e na direita Lapili Brecha (ombreira esquerda).....	67
Figura 3.21: Junta de contração em rocha levemente alterada	68
Figura 3.22: Descontinuidades extraídas das fotografias aéreas para a área de entorno da barragem Taquarembó	69
Figura 3.23: Lapilitos – topo da ombreira direita	70
Figura 3.24: Descontinuidades medidas e rochas encontradas no entorno do eixo	72
Figura 3.25: Falha localizada na base da encosta – ombreira esquerda.....	73
Figura 3.26: Zona de falha a montante do eixo alternativo do barramento – ombreira esquerda.....	73
Figura 3.27: Lajeado a montante da ombreira esquerda ao lado do arroio	74
Figura 3.28: Lajeado a montante da ombreira esquerda ao lado do arroio	75
Figura 3.29: Lajeado no leito do arroio a montante do barramento	75
Figura 3.30: Disjunções horizontais (mesmo afloramento da Figura 3.29).....	76
Figura 3.31: Afloramento próximo a ombreira direita do ponto de fuga1	77
Figura 3.32: Afloramento próximo ao ponto de fuga 2 (riolitos)	78
Figura 3.33: Diagrama de roseta das juntas de contração. N=16.....	79
Figura 3.34: Diagrama de roseta das descontinuidades. N=40	79
Figura 3.35: Diagrama de pólos das descontinuidades. N=40	80
Figura 3.36: Seção geológica-geotécnica do eixo do barramento.....	82
Figura 3.37: Encosta próxima a ombreira esquerda.....	83
Figura 3.38: Escavação próxima ao britador	84
Figura 3.39: Perfil de alteração típico.....	84
Figura 3.40: Mapa da Sismicidade Natural Brasileira. Fonte SIS-UnB	85
Figura 3.41: Mapa geológico com localização de grandes estruturas próximas ao Arroio Taquarembó. CPRM (2008).....	87
Figura 3.42: Características da Estação Torquato Severo – 03154003	90
Figura 3.43: Características da Estação Dom Pedrito – 03054002	91
Figura 3.44: Precipitações Médias Mensais – Estação Torquato Severo	91
Figura 3.45: Precipitações Totais Anuais – Estação Torquato Severo	92
Figura 3.46: Características da Estação Passo do Guterres – 76260000	93
Figura 3.47: Esquema conceitual do Modhac	95
Figura 3.48: Resultado da calibração do Modhac para o período de vazões conhecidas	101

Consórcio:

XX



1435-R-PRU-FIN-01-04_Índice.docx



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

Figura 3.49: Relação entre as vazões observadas e calculadas no Modhac 101

Figura 3.50: Curva de permanência das vazões afluentes ao reservatório 104

Figura 3.51: Análise da produção de sedimentos específica para a estação Rosário do Sul (76310000) 106

Figura 3.52: Curvas de eficiência de retenção do sedimento em reservatório, segundo Brune e Churchill (Fonte: Design of Small Dams, USBR) 109

Figura 3.53: Curvas cota x área x volume da barragem Taquarembó corrigidas pelo método empírico de redução de área, proposto por Borland e Miller (1958) 111

Figura 3.54: Simulação do reservatório para garantia de 95% de atendimento da área irrigada..... 114

Figura 3.55: Hietogramas da chuva de projeto para os diferentes tempos de recorrência..... 117

Figura 3.56: Ilustração dos hidrogramas adimensionalizados registrados e os sintéticos empregados na definição das cheias de projeto 121

Figura 3.57: Hidrogramas de projeto Tr 10.000 anos para diferentes dias de duração. 121

Figura 4.1: Modelo digital do terreno..... 128

Figura 4.2: Curva chave do rio Taquarembó a jusante do barramento..... 129

Figura 4.3: Posicionamento aproximado da ensecadeira junto a área de construção da barragem Taquarembó 130

Figura 4.4: Seções topobatimétricas (linhas na cor verde) obtidas pelo modelo numérico do terreno e transpostas para o HEC-RAS 4.0..... 130

Figura 4.5: Perfil da linha de água (WS) para a cheia de desvio do rio (Tr 10 anos) com estrangulação do rio por ensecadeiras (Levee) com cota de crista na 138 m 131

Figura 4.6: Velocidade no rio Taquarembó para a cheia de Tr 10 anos (cheia de desvio do rio) e ensecadeiras na cota 138 m 131

Figura 4.7: Simulação da cheia de Tr 10 anos transitando pelas adufas de desvio 140

Figura 4.8: Estimativa do tempo de enchimento do reservatório 141

Figura 4.9: Tempo de enchimento do reservatório para fechamento das adufas em diferente meses do ano (dias)..... 142

Figura 4.10: Determinação do coeficiente de perda de carga C devido à curva da tubulação 146

Figura 4.11: Curva Cota x Descarga da tomada d'água da barragem do Arroio Taquarembó 147

Figura 4.12: Propagação da Cheia Tr 10.000 anos com volume de 7 dias de duração..... 150

Figura 4.13: Propagação da Cheia Tr 10.000 anos com volume de 10 dias de duração.... 151

Figura 4.14: Propagação da Cheia Tr 10.000 anos com volume de 20 dias de duração.... 151

Figura 4.15: Propagação da Cheia Tr 100 anos com volume de 7 dias de duração..... 152

Figura 4.16: Conformação do perfil proposto por USBR (1987) 156

Consórcio:

xxi



1435-R-PRU-FIN-01-04_Índice.docx





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Figura 4.17: Correntes em um Dissipador Tipo Concha ("Roller").....	158
Figura 4.18: Profundidade equivalente de água e velocidade média do escoamento para a cheia com 10.000 anos de recorrência na barragem Taquarembó	159
Figura 4.19: Pressão extrema com 0,1% de probabilidade de ocorrência obtidas do modelo teórico-experimental de Gomes (2006) para o vertedouro em degraus da barragem Taquarembó	160
Figura 5.1: Seção Tipo 1 ao longo da margem do arroio	168
Figura 5.2: Seção Tipo 2 fora do leito do arroio	168
Figura 5.3: Seção Tipo 3 onde a ensecadeira sobrepõe, em sua maioria, no leito do arroio	169
Figura 5.4: Ensecadeira de montante 2ª Fase - seção tipo 1- aterro dentro do arroio (trecho 2)	171
Figura 5.5: Ensecadeira de montante 2ª Fase - seção tipo 2 – ao longo da margem (trechos 1 e 3).....	171
Figura 5.6: Ensecadeira de jusante 2ª Fase - seção tipo 3 – aterro dentro do arroio (trecho 2)	172
Figura 5.7: Ensecadeira de jusante 2ª Fase - seção tipo 4 – ao longo da margem (trechos 1 e 3).....	172
Figura 5.8: Planta baixa com a localização das injeções na ombreira direita	178
Figura 5.9: Planta baixa com a localização das injeções na ombreira esquerda	178
Figura 5.10: Perfil longitudinal das injeções na ombreira direita.....	179
Figura 5.11: Perfil longitudinal das injeções na ombreira esquerda.....	179
Figura 5.12: Croqui do espaçamento dos furos de injeção das ombreiras	180
Figura 5.13: Instalação da extremidade superior dos furos de drenagem da fundação.....	183
Figura 5.14: Detalhe da drenagem interna dos reaterros com camadas drenantes e tubo de PVC perfurado com saídas d'água na mureta de concreto	186
Figura 6.1: Seção transversal típica dos muros da barragem	189
Figura 6.2: Detalhe da colocação dos vedajuntas entre as juntas de concretagem	229
Figura 6.3: Acabamento em CCV das superfícies dos paramentos do maciço	230
Figura 10.1: Seção Tipo 01 com cut-off para a vedação da fundação do Ponto de Fuga Nº 01	355
Figura 10.2: Seção Tipo 02 e ausência de cut-off do Ponto de Fuga Nº 01	355
Figura 10.3: Resultados das análises de estabilidade do Ponto de Fuga Nº 01 para o caso de final de construção	358
Figura 10.4: Resultados das análises de estabilidade do Ponto de Fuga Nº 01 para o caso de regime de operação.....	359
Figura 10.5: Saídas descontínuas do filtro vertical.....	360

Consórcio:



xxii

1435-R-PRU-FIN-01-04_Índice.docx



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

Figura 10.6: Seção Tipo 03 com cut-off para a vedação da fundação do Ponto de Fuga Nº 02	361
Figura 10.7: Seção Tipo 04 e ausência de cut-off do Ponto de Fuga Nº 02	362
Figura 10.8: Resultados das análises de estabilidade do Ponto de Fuga Nº 02 para o caso de final de construção	363
Figura 10.9: Resultados das análises de estabilidade do Ponto de Fuga Nº 02 para o caso de regime de operação.....	363
Figura 10.10: Seção tipo 04 do Ponto de Fuga Nº 03	365
Figura 10.11: Seção tipo 04 do Ponto de Fuga Nº 04	367
Figura 11.1: Detalhe de um Medidor Triortogonal de Juntas (MT). Fonte: Matos, S.F. (2002).....	376
Figura 11.2: Foto de um medidor triortogonal mecânico instalado	377
Figura 11.3: Planta Baixa com a localização dos piezômetros nas seções 01 e 02, na encosta natural (ombreiras)	380
Figura 11.4: Perfil longitudinal da seção 01 de piezometria na ombreira direita	381
Figura 11.5: Perfil longitudinal da seção 02 de piezometria na ombreira esquerda.....	382
Figura 11.6: Perfil transversal típico dos piezômetros a serem instalados na encosta natural (ombreiras)	383
Figura 11.7: Etapas de instalação dos piezômetros até o preenchimento de areia saturada (modificado de Earth Manual, Bureau of Reclamation apud Silveira, J.F.A., 2006)	385
Figura 11.8: Etapas seguintes da instalação dos piezômetros (Manual da Georio)	385
Figura 11.9: Sarjeta trapezoidal de concreto simples moldada “in loco” na base do reaterro da ombreira esquerda	388
Figura 13.1: Esquema de representação da malha sugerida nos planos de fogo	403
Figura 13.2: Diagrama esquemático básico de um circuito de britagem	452

1435-R-PRU-FIN-01-04_Índice.docx

Consórcio:

xxiii





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap1.docx

Consórcio:

1





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Consórcio STE-MAGNA apresenta a seguir algumas breves considerações a respeito de aspectos formais e conceituais do contrato de prestação de serviços relativo à PARTE A – ELABORAÇÃO DO DETALHAMENTO DO PROJETO DE ENGENHARIA, bem como a respeito do conteúdo do presente Memorial Descritivo, integrante do Relatório Final do referido detalhamento.

1.1 Identificação do Contrato de Prestação de Serviços

A seguir apresentam-se os elementos gerais que caracterizam o contrato de prestação de serviços firmado entre a SIUMA/RS e o Consórcio STE-MAGNA para o desenvolvimento do presente trabalho. Salienta-se que o contrato está estruturado em três partes, sendo a Parte “A” relativa à elaboração do detalhamento do projeto de engenharia.

- ▶ Edital de Concorrência: Nº 024/SEEDI/2008
- ▶ Data da Licitação: 22/07/2008
- ▶ Contratada: Consórcio STE-MAGNA
- ▶ Contratante: Secretaria Extraordinária da Irrigação e Usos Múltiplos da Água – SIUMA, do Governo do Estado do Rio Grande do Sul.
- ▶ Contrato Nº: 003/2008 – Processo Nº 318-08.01/08-7
- ▶ Objeto: Detalhamento do Projeto de Engenharia (Parte A), Elaboração do Plano Básico Ambiental (Parte B) e Supervisão e Apoio à Fiscalização das Obras da Barragem do Arroio Taquarembó (Parte C), localizada nos municípios de Dom Pedrito e Lavras do Sul.
- ▶ Data da assinatura: 08/12/2008
- ▶ Ordem de Início de Serviços: 10/12/2008
- ▶ Data de Início do Contrato: 16/12/2008
- ▶ Prazo: 540 dias
- ▶ Prazo parcial da Parte A (Detalhamento do Projeto): 150 dias
- ▶ Valor global do contrato: R\$ 2.667.073,32
- ▶ Valor da Parte A (Detalhamento do Projeto): R\$ 916.586,92
- ▶ Data base do preço: Julho/2008 (mês da proposta)
- ▶ Fiscalização: SIUMA/RS

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap1.docx

Consórcio:



2



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

1.2 Localização, Acessos e Abrangência Municipal

No prosseguimento deste item apresenta-se a localização, os principais acessos do empreendimento, bem como a abrangência municipal deste e da bacia na qual se situa.

1.2.1 Localização e Acessos

A área onde será implantada a obra da barragem do arroio Taquarembó localiza-se entre os municípios de Dom Pedrito e Lavras do Sul, na região da Campanha do Estado do Rio Grande do Sul. Geograficamente, está situada entre as coordenadas 30°46'54,6" e 31°04'27,7" de latitude sul, e 54°07'09,3" e 54°36'12,9" de longitude oeste, sobre uma altitude de, aproximadamente, 145 m.

A bacia da barragem a ser implantada se desenvolve no sentido leste-oeste, ocupando uma área de 638 km². Seu principal manancial, o arroio Taquarembó, pertence à bacia do rio Santa Maria e é um de seus principais afluentes à margem direita.

A Figura 1.1 mostra a vista de montante para jusante das ombreiras direita e esquerda do eixo da futura barragem do Arroio Taquarembó e a Figura 1.2 ilustra a calha do arroio Taquarembó no local onde será barrado.



Figura 1.1: Vista de montante para jusante do eixo da futura barragem do Arroio Taquarembó.

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap1.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS



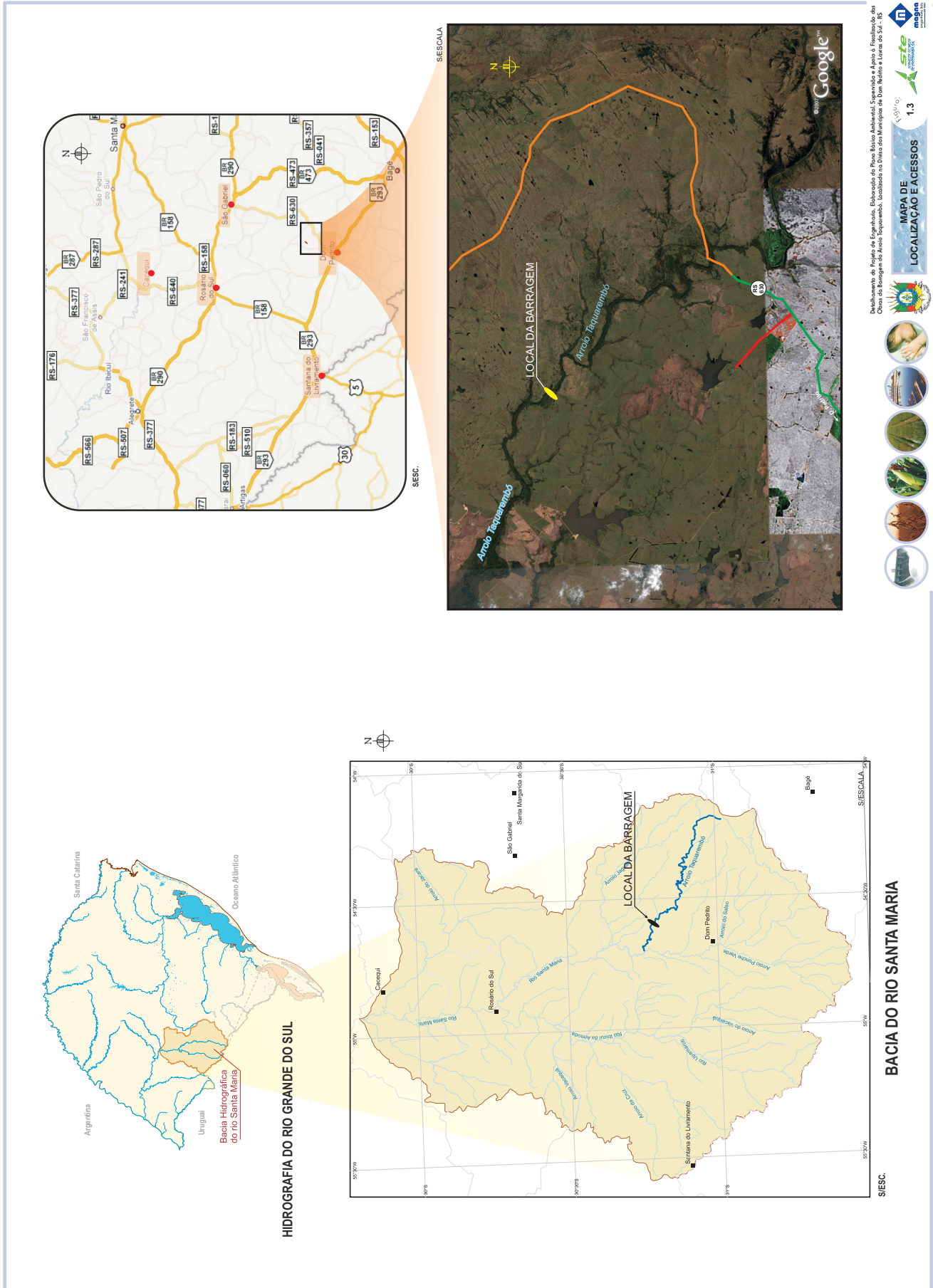
Figura 1.2: Calha do Arroio Taquarembó no eixo da barragem

A Figura 1.3 apresenta a situação e localização da intersecção do eixo do barramento com o leito do arroio, bem como as rodovias vicinais que servem de acesso a este eixo. Mais especificamente, o acesso principal ao local das obras se faz a partir da cidade de Dom Pedrito, tendo como origem a intersecção do trevo da rodovia federal BR-293 com a estrada secundária (RS/630) que liga Dom Pedrito a São Gabriel.

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap1.docx

Consórcio:





Detalhamento do Projeto de Engenharia, Elaboração do Plano Básico Ambiental, Supervisão e Apoio à Realização das Obras do Barragem do Arroio Tapuerembó, Localização na Drenagem do Município de Dom Pedro de Alarcas - RS



MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

1.3





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

1.2.2 Abrangência Municipal

O empreendimento abrange parte da área dos municípios de Dom Pedrito e Lavras do Sul, ambos com sede municipal fora da área de estudo. O arroio Taquarembó é o divisor destes municípios, onde Lavras do Sul faz limite à margem direita de seu curso e Dom Pedrito faz limite à margem esquerda.

O Quadro 1.1, apresentado adiante, lista os municípios inseridos na área de estudo, destacando-se a área territorial de cada um, a área e o percentual de participação destes junto ao seu domínio. A Figura 1.4 mostra o percentual da área da bacia inserida na área dos municípios.

Quadro 1.1: Abrangência Municipal da Área de Estudos

Município	Área do município (km ²)	Área de estudo (km ²)*	Área do município inserida na área de estudo (km ²)	% da área do município inserida na área de estudo	% da área de estudo inserida na área do município
Dom Pedrito	5185,7	638,0	433,4	8,4%	67,9%
Lavras do Sul	2601,4		204,6	7,9%	32,1%

* Calculado com base na projeção UTM, Escala 1:50.000.



Figura 1.4: Percentual da área de estudo inserida na área dos municípios

No âmbito da abrangência municipal da bacia do barramento no arroio Taquarembó, ao se observar o Quadro 1.1, depreende-se que Dom Pedrito possui 8,4% de sua extensão territorial inserida na área em estudo e Lavras do Sul possui 7,9%.

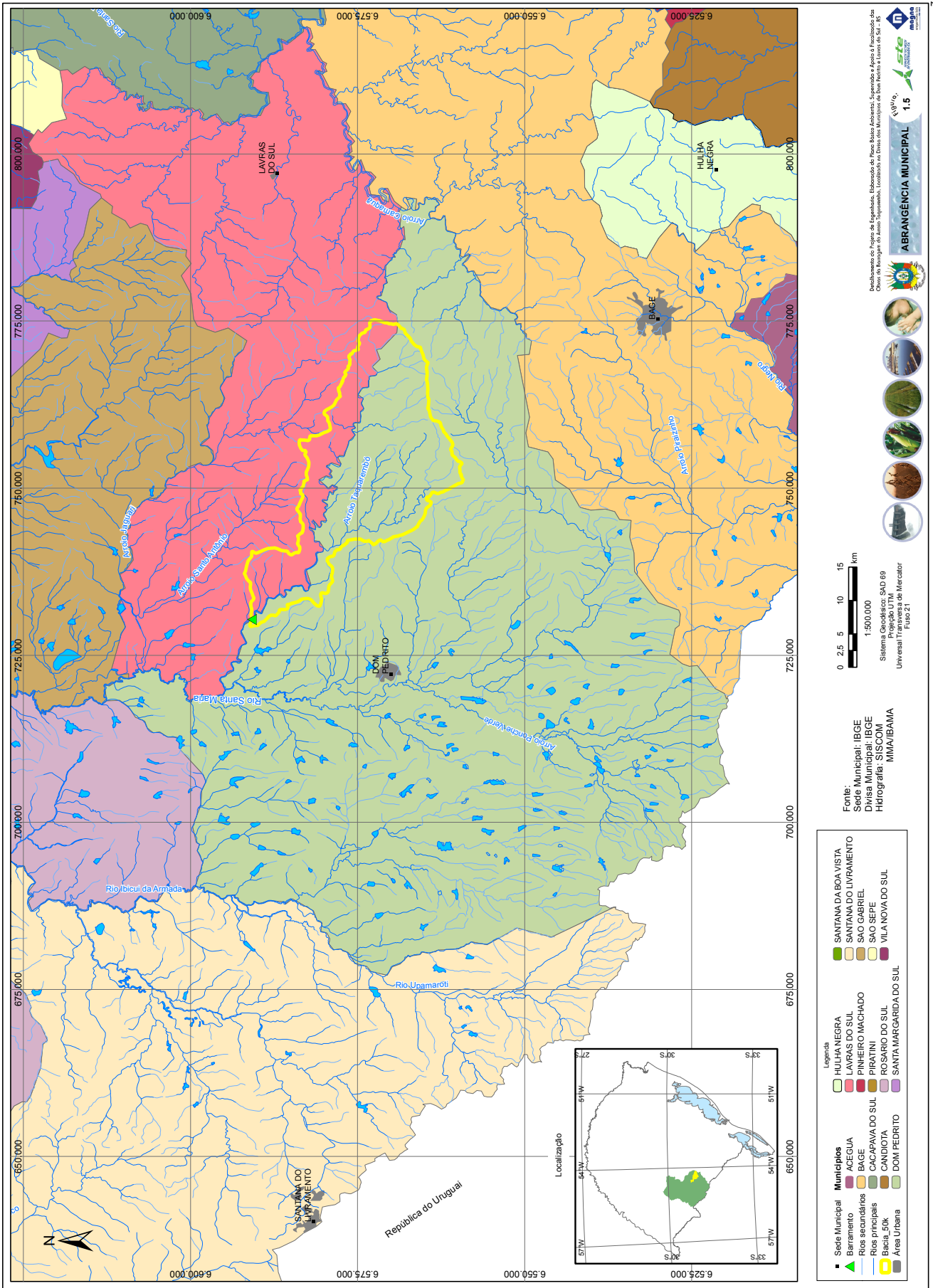
De acordo com os dados apresentados na Figura 1.4, o município de Lavras do Sul é o município que possui a menor participação na área da bacia em estudo, correspondendo a 32,1% da área de estudo, enquanto Dom Pedrito abrange 67,9% de sua extensão territorial.

A abrangência municipal do empreendimento está espacializada na Figura 1.5.

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap1.docx

Consórcio:







ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

1.3 Objetivos e Escopo do Trabalho

O Detalhamento do Projeto de Engenharia (Projeto Básico) compreenderá o desenvolvimento de estudos complementares e a elaboração de documentos técnicos em caráter definitivo, fornecidos em tempo hábil para a implantação das obras dentro do prazo pré-estabelecido pela Secretaria Extraordinária da Irrigação e Usos Múltiplos da Água – SIUMA.

O Quadro 1.2 a seguir relaciona os itens que serão realizados e uma sucinta descrição de cada um, de modo que se possa ter a real idéia dos trabalhos inerentes ao detalhamento do Projeto Básico.

Quadro 1.2: Serviços a Realizar Visando o Detalhamento do Projeto Básico

Atividades	Descrição Sucinta dos Serviços
1 Estudos Complementares	Realizar levantamentos topográficos planialtimétricos na área da barragem e nas jazidas de materiais naturais de construção, em especial na jazida de rocha a montante da barragem.
1.1 Topografia	
1.2 Adequação do sistema viário	O sistema viário deverá ser adequado para integração da obra com as principais vias de acesso regionais, bem como devido a interferências do futuro reservatório com ponte na RS-630, que deverá ser alteada em pelo menos 4m acima do nível atual.
1.3 Geologia e geotecnia	
1.3.1 Plano de escavação	Deverá ser elaborado um plano de escavação dos materiais de 1ª, 2ª e 3ª categorias, bem como em jazidas.
1.3.2 Sondagens e ensaios geotécnicos no eixo da barragem	Realizar sondagens e ensaios complementares no local onde se encontrará o eixo da barragem, incluindo: sondagens mistas (rotativas NX/SPT), determinação do RQD, grau de fraturamento, condutividade hidráulica, etc. Um profundo levantamento geológico deverá ser realizado ao longo do eixo da barragem, com identificação e caracterização dos padrões de fraturas, seu alinhamento, classificação e pólos de ocorrência
1.3.3 Sondagens em jazidas de solo e rocha	Realizar sondagens complementares com vistas à completa caracterização dos materiais de jazidas (areias, material pétreo, etc)
1.3.4 Amostragem de solos	Realizar amostragens de solo na área da barragem, onde existente, e nas jazidas para realização de ensaios de laboratório, principalmente para areias e solos para ensecadeiras
1.3.5 Amostragem de rochas	Realizar amostragem de rocha na fundação da barragem (testemunhos de sondagens) e em jazidas de rocha, principalmente com vistas à qualificação do material para fins de obtenção de agregados para concretos.
1.3.6 Ensaios geotécnicos de laboratório em solos	Realizar ensaios de massa específica real dos grãos, granulometria por peneiramento, limites de Atterberg, compactação (Proctor Normal) e ensaios ISC na energia normal
1.3.7 Ensaios geotécnicos de laboratório em solos arenosos	Realizar ensaios de granulometria por peneiramento, teor de material pulverulento, teor de matéria orgânica e teor de argila em torrões
1.3.8 Ensaios geotécnicos de laboratório em rocha	Realizar análise mineralógica, abrasão Los Angeles, ensaios de sanidade, ensaios para determinação do peso específico de rochas, ensaios de absorção d'água, ensaios de reação álcalis-agregado (método químico), confecção de lâminas petrográficas
1.3.9 Ensaios geotécnicos de campo	Deverão ser realizados ensaios de permeabilidade e/ou de perda d'água com a finalidade de caracterizar as condições de estanqueidade da fundação e orientar a execução da cortina de injeções.

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap1.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Atividades	Descrição Sucinta dos Serviços
1.4 Revisão do projeto hidráulico e dos estudos hidrológicos	O projeto hidráulico da obra deverá ser revisado e compatibilizado/adaptado para levar em consideração as eventuais revisões dos estudos hidrológicos e as condicionantes ambientais resultantes da revisão do EIA/RIMA
2 Detalhamento do Projeto Básico	Deverá ser detalhado um plano de escavações e preparo das fundações, inclusive quanto aos critérios de injeção e aceitação dos parâmetros de permeabilidade/conductividade pós-injeções.
2.1 Projeto geotécnico	No projeto das ensecadeiras e desvio do arroio deverão ser definidos os materiais de construção, locais de empréstimo destes materiais, seções transversais e forma de execução
2.2 Projeto de ensecadeiras e desvio do arroio	Deverão ser detalhadas as obras em concreto estrutural (galeria de desvio, bacia de dissipação, obras de arte especiais, etc.)
2.3 Projeto das obras em concreto estrutural	Deverão ser detalhados as interfaces, interferências, revestimentos superficiais, execução de juntas e panos de concretagens, materiais, forma e controles de execução. Também deverão ser realizadas análises de estabilidade das estruturas da barragem, como maciços e muros de contenção
2.4 Detalhamento do maciço em CCR	Deverão ser analisadas e verificadas as vazões de dimensionamento do vertedouro e das estruturas de desvio do rio além da verificação do funcionamento hidráulico do vertedouro. Todas as estruturas deverão ser detalhadas além de analisadas quanto à concepção estrutural, proposições dimensionais e construtivas. Deverão ainda ser detalhadas as obras complementares de interface da barragem com as ombreiras, sistema de drenagem interna da barragem
2.5 Detalhamento do vertedouro frontal (tipo Creager), ombreiras, tomada d'água, adufas	Deverão ser detalhadas a comporta vagão, <i>stop-log</i> metálico, grades de proteção, válvulas dispersoras, tubulações de aeração, viga pescadora e a comporta de nível para a escada de peixe etc.
2.6 Detalhamento dos equipamentos hidromecânicos	Deverá ser elaborado um plano de instrumentação, com critérios para execução e monitoramento periódico
2.7 Detalhamento da instrumentação geotécnica	Deverão ser verificadas e adequadas as planilhas de preços e quantidades, assim como sua compatibilidade com as especificações e normas de medição e pagamento. Também deverão ser verificados os quantitativos e orçamentos finais das obras
3 Verificações e Complementações	

1.4 Conteúdo do Presente Relatório

O presente Relatório Final – Memorial Descritivo busca informar à Secretaria Extraordinária de Irrigação e Usos Múltiplos da Água – SIUMA, todos os procedimentos e diretrizes adotadas para o “Detalhamento do Projeto da Barragem do Arroio Taquarembó, Localizada na Divisa entre os Municípios de Dom Pedrito e Lavras do Sul”.

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap1.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

2 VERIFICAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO PROJETO BÁSICO

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap2.docx

Consórcio:

10





2 VERIFICAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO PROJETO BÁSICO

Em continuação será feita uma análise construtiva a respeito do Projeto Básico, indicando as providências que serão tomadas para que ocorra a devida otimização do mesmo, buscando o atendimento das necessidades mais prementes para a implantação das obras da Barragem do Arroio Taquarembó.

A verificação será ampla e terá por meta fazer uma radiografia do Projeto Básico, apontando todas as melhorias que o Consórcio pretende inserir nos diversos assuntos constituintes deste capítulo.

As efetivas ações de estudos e projetos a realizar estarão detalhadas minuciosamente nos respectivos itens constantes do Memorial Descritivo do Projeto Executivo e no Volume de Peças Gráficas que serão produzidos.

2.1 Arranjo Geral da Obra

Considerando as condicionantes que se apresentam mais marcantes (cheia de projeto/hidrológica, disposição do vale e ombreira/topográficas e constituição da fundação/geotécnica) o arranjo geral adotado pode ser considerado adequado, visto que distribui as obras auxiliares nos lugares devidos, tendo em mente a funcionalidade do empreendimento.

Por exemplo, o vertedouro/d Descarregador de cheias foi posicionado no local correto, no centro do vale, com escoamento direcionado para o curso do arroio Taquarembó.

Quanto a tomada d'água, o posicionamento também estaria adequado, visto que o canal de distribuição para irrigação foi posicionado e se estende pela margem esquerda, na qual foi prevista a estrutura de derivação. Entretanto, por solicitação da SIUMA, a tomada d'água foi deslocada para o interior do reservatório, na sua margem esquerda e terá uma saída através de túnel para a bacia adjacente e interceptará o canal de distribuição aproximadamente 14 km a jusante de sua estaca inicial. A partir da revisão dos estudos hidrológicos, foi construída uma série histórica de vazões médias mensais, que simuladas no reservatório indicaram para uma garantia de 95% a possibilidade de irrigar aproximadamente 16.700 ha. Como a tomada original previa a derivação de água para o atendimento de 12.500 ha, sobrou um saldo de 4.200 ha, que poderão ser supridos a partir de uma nova tomada d'água, esta prevista para a margem direita do arroio Taquarembó.

Os aspectos que devem ser analisados e que de certa forma interferem no arranjo das obras é a sequência lógica construtiva que prevê estrutura de desvio incorporado ao maciço do vertedouro, localizada na margem esquerda, e a falta de um conduto específico para a derivação da vazão ecológica.

Quanto ao desvio do rio, em decorrência da revisão dos estudos hidrológicos, sugere-se uma revisão no seu dimensionamento. As adufas previstas poderão sofrer um incremento em suas dimensões, tendo em vista o aumento da vazão da cheia de projeto. Numa primeira fase de implantação, essas adufas seriam executadas sob a proteção de uma enscadeira que contornará o conduto, abraçando a ombreira esquerda.

Quando as adufas estiverem concluídas, o fluxo do arroio Taquarembó será desviado do seu curso natural para o interior desses condutos. Neste momento, deverão ser implantadas enscadeiras que permitirão a execução do restante da obra. Com isso a empreiteira terá

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap2.docx

Consórcio:



11



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

uma praça de trabalho mais ampla e desimpedida que resultará num prazo executivo mais curto, atendendo as necessidades da contratante SIUMA.

Outra questão envolvendo o arranjo geral das obras é a incorporação ao projeto de um conduto específico para derivação da vazão ecológica. Essa providência se tornará um facilitador para o enchimento do reservatório. Além disso, em termos operacionais, a derivação da vazão ecológica pela tomada d'água do barramento apresenta uma dificuldade importante. Quando a tomada for alvo de serviços de manutenção ou qualquer impedimento, torna-se impossível a retirada da vazão ecológica. Esta razão é mais do que suficiente para justificar a introdução desse dispositivo. Em termos de custo, a repercussão não seria muito impactante, uma vez que a vazão ecológica é da ordem de 0,50 m³/s, levando a conduto e dispositivo de controle de pequeno porte.

Numa visão ampla, o arranjo geral do empreendimento apresenta-se satisfatório e adequado às necessidades e condicionantes encontradas no Projeto Básico. É importante ressaltar, que fruto de investigações complementares, especialmente geotécnicas, e revisão de alguns estudos e análises, este arranjo geral poderá sofrer alguma adaptação para que a obra se enquadre nos padrões técnicos esperados.

2.2 Análise da Concepção das Obras

Em linhas gerais, a concepção das obras da Barragem do Arroio Taquarembó atende aos objetivos do empreendimento, pouco restando para inovações. De qualquer forma, algumas considerações e análises devem ser realizadas com respeito aos seguintes itens:

- ▶ **Desvio do Rio:** considerando o que foi mencionado no item relativo ao Arranjo Geral, a concepção do desvio deve ser revisada no que tange a interação entre adufa, ensecadeira e o posicionamento dessas estruturas. A questão é importante, pois pode interferir no prazo executivo da obra. Desta forma, esse assunto foi estudado no sentido de se chegar a uma solução otimizada;
- ▶ **Descarregador de Cheias:** tendo em vista que a barragem será construída em concreto rolado (CCR), pode se pensar em utilizar degraus no paramento de jusante do descarregador de cheias. Essa situação permitirá que boa parte da energia do escoamento da água extravasada possa ser dissipada no percurso até o pé do barramento, refletindo-se no custo do dissipador previsto e fluidez executiva desta estrutura, pois é muito menos complexa que o dissipador originalmente previsto (Roller Bucket);
- ▶ **Dissipação de Energia:** foi prevista no Projeto Básico a utilização de um "Roller Bucket". Essa estrutura não é utilizada com muita frequência, mas as condições hidráulicas encontradas justificam a adoção desta modalidade de dissipador, apesar de não ser de fácil execução. Com a utilização de degraus no paramento de jusante do vertedouro, torna-se quase que impositiva a análise do emprego de uma bacia de dissipação tradicional por ressalto hidráulico. Esta solução poderá representar economia e facilidades executivas, visto que o "Roller Bucket" apresenta trechos em curva que poderá representar dificuldades construtivas;
- ▶ **Tomada d'Água:** a tomada d'água prevista no Projeto Básico, como já foi mencionado anteriormente, será deslocada para o interior do reservatório, em sua margem esquerda. Será previsto um canal de aproximação e, através de um túnel localizado em um dos pontos de fuga do reservatório, a água chegará ao canal de distribuição previsto em etapa anterior de estudos. A vantagem dessa proposição da

Consórcio:



12



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

SIUMA é um encurtamento do canal de distribuição, que deixará de passar em um trecho com uma geologia bastante complexa, além de problemas ambientais que serão evitados com essa supressão. Por outro lado, através da revisão dos estudos hidrológicos, ficou constatado que existe a possibilidade de ampliar a área beneficiada em torno de 4.200 ha, localizada a jusante da barragem, na margem direita do arroio Taquarembó, limitada pelo seu curso e pelo curso do rio Santa Maria. É importante salientar que a tomada d'água principal será licitada juntamente com o canal adutor. O processo licitatório para essas obras já está fase de montagem, de forma a não haver prejuízo para a cronologia de implantação da barragem

2.3 Análise dos Aspectos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos carecem de algumas complementações e análises mais acuradas. Especificamente, a referência é feita sobre os seguintes itens:

- ▶ **Cálculos de Vazões Máximas:** considerando que o Projeto Básico foi desenvolvido a mais de 10 anos, surge a necessidade da complementação dos dados manipulados. Voltou-se a revisar os dados da estação fluviométrica Passo do Guterres, enfatizando os volumes dos hidrogramas de enchente identificados. Essa questão e a atualização dos dados resultaram na definição de hidrogramas de enchente com picos mais elevados e maiores volumes escoados. Tal situação determinou que através das análises realizadas pelo emprego do método de Puls o reservatório não dispõe de capacidade de amortecimento, condição muito importante no dimensionamento do órgão extravasor. O aumento das vazões máximas teve como repercussão o aumento do comprimento do vertedouro e a alteração da cota do coroamento da barragem, que passou de 160,80 m para 161,00 m;
- ▶ **Definição de Série de Vazões Médias de Longo Termo – Q_{MLT} :** não somente a análise da potencialidade hídrica da bacia, mas também a definição de diversos procedimentos operacionais que decorrem do conhecimento da série de vazões afluentes. Como já foi dito anteriormente, não existe estação fluviométrica com estes dados na extensão desejada. A série histórica deverá ser gerada através da aplicação de modulo chuva-deflúvio e calibrada com os dados de uma estação que esteja afinada com as características da bacia do arroio Taquarembó. Cabe enfatizar que a disponibilização da série histórica de vazões afluentes (médias mensais) permitirá a simulação operacional do reservatório, com indicação de níveis de garantia de fornecimento das demandas e também o conhecimento da oscilação dos níveis d'água no seu interior;
- ▶ **Aporte de Sedimentos ao Local do Barramento:** essa é uma análise fundamental, visto que levará à definição dos volumes inativo e útil do reservatório, além de proporcionar a definição dos níveis operacionais mínimos para determinação efetiva das cotas dos dispositivos de retirada de água. Para a determinação do aporte de sedimentos deverão ser empregados modelos empíricos, uma vez que se desconhece a realização de medições nas proximidades por um período que permita a elaboração de análises estatísticas.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

2.4 Análise dos Levantamentos Topográficos

O Projeto Básico contemplou os levantamentos topográficos que deveriam ser realizados para que as diversas atividades que definiram o barramento pudessem ser desenvolvidas. O grau de precisão desses levantamentos também parecem aceitáveis. Os levantamentos recebidos do Projeto Básico foram os seguintes:

- ▶ Curvas Cota x Área e Cota x Volume, que definiram o volume de água a ser armazenado e as áreas inundadas à medida que os níveis do reservatório forem sendo preenchidos. Essas curvas, segundo mencionado nos documentos do Projeto Básico, foram obtidas a partir de levantamento planialtimétrico na escala 1:2.000, com curvas de nível de metro em metro, realizado nesta etapa;
- ▶ Levantamento planialtimétrico do sítio do barramento, definido em uma área aproximada de 7 ha, caracterizado por curvas de nível de metro em metro. O nível mínimo indicado foi 128 m, no leito do arroio Taquarembó, enquanto que o máximo foi de 165 m, medido na ombreira direita. O eixo locado apresenta um comprimento de aproximadamente 375 metros;
- ▶ Levantamento planialtimétrico dos pontos de fuga, definidos por uma extensão aproximada de 2500 m. Considerando que o coroamento da barragem foi fixado na cota 161 m e o nível mínimo observado no ponto de fuga encontra-se na cota 155 m, deverá ser implantado um dique com uma altura máxima sobre o terreno natural por volta de 7 metros;
- ▶ Levantamento do trecho da rodovia RS 360, que será afetada pela formação do reservatório da Barragem do Arroio Taquarembó. Como o coroamento da barragem foi previsto para a cota 161,00 m, o greide da estrada também deverá ser elevado para esse mesmo nível.

Pelos levantamentos já realizados e pelos quantitativos previstos nas planilhas do Projeto Executivo, o Consórcio programou levantamentos confirmatórios para consolidação dos resultados obtidos anteriormente. Para as jazidas de materiais de construção, a serem confirmadas pelos levantamentos e análises geotécnicas complementares, deverão ser previstos levantamentos topográficos para cubagem destas áreas. Caso ficar evidente a necessidade de complementação dos levantamentos topográficos e isso vier a requerer quantitativos além dos previstos, caberá ao Consórcio consultar a Fiscalização da SIUMA sobre a viabilidade dessas ações.

2.5 Análise dos Aspectos Geotécnicos

Para a fase de detalhamento do Projeto Básico e mesmo para a implantação da obra é de suma importância a realização de investigações geotécnicas complementares, cujo objetivo maior é ampliar o leque de informações para a consolidação do Projeto Básico.

Através do Projeto Básico observou-se que no local do barramento aparece uma sequência de rochas vulcânicas ácidas e intermediárias, como tufo vulcânico andesitos e riolitos. Também foi constatada através de fotos aéreas, que falhas geológicas cortam o local. Pelo testemunho de 4 (quatro) furos de sondagem, onde foram realizados ensaios hidráulicos as falhas aparentemente não refletiram na permeabilidade, que situa-se na ordem de 10-5 cm/s.

Essas mesmas fontes de informações indicam que a fundação rochosa encontra-se a poucos metros da superfície e se adéqua como suporte para obras de concreto. A rocha removida nas escavações também poderá servir com agregado na confecção de concreto.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

A camada de solo a ser removida não apresenta características ideais para a constituição um maciço definitivo, mas poderá ser utilizada em obras temporárias como ensecadeiras.

As encostas, pelas análises do Projeto Básico, não apresentam problemas de instabilidade, entretanto poderão ocorrer alguns movimentos durante o período construtivo, cujas ações preventivas deverão ser consideradas no detalhamento executivo.

Pelo exposto até o momento e pela densidade de investigações realizadas no Projeto Básico, recomenda-se enfaticamente a realização de análises complementares através de sondagens, ensaios e mapeamento, que deverá ser realizado por geólogo experiente em obras de barragens.

As novas ações investigativas deverão dar consistência e confirmar os resultados do Projeto Básico, bem como consolidar a planilha de quantitativos oficial, cancelando todas as ações executivas para a implantação das obras, bem como as determinações oriundas dos detalhamentos que serão efetuados nesta etapa.

A necessidade das investigações complementares fica reforçada pela indicação de algumas alterações de arranjo e concepção da obra, já abordados anteriormente. Entre as sugestões mais marcantes que deverão ter o respaldo das investigações geológico-geotécnicas complementares estão a mudança de margem das adufas de desvio e a própria sequência construtiva do barramento. Decorrente do novo posicionamento das adufas ainda abrir-se-á a possibilidade de gerar um volume de material escavado cujo aproveitamento como material pétreo poderá ser considerado, reduzindo a necessidade de exploração específica de pedra.

2.6 Análise de Dimensionamentos e Projetos Hidráulicos

Os dimensionamentos hidráulicos apresentados no Projeto Básico, desvio do arroio Taquarembó, amortecimento das cheias no reservatório, vertedouro e dissipador de energia, da tomada d'água, curva chave e etc., terão de ser revisados à luz de novas informações, interpretações e concepções.

Em princípio, a análise dos estudos hidrológicos irá impor numa revisão do dimensionamento do desvio do rio e do vertedouro.

No desvio do rio, achou-se por bem diminuir os riscos assumidos de 50% para 10% e em consequência disso e do tempo de execução dos serviços, definir uma cheia de projeto com um período de retorno correspondente. Essa questão também levará a uma redefinição das cotas das ensecadeiras. Deverá ser analisado o tempo de enchimento do reservatório, visando o fechamento das adufas.

O vertedouro será reavaliado em função dos hidrogramas de enchente de 1.000 e 10.000 de recorrência. Serão simuladas as entradas dos hidrogramas no reservatório e calculados os hidrogramas efluentes (que passarão pelo descarregador de cheias). Também deverá ser reavaliada a questão da dissipação de energia, cuja análise é desenvolvida levando-se em consideração um conjunto de vazões que passa pelo vertedouro e seus correspondentes níveis a jusante da obra (curva chave do arroio Taquarembó).

A nova tomada d'água (destinada a derivação de água para o suprimento de 4.200 ha) deverá ter os seus níveis revisados com relação àqueles estabelecidos no Projeto Básico, dependendo do estudo de aporte de sedimentos e volume inativo resultante. Nos cálculos da tomada serão consideradas as perdas para chegar às dimensões de tubulações e da

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap2.docx

Consórcio:



15



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

válvula de jato oco, utilizada para a regularização dos fluxos ao curso do arroio Taquarembó (irrigação de 4.200 ha, localizados entre o curso do arroio Taquarembó e o rio Santa Maria).

Decorrente da análise do arranjo geral e concepção do projeto, o Consórcio acha importante inserir um conduto específico para derivação da vazão ecológica (remanescente). Este conduto, bem como o dispositivo de controle de retirada serão definidos, dimensionados e projetados. Esse dispositivo funcionará como uma espécie de descarregador de fundo e terá um papel importante no enchimento do reservatório, visto que permitirá a retirada da vazão ecológica durante essa fase.

2.7 Análise dos Projetos Hidromecânicos e Elétricos

Ambos os projetos deverão ser desenvolvidos. O projeto elétrico a nível executivo, enquanto que o hidromecânico deverá ser desenvolvido de forma que permita a empresa empreiteira obter junto a fabricantes o projeto executivo e o fornecimento dos equipamentos.

O Projeto Elétrico deverá contemplar a iluminação, instalação de força e o aterramento da obras. Para tanto deverão ser realizadas diligências junto à concessionária local no sentido de estabelecer as características e o local de tomada.

O projeto elétrico deverá contemplar memorial descritivo, desenhos de implantação, esquemas, especificações técnicas e uma revisão dos quantitativos e orçamento apresentados no Projeto Básico.

O projeto hidromecânico deverá produzir desenhos que permitam o bom entendimento por parte de fabricantes para a elaboração de projetos executivos e produção a custos compatíveis com o que foi previsto no Projeto Básico.

Os desenhos produzidos deverão contemplar grades, comportas, “stoplog”, tubulações, válvulas, vigas pescadoras, talhas, guias, “inserts”, etc.

Além dos desenhos deverão ser produzidos memoriais descritivos, revisão das especificações do Projeto Básico e listas de quantidades.

O projeto hidromecânico deverá estar afinado com a parte estrutural especialmente no que se refere à concretagem de “inserts” e guias em 2º estágio.

O projeto hidromecânico deverá ser orientado pelo desenho da arquitetura hidráulica da tomada d’água, onde a maioria dos equipamentos está concentrada e que também indica a utilização de duas casas de comando, uma a montante, localizada no topo da barragem e outra a jusante, destinada a operação da válvula de jato oco. (Howell Bunger).

O descarregador de fundo ou conduto da vazão ecológica deverá ser posicionado em local a ser indicado por estudos. O tipo de equipamento de controle deverá ser destinado de acordo com a descarga remanescente e com as cargas hidráulicas verificadas em função dos níveis do reservatório.

2.8 Análise de Adequabilidade dos Equipamentos

Considerando o que já foi exposto e focando o que foi previsto no Projeto Básico, os equipamentos indicados para compor o sistema de controle de passagem de água do reservatório para jusante são adequados.

Consórcio:



16



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

A questão que foi levantada ao longo desta análise refere-se a necessidade de se inserir mais um conduto específico para a retirada da vazão remanescente do arroio Taquarembó (ecológica). Ao aprofundar os estudos, à luz de novas informações e também pelo fato de terem se passado dez anos desde a elaboração do Projeto Básico, período em que se obteve experiência mais sólida de situações semelhantes, o Consórcio admite a inserção de mais um dispositivo de retirada de água. Apesar de representar um custo adicional, irá beneficiar muito a implantação das obras e a própria operação do barramento.

2.9 Análise do Sistema de Controle de Adução a Partir da Barragem

Para o controle de adução de água a partir da barragem foi previsto dispositivo denominado de válvula de jato oco (Howell Bungler), que constitui-se num equipamento dispersor dotado de forma cilíndrica com um cone encaixado na sua extremidade de jusante. A parte cilíndrica desliza de forma a se encaixar no cone de jusante. A água que escoo pelo interior da parte cilíndrica, ao encontrar o cone na extremidade se dispersa sendo lançada na atmosfera numa trajetória de 45° para todos os lados. O jato formado é envolvente, parecendo uma espuma. Essa condição é importante, pois dissipa parte da energia com que a água é lançada. A válvula de jato oco é de fácil regulagem, permitindo derivar a vazão demandada com boa precisão.

Com a transferência da tomada principal da barragem para uma sela localizada na margem esquerda do reservatório, não haverá mais a necessidade da implantação do canal adutor a partir do barramento. A nova tomada d'água, a ser instalada na margem direita do arroio Taquarembó, bem como o descarregador de fundo, terão as águas derivadas lançadas diretamente no corpo receptor. Desta forma, os irrigantes, cujas propriedades estão na margem direita do arroio Taquarembó, captarão a água para suas lavouras diretamente do curso d'água e não de um canal adutor. Esta condição é menos favorável, entretanto o suprimento hídrico da margem direita é um benefício adicional oriundo da revisão dos estudos hidrológicos.

2.10 Análise dos Aspectos Ambientais

O Consórcio STE/MAGNA através do Termo de Contrato TP 024/2008 firmado com a Secretaria Extraordinária da Irrigação e Usos Múltiplos da Água do Estado do Rio Grande do Sul – SIUMA está desenvolvendo os serviços que tem por objeto o Detalhamento do Projeto de Engenharia, a Elaboração do Plano Básico Ambiental PBA, Apoio ao Processo de Licenciamento Ambiental, Supervisão e Apoio à Fiscalização das Obras da Barragem do Arroio Taquarembó, localizada na divisa dos municípios de Dom Pedrito e Lavras do Sul.

Com vistas ao atendimento deste Contrato e estar em conformidade com o Órgão Licenciador do Empreendimento a FEPAM, no dia 28 de Dezembro de 2008 foi entregue para a Fundação o Plano Básico Ambiental, no mesmo documento foram apresentados os itens propostos nas Condições e Restrições da LP nº. 1464/2008 – DL (ANEXO I).

No dia 07 de janeiro de 2009 foi emitida a então Licença de Instalação - LI nº. 29/2009-DL (ANEXO II). De acordo com a solicitação da FEPAM, constante na LI nº. 29/2009-DL, foram elencadas condições e restrições para a expedição da licença, foi requerido que os programas/projetos ambientais apresentados em dezembro de 2008, devem ser detalhados, ou seja, estes deverão considerar objetivos e justificativas, legislação aplicável, público-alvo,

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap2.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

procedimentos metodológicos, interação com outros programas ambientais, articulação institucional, acompanhamento e avaliação, orçamento e fontes de recursos, cronograma físico, recomendações específicas, bibliografia e anexos.

O Edital de Concorrência N°. 001/2008 referente à construção da Barragem do Arroio Taquarembó, em relação à implantação do Plano Básico Ambiental, prevê a execução dos seguintes Programas constantes no Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Programas Ambientais Previstos no Edital de Concorrência N° 001/2008

Programa	Unidade	Quant.
Programa de Gestão Ambiental	Mês	18
Medidas Preventivas para o Controle de Erosão no Entorno do reservatório	Campanha	3
Programa de Apoio à Recomposição de Áreas Degradadas	Mês	18
Subprograma de Recomposição de Mudanças de espécies Nativas	Verba	1
Subprograma de Adensamento Vegetal da APP do Reservatório	Verba	1
Programa de Monitoramento do Lençol Freático	Verba	1
Programa de Monitoramento Climatológico	Verba	1
Programa de Elaboração do Plano de Segurança da Barragem	Mês	12
Programa de Monitoramento Sedimentológico	Campanha	3
Programa de Limpeza da Bacia de Captação	Campanha	4
Subprograma de Resgate da Fauna Silvestre	Verba	1
Subprograma de Monitoramento da Fauna Silvestre	Verba	1
Subprograma de Monitoramento da Ictiofauna	Verba	1
Subprograma de Monitoramento da Água Superficial	Verba	1
Projeto de Criação, Readequação e/ou Monitoramento das Áreas de Reserva Legal	Verba	1
Subprograma de educação Ambiental	Verba	1
Subprograma de comunicação Social	Verba	1
Subprograma de Educação em saúde para os Trabalhadores, Colaboradores e População	Verba	1
Programa de Apoio à Liberação das Áreas	Mês	18
Programa Arqueológico de Resgate	Verba	1
Programa de Apoio à Formação do comitê de bacia Hidrográfica	Verba	1
Programa de Elaboração do Plano de Usos Múltiplos e Conservação do Reservatório	Verba	1

No entanto, cabe salientar, os programas previstos no Edital de Concorrência N°. 001/2008 não levam em consideração a totalidade dos programas ambientais previstos no Processo de Licenciamento Ambiental N°. 17707-0567/08-0, que deu origem a Licença de Instalação no. 29/2009-DL.

Para a manutenção da vigência da referida licença ambiental serão necessárias a consolidação e execução dos seguintes programas ambientais, relacionados no quadro abaixo.

Consórcio:



1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap2.docx





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Quadro 2.2: Relação de Programas Ambientais Complementares

Programa
Plano Ambiental para a Construção - PAC
Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos
Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e Proliferação de Macrófitas
Programa de Gerenciamento das Ações Ambientais
Projeto de Manejo e Supressão de Vegetação e Limpeza da Área
Programa de Gerenciamento das Ações Ambientais
Projeto de Manejo e supressão de vegetação e limpeza da área
Programa de recomposição e ampliação de habitats aquáticos
Programa de proteção, reposição florestal e monitoramento da área de preservação permanente – APP
Programa de conservação de espécies da fauna de interesse especial e monitoramento da fauna silvestre
Programa de monitoramento das espécies migradoras
Programa de resgate e monitoramento da fauna íctica e povoamento do reservatório
Programa de acompanhamento, resgate e salvamento de fauna silvestre
Subprograma de acompanhamento e resgate de fauna silvestre - salvamento brando e eventual
Subprograma de salvamento embarcado de fauna silvestre
Subprograma de recomposição de habitats de sobrevivência da fauna local
Programa de controle de atropelamentos da fauna silvestre
Programa de prevenção de acidentes com animais silvestres
Programa de prevenção à caça predatória
Programa de conservação e resgate da flora nativa
Plano ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório
Programa de educação ambiental e de comunicação social (educomunicação)
Programa de apoio ao desenvolvimento turístico
Programa de recomposição da infra-estrutura básica
Proposta de gestão da disponibilização das águas e áreas beneficiadas

Assim, quando contrapostas as duas listagens de programas ambientais, podem-se visualizar os programas correspondentes entre os previstos no Edital de Concorrência Nº. 001/2008 e na Licença 29/2009-DL, conforme apresentado no Quadro 2.3 a seguir.

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap2.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Quadro 2.3: Comparativo entre a Relação de Programas da Licença e Programas do Edital

LI 29/2009-DL	Edital de Concorrência N°. 001/2008
PROGRAMAS DO MEIO FÍSICO	
Plano ambiental para a construção - PAC	
Programa de recuperação de áreas degradadas	Programa de apoio para recomposição de áreas degradadas
Programa de monitoramento e controle de processos erosivos	Medidas Preventivas para controle de erosão do reservatório
Programa de monitoramento da qualidade das águas e proliferação de macrófitas	Subprograma de monitoramento da qualidade da água superficial
Programa de gerenciamento das ações ambientais	Programa de Gestão Ambiental
	Programa de Monitoramento da flutuação do lençol freático
	Programa de monitoramento climatológico
	Programa de elaboração do plano de segurança da barragem
	Programa de monitoramento sedimentológico
PROGRAMAS DO MEIO BIÓTICO	
Projeto de manejo e supressão de vegetação e limpeza da área	Programa de limpeza da bacia de acumulação
Programa de recomposição e ampliação de habitats aquáticos	
Programa de proteção, reposição florestal e monitoramento da área de preservação permanente – APP	Programa de Conservação e reposição florestal Subprograma de produção de mudas Subprograma de adensamento das APP
Programa de conservação de espécies da fauna de interesse especial e monitoramento da fauna silvestre	Programa de fauna silvestre Subprograma de monitoramento da fauna silvestre
Programa de monitoramento das espécies migradoras	
Programa de resgate e monitoramento da fauna íctica e povoamento do reservatório	Subprograma de monitoramento da ictiofauna
Programa de acompanhamento, resgate e salvamento de fauna silvestre	
Subprograma de acompanhamento e resgate de fauna silvestre - salvamento brando e eventual	Subprograma de resgate da fauna silvestre
Subprograma de salvamento embarcado de fauna silvestre	
Subprograma de recomposição de habitats de sobrevivência da fauna local	
Programa de controle de atropelamentos da fauna silvestre	
Programa de prevenção de acidentes com animais silvestres	
Programa de prevenção à caça predatória	
Programa de conservação e resgate da flora nativa	

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap2.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

LI 29/2009-DL	Edital de Concorrência N°. 001/2008
PROGRAMAS DO MEIO ANTRÓPICO	
Plano ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório	Programa de elaboração do plano de usos múltiplos e conservação do reservatório
Programa de educação ambiental e de comunicação social (educomunicação)	Programa de Educação Ambiental e comunicação Subprograma de educação ambiental Subprograma de comunicação Subprograma de educação em saúde para os trabalhadores, colaboradores e população
Programa de apoio ao desenvolvimento turístico	
Programa de recomposição da infra-estrutura básica	
Proposta de gestão da disponibilização das águas e áreas beneficiadas	
	Projeto de criação, readequação e/ou monitoramento das áreas de reserva legal
	Programa de apoio à liberação das áreas
	Programa arqueológico de resgate
	Programa de apoio à formação do comitê de bacia hidrográfica

Com isso, verifica-se que além dos programas previstos no Edital de Concorrência N°. 001/2008, ainda restam um rol de Programas Ambientais previstos pelo Plano Básico Ambiental do Processo de Licenciamento Ambiental N°. 17707-0567/08-0 que não possuem equivalência no referido edital, necessitando, de alguma forma, ser acrescentados ao escopo de contrato. Tais programas são apresentados no quadro abaixo.

Quadro 2.4: Programas Ambientais Adicionais

LI 29/2009-DL
Plano ambiental para a construção - PAC
Programa de recomposição e ampliação de habitats aquáticos
Programa de monitoramento das espécies migradoras
Subprograma de recomposição de habitats de sobrevivência da fauna local
Programa de controle de atropelamentos da fauna silvestre
Programa de prevenção de acidentes com animais silvestres
Programa de prevenção à caça predatória
Programa de conservação e resgate da flora nativa
Programa de apoio ao desenvolvimento turístico
Programa de recomposição da infra-estrutura básica
Proposta de gestão da disponibilização das águas e áreas beneficiadas

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap2.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Desta forma, à luz das necessidades dos Programas Ambientais da Barragem do Arroio Taquarembó, o PBA consolidado apresentado à Fepam como forma de mitigar, compensar e ou recuperar os impactos decorrentes, apresenta a sequência de Programas Ambientais e respectivas justificativas apresentadas a seguir. Também nesta descrição, se apresentam as justificativas para a manutenção dos programas existentes no edital 001/2008 e que não são descritos na LI 29/2009-DL.

2.10.1 Programa de Gestão Ambiental

O Programa de Gestão Ambiental tem por finalidade gerir a execução dos programas formadores do PBA, promovendo a ligação entre os executantes de cada programa, empreendedor e com os órgãos licenciadores/fiscalizadores.

Os mecanismos de gestão permitem que se criem as condições operacionais para a implantação e acompanhamento dos Programas Ambientais. Através deles o empreendedor toma conhecimento de que tipo de estrutura gerencial deve dispor para que se possa garantir que as técnicas de proteção, manejo e recuperação ambiental sejam as mais indicadas para cada situação de obra, além de criar condições operacionais para a implantação e acompanhamento dos programas que compõem o PBA. O objetivo do Programa é criar uma estrutura organizacional que possibilite, tanto ao empreendedor como ao órgão de fiscalização ambiental, verificar a implantação e a eficácia das ações propostas para mitigar os impactos ambientais e diagnosticar desvios, propondo medidas corretivas necessárias durante o andamento das obras.

2.10.2 Meio Físico

2.10.2.1 Plano Ambiental para a Construção

O Plano Ambiental da Construção - PAC apresenta diretrizes básicas a serem seguidas pelas empreiteiras e trabalhadores durante a fase de implantação das obras da Barragem do arroio Taquarembó, elenca procedimentos operacionais às ações de construção, visando minimizar os impactos ambientais, buscando assim, o atendimento das Normas Técnicas e Legislação Ambiental, vigentes e aplicáveis a este caso especificamente.

O objetivo geral do PAC é o de assegurar que as obras decorrentes da implantação da Barragem do arroio Taquarembó sejam executadas através da adoção de diretrizes, ações e medidas mitigadoras e de controle orientadas a prevenção e minimização de impactos significativos identificados e àqueles que possam vir a surgir.

2.10.2.2 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

A recuperação de áreas degradadas constitui-se num conjunto de ações que têm por objetivo reverter processos de degradação ambiental. Esta degradação decorrente das atividades humanas necessárias ao desenvolvimento sócio-econômico requer, por força de lei, a recuperação das áreas através de práticas e técnicas que visem compatibilizá-las com o seu entorno e com as suas novas funções, a fim de restaurar o equilíbrio ecológico.

Com a implantação do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas espera-se minimizar de forma considerável os potenciais processos erosivos e movimentos de massa,

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

contribuindo para a melhoria do empreendimento como um todo e preservando o ambiente onde ele estará inserido.

2.10.2.3 Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos

As alterações impostas às áreas de intervenção como modificações no relevo, modificação do sistema de drenagens e a supressão da cobertura vegetal intensificam processos erosivos que podem trazer como consequência o assoreamento de corpos hídricos e o comprometimento de taludes se medidas de controle não forem adotadas, assim como o enchimento do reservatório altera as condições de estabilidade das encostas em função das variações do nível da água.

Com a implantação deste Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos espera-se minimizar os impactos decorrentes de processos erosivos e os movimentos de massa, contribuindo por consequência para a melhoria do empreendimento como um todo e preservando o ambiente onde ele estará inserido.

2.10.2.4 Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e Proliferação de Macrófitas

A implantação de um reservatório altera a dinâmica de processos físicos e biológicos do rio, podendo causar sérias alterações na qualidade da água. O reservatório formado com características hidrodinâmicas agora de ambientes lênticos, promove a deposição dos sedimentos transportados pelo rio, bem como um significativo incremento na massa de nutrientes, além de promover alterações nas características térmicas e de oxigenação da massa líquida reservada. Isso pode levar o reservatório a um processo de eutrofização comprometendo a qualidade d'água reservada, comprometendo o funcionamento do reservatório tendo em vista a sua natureza de usos múltiplos (irrigação, abastecimento, regulação de vazão e lazer).

Pretende-se com este programa obter um diagnóstico claro da situação da qualidade das águas do arroio Taquarembó, de modo a avaliar as alterações na qualidade das águas decorrentes da construção e operação da barragem, bem como obter dados históricos da sua evolução ao longo do monitoramento. Quanto às macrófitas aquáticas, pretende-se com este programa avaliar o potencial de sua propagação, distribuição e quantidade nas águas do lago formado e elaborar um plano de manejo de acordo com a situação diagnosticada.

2.10.2.5 Programa de Recomposição de Habitats Aquáticos

A barragem do arroio Taquarembó está situada numa região bastante degradada em função do manejo agropastoril, desmatamento das matas ciliares, extração de areia e canalização de arroios para irrigação. Estas modificações na paisagem interferem na dinâmica dos arroios ao alterar taxas de erosão, complexidade estrutural dos diversos habitats, retenção de água no solo, etc. Os organismos aquáticos dependem da conservação dos corpos hídricos para manterem as suas populações, tornando-se importante a realização de projetos/programas conservacionistas de recomposição da estrutura e ampliação dos habitats aquáticos visando à manutenção e a recuperação da fauna associada e dependente destes.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

O Programa de Recomposição de Habitats Aquáticos tem como objetivos:

- ▶ Recuperar a continuidade do curso d'água;
- ▶ Restabelecer faixas marginais de proteção e da mata ciliar;
- ▶ Reconstituir estruturas morfológicas típicas no leito e margens;
- ▶ Reduzir a irradiação solar sobre a lâmina d'água;
- ▶ Monitorar a qualidade dos habitats aquáticos e adjacentes aos corpos d'água;
- ▶ Monitorar a diversidade da fauna associada.

2.10.2.6 Programa de Monitoramento da Flutuação do Lençol Freático

No caso da Barragem Taquarembó, a presença de solos relativamente porosos e pouco permeáveis associado a uma topografia suavemente ondulada, como os predominantes na área do empreendimento, dificultam a infiltração das águas pluviais que rapidamente se interconectam com o manancial subterrâneo. Apesar disso, sabe-se que a poluição difusa, característica dos meios rurais, é de difícil gestão e, quando aportada ao lençol freático, torna-se um impacto irreversível. Desta forma, torna-se de sua importância o monitoramento quali-quantitativo do lençol freático, principalmente no que tange às relações deste com a massa hídrica reservada pela barragem no arroio Taquarembó. Dadas estas necessidades apresentou-se à Fepam a necessidade de manutenção deste Programa.

Com isto, o programa de Monitoramento da Flutuação do Lençol Freático é apresentado com a finalidade de avaliar possíveis alterações do nível freático como efeito decorrente da implantação do barramento do arroio Taquarembó.

Este programa tem como objetivo o monitoramento do nível do lençol freático a partir de poços localizados na área de influência direta do barramento do arroio Taquarembó de forma a caracterizar a influência das etapas de enchimento e reenchimentos do reservatório.

2.10.2.7 Programa de Monitoramento Sedimentológico

Todos os reservatórios, independente de sua finalidade, destinação, tamanho ou características, terão sua capacidade de armazenamento de água parcial ou totalmente reduzida pelos sedimentos depositados. Neste processo, o monitoramento da qualidade e da quantidade do sedimento transportado pelos rios é realizado com o intuito de informar sobre as características ou estado da bacia contribuinte. Este é de fundamental importância para o planejamento e aproveitamento do recurso hídrico da região, seja para orientação quanto a utilização da água, como para avaliação da vida útil do reservatório.

O programa de Monitoramento Sedimentológico tem como objetivo principal levantar informações que permitam a identificação e a mitigação de possíveis impactos devido à deposição de sedimentos, decorrente da formação do reservatório. Por este motivo optou-se pela manutenção deste Programa.

2.10.2.8 Programa de Monitoramento Climatológico

O Monitoramento Climatológico é apresentado com a finalidade de viabilizar dados meteorológicos que permitam a caracterização precisa do microclima e suas modificações por conta da formação do lago na área do empreendimento. O monitoramento é realizado

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

por meio de estações com medidores de variáveis climáticas, como temperatura, umidade do ar, radiação solar, pluviosidade e ventos.

O Programa de Monitoramento Climático tem o objetivo de efetuar o monitoramento climático da região do reservatório da barragem Taquarembó através da implantação de estação climatológica no local do empreendimento ou da utilização de Estação existente dentro da área de influência direta. Dada a sua relevância também optou-se pela manutenção deste Programa.

2.10.3 Meio Biótico

2.10.3.1 *Programa de Manejo e Supressão Vegetal e Limpeza da Área*

A implantação da barragem no arroio Taquarembó levará à modificação nas características desse sistema hídrico. Além das alterações inerentes à transformação de um sistema lótico para lântico, o aporte de materiais oriundos da vegetação, infra-estruturas e resíduos diversos gerados no uso da área antes do alagamento pode contribuir com a alteração na qualidade da água do futuro reservatório. Para mitigar esse impacto, são necessárias a supressão da vegetação e a remoção de estruturas e resíduos diversos presentes na área. Em vista disso, o Projeto de Manejo da Supressão Vegetal e Limpeza da Área foi subdividido no Subprojeto de Supressão de Vegetação, Subprojeto de Remoção de Estruturas, Resíduos e Efluentes, e Subprojeto de Transplante de Vegetação, apresentando os objetivos e procedimentos a serem executados.

2.10.3.1.1 Subprograma de Supressão de Vegetação

A supressão de vegetação é uma das atividades indispensáveis para a instalação da barragem do arroio Taquarembó, pois reduzirá o aporte de material orgânico no reservatório, minimizando os fatores que contribuem para a eutrofização da água. A supressão de vegetação compreende o corte raso das matas existentes na área que será alagada, removendo-se árvores, arbustos e ervas. Nas áreas abertas, árvores e arbustos serão igualmente suprimidos, reduzindo-se também a vegetação campestre. Com isso, a fitomassa existente na área que formará o reservatório será reduzida ao máximo.

O planejamento e acompanhamento da supressão de vegetação, bem como a interação com o resgate de germoplasma, são fundamentais para compensar os impactos na cobertura vegetal. Ressalta-se ainda que ao realizar a supressão de vegetação nos moldes deste subprojeto, será possível auxiliar o afugentamento da fauna associada às matas para outros remanescentes que não serão afetados.

O Subprojeto de Supressão de Vegetação tem como objetivos:

- ▶ Supervisionar e orientar a supressão da vegetação e limpeza dos resíduos gerados por esta atividade;
- ▶ Minimizar os efeitos negativos sobre a qualidade da água;
- ▶ Facilitar o deslocamento da fauna para áreas apropriadas, fora da área do reservatório;
- ▶ Auxiliar no resgate de germoplasma;
- ▶ Destinar adequadamente os produtos florestais gerados (madeira) e os resíduos vegetais.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

2.10.3.1.2 Subprograma de Remoção de Estruturas, Resíduos e Efluentes

A remoção das estruturas e a limpeza de resíduos e efluentes presentes na área a ser alagada contribuirão para mitigar a alteração na qualidade da água do reservatório. As estruturas a serem removidas incluem casas, galpões, cercas, obras hidráulicas, elétricas, pontes, poteiros, criatórios diversos, antenas, enfim, todas as edificações e infra-estruturas diversas presentes na área do reservatório. A presença de tanques sépticos, áreas de descarte de resíduos sólidos, criatórios, esterqueiras e restos de construção exigem que haja a limpeza e descarte adequado dos resíduos e efluentes, após o desmanche de estruturas e reaproveitamento de alguns materiais. Além disso, também será necessária a eliminação de açudes.

O Subprojeto de Remoção de Estruturas, Resíduos e Efluentes tem como objetivos:

- ▶ Supervisionar, orientar e garantir a remoção de todas as edificações e demais infra-estruturas, bem como resíduos sólidos e efluentes presentes nas glebas a serem desapropriadas da área do reservatório;
- ▶ Minimizar os efeitos negativos sobre a qualidade da água do reservatório;
- ▶ Destinar adequadamente os resíduos e efluentes gerados pela necessidade de remoção das infra-estruturas existentes;
- ▶ Garantir a eliminação de criatórios de peixes exóticos na área que será alagada para formação do reservatório.

2.10.3.1.3 Subprograma de Transplante de Vegetação

Transplantar árvores é uma prática útil para se preservar uma planta, quando não é possível mantê-la em seu local de origem. Assim, o transplante tem sido uma alternativa para salvar os indivíduos arbóreos adultos em virtude de empreendimentos que demandem a supressão de vegetação. Neste caso, realiza-se o transplante das espécies imunes ao corte e/ou ameaçadas de extinção.

Conforme levantamento fitossociológico da área de alagado do empreendimento barragem do arroio Taquembó, constatou-se apenas uma espécie arbórea imune ao corte: *Erythrina crista-galli*, a qual é o indivíduo objeto deste Subprojeto de Transplante de Vegetais.

2.10.3.2 Programa de Proteção, Reposição Florestal e Monitoramento da Área de Preservação Permanente (APP)

As APPs são áreas com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. As margens dos corpos hídricos possuem elevada importância ambiental, desempenhando diversas funções relacionadas com a proteção dos recursos hídricos e com a manutenção da biodiversidade. A vegetação que se estabelece ao longo dos corpos hídricos diminui a incorporação de sedimentos nas águas, além de auxiliar na fixação das margens e prevenir a sua erosão. Adicionalmente, as zonas ciliares são habitat de diversas espécies nativas da fauna e da flora, além de servir como corredores e abrigo para diversas outras espécies.

A reposição florestal obrigatória a ser realizada no âmbito do presente programa será uma forma de compensar impactos sobre a flora e fauna associada, causados pela instalação do empreendimento, além da manutenção da qualidade da água do futuro reservatório.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Este Programa tem como objetivos:

- ▶ Adensamento da mata ciliar do entorno do futuro reservatório (APP), através do plantio de mudas de espécies nativas;
- ▶ Realizar o cercamento de proteção das áreas que serão reflorestadas, se constatada a presença de gado;
- ▶ Compensar parcialmente a remoção da vegetação realizada no canteiro de obras e na área de alague, atenuando simultaneamente a redução da diversidade e da produtividade das formações naturais;
- ▶ Colaborar para a manutenção da qualidade da água do reservatório, reduzindo o carreamento de sedimentos;
- ▶ Contribuir para a recuperação ambiental de áreas desmatadas de corredores ecológicos formado por remanescentes florestais pré-existentes na bacia do arroio Taquarembó.

2.10.3.3 Programa de Monitoramento da Fauna Silvestre

2.10.3.3.1 Subprograma de Monitoramento da Fauna Terrestre

Quando da formação de um reservatório, é esperado que a fauna terrestre da área inundada se desloque para regiões adjacentes ou próximas, podendo causar alterações nas populações e comunidades do entorno, tanto a montante como a jusante do barramento. Mas mesmo animais com boas capacidades dispersivas, como aves e grandes mamíferos, devem sofrer com a redução dos habitats, diminuição de recursos disponíveis e exposição a predadores.

O monitoramento de fauna é essencial para a sugestão de práticas conservacionistas e para a avaliação da eficiência destas. Pouco se conhece sobre a adaptação das espécies ao novo ambiente formado pela área do lago do reservatório. Desse modo, o planejamento das atividades de monitoramento devem ser cuidadosas e adaptadas às condições locais.

O objetivo do Subprograma é realizar o monitoramento da fauna terrestre silvestre na Área de Influência da Barragem do arroio Taquarembó, de modo a verificar se existem ou não alterações ambientais advindas da implementação do empreendimento.

2.10.3.3.2 Subprograma de Monitoramento da Fauna Íctica e de Espécies de Peixes Migradores

A construção de barragens em ecossistemas aquáticos pode ocasionar alterações no fluxo dos rios, no transporte de nutrientes e sedimentos, interferências na migração e reprodução da ictiofauna, produzindo uma completa reorganização dos sistemas.

A execução continuada de programas de monitoramento ambiental, ajustados às condições naturais do sistema monitorado, permite a avaliação dos possíveis impactos causados pela intervenção resultante da instalação do empreendimento e antevistos pelo diagnóstico ambiental produzido. Também permite a avaliação do sucesso das medidas de mitigação e compensação adotadas pelo empreendedor e a eventual necessidade de ajustes ou adoção de novas ações que permitam a melhoria da qualidade ambiental.

O objetivo principal deste Programa é monitorar os efeitos adversos produzidos pela instalação da barragem no arroio Taquarembó sobre a comunidade de peixes.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Projeto de Monitoramento das Espécies de Peixe Migradoras

Na área de influência do empreendimento, foram identificadas espécies que realizam migração reprodutiva de longa distância (piracema) e que sofreriam grandes impactos em virtude da falta de conectividade entre os ambientes à montante e à jusante. Na bacia hidrográfica do rio Ibicuí, da qual faz parte o rio Santa Maria, foram registradas 13 espécies migradoras, sendo que três delas, o dourado (*Salminus brasiliensis*) e os surubins (*Pseudoplatystoma corruscans* e *Pseudoplatystoma fasciatum*), estão incluídas no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul (FONTANA et al., 2003).

2.10.3.4 Programa de Resgate de Fauna Silvestre

2.10.3.4.1 Subprograma de Resgate de Fauna Terrestre

A construção de uma barragem implica necessariamente na supressão total da vegetação nas áreas que compreenderão os canteiros de obras, as estruturas associadas, as vias de acesso e, principalmente, o reservatório. Esta última área ainda será alagada e este hábitat não será somente só transformado, como também será perdido. Estas atividades transformadoras de perda e fragmentação de habitats acabam por afugentar a fauna residente para áreas adjacentes, onde poderá haver incremento na competição pelos recursos devido ao aumento na densidade populacional. Entretanto, muitas espécies não possuem capacidade de dispersão suficiente para escapar deste impacto e necessitam de auxílio.

As ações de acompanhamento e salvamento da fauna terrestre são planejadas com o intuito de evitar a mortalidade de espécimes em função da implantação do empreendimento. Para isso, deve-se facilitar o deslocamento por conta própria dos animais, e caso necessário capturar e realocar os indivíduos para áreas de soltura previamente escolhidas, levando-se em conta a capacidade de suporte destas.

O subprograma de resgate e salvamento de fauna terrestre deverá acompanhar as atividades de supressão vegetal e enchimento do reservatório da área de influencia direta do empreendimento, e, se necessário, capturar e realocar de forma íntegra indivíduos da fauna terrestre para áreas que não sofrerão diretamente estes impactos.

2.10.3.4.2 Subprograma de Resgate de Ictiofauna

A construção de barragens provoca a transformação do regime hídrico de rio para lago, com implicações decisivas sobre a fauna, em especial sobre as populações de peixes. Para a instalação de uma barragem, são necessárias ações que alteram o curso e o fluxo do rio ou arroio, sendo estas alterações impactantes para toda biota aquática. Durante as fases de desvio do arroio Taquarembó, necessária para a construção da barragem, e de enchimento do futuro reservatório, com conseqüente redução de vazão à jusante, ocorre uma rápida e drástica alteração do hábitat aquático, atingindo principalmente os espécimes de peixes que habitam a área à jusante a mesma.

Desta forma, para amenizar os possíveis impactos sobre a ictiofauna, foram previstas ações de resgate com a finalidade de evitar a mortandade e oportunizar o salvamento dos peixes e o aproveitamento científico das espécies resgatadas. O objetivo principal deste Subprograma é reduzir os impactos adversos produzidos pela instalação da barragem no arroio Taquarembó sobre a comunidade de peixes local.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

2.10.3.5 Programa de Recomposição de Habitats de Sobrevivência da Fauna Local

As atividades deste Programa estão contempladas nas ações previstas no Programa de Proteção, Reposição Florestal e Monitoramento de APP, Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório e Programa de recuperação de Áreas Degradadas.

2.10.3.6 Programa de Controle de Atropelamentos da Fauna Silvestre

A construção da Barragem do Arroio Taquarembó deve aumentar o fluxo de carros e caminhões de carga pelo menos durante a implementação do empreendimento, por aproximadamente dois anos. Também é possível que sejam construídos novos acessos também, mesmo que temporários. Além disso, as atividades de supressão vegetal e construção do barramento devem aumentar o fluxo da fauna local. Estas atividades em conjunto podem aumentar o número de atropelamentos da fauna silvestre na região, causando grandes danos às populações locais. Assim, faz-se necessário um esforço de sensibilização dos motoristas visando à diminuição dos acidentes com a fauna silvestre.

O objetivo geral do Programa de Controle de Atropelamentos da Fauna Silvestre é desenvolver ações preventivas a atropelamentos de animais silvestres junto aos trabalhadores, em especial os motoristas, e a população das comunidades próximas, no intuito de evitar ocorrências desta natureza.

2.10.3.7 Programa de Conservação e Resgate da Flora Nativa

A região de implantação da Barragem do Arroio Taquarembó apresenta-se inserida em um mosaico de paisagens originalmente caracterizadas por formações vegetais pertencentes ao Bioma Pampa (especialmente campos e floresta de galeria) que, atualmente, encontram-se sob forte pressão antrópica, estando submetidas a uma intensa degradação de seus recursos naturais, seja pela expansão da fronteira agrícola, pastagens ou reflorestamento.

A supressão de áreas ocupadas por formações naturais pode ocasionar a fragmentação e o isolamento de remanescentes nativos, com conseqüente alteração estrutural das comunidades, redução na diversidade vegetal e redução e/ou ausência de conectividade entre remanescentes nativos. Apesar das implicações da fragmentação de habitats na manutenção da biodiversidade, muitos dos seus efeitos a curto, médio e longo prazo ainda não são entendidos, e os efeitos negativos deste processo sobre a diversidade biológica e, conseqüentemente, sobre a integridade dos processos ecológicos e serviços ambientais prestados pelos ecossistemas se configuram em um cenário preocupante.

O Programa de Conservação e Resgate da Flora Nativa objetiva minimizar os impactos da atividade de supressão da vegetação e implantar as medidas mitigadoras propostas (flora nativa), através do salvamento de flora na área de influência direta do empreendimento.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

2.10.3.8 Programa de Compensação Ambiental (anteriormente denominado projeto de criação, readequação e/ou monitoramento das áreas de reserva legal)

A compensação ambiental é um mecanismo financeiro de contrapartida pelos efeitos de impactos ambientais não mitigáveis, como a perda da biodiversidade, a perda de áreas representativas do patrimônio cultural, histórico e arqueológico.

Os efeitos dos impactos sofridos pelo meio ambiente, identificados no processo de licenciamento ambiental no momento da implantação de empreendimentos, são mitigados com os recursos advindos através de processos de compensação ambiental. Estes podem ser destinados ao processo de regularização das reservas legais em propriedades rurais da região, além da implantação e regularização fundiária de Unidades de Conservação (UC).

A criação, readequação e monitoramento destas áreas, representando a mesma formação fitogeográfica presente na área que sofreu impacto, favorecem a manutenção da diversidade genética das comunidades existentes nesses ecossistemas.

Este Programa tem o objetivo de assegurar a preservação de amostras de ambientes naturais, em extensões suficientes para manter a biodiversidade regional e a integridade dos processos ecológicos, através da aplicação de recursos da medida compensatória determinada pela legislação.

2.10.4 Meio Socioeconômico

2.10.4.1 Plano de Uso do Solo e Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Arroio Taquarembó

Com a instalação da Barragem de Usos Múltiplos do Arroio Taquarembó, um plano de uso do solo desta bacia hidrográfica torna-se imprescindível, tendo em vista a necessidade da manutenção das suas melhores características para que estes usos atuais não venham a comprometer os usos futuros. Desta forma, promover o uso sustentável baseado somente na técnica e na lei pode eventualmente não ser o suficiente para garantir uma manutenção duradoura deste cenário, pois os usuários desta bacia podem estar mais próximos das necessidades reais e práticas do uso cultural que se dá ao solo da bacia, eventualmente divergente aos dois pontos anteriores. O Programa objetiva proporcionar atividades que possam viabilizar o uso do solo e dos recursos hídricos sem que haja comprometimento no volume e qualidade da água da Bacia do Arroio Taquarembó, oferecendo, assim, um plano de uso sustentável com o envolvimento e comprometimento da população usuária na sua aplicação.

2.10.4.2 Programa de Gestão da Disponibilização das Águas e Áreas Beneficiadas

O programa de gestão da disponibilização futura das águas e áreas beneficiadas, monitoramento do regime hidrológico e controle de vazões, como o próprio nome indica, atua em três linhas de ação estratégicas:

- ▶ Monitoramento do regime hidrológico na região do empreendimento;

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

- ▶ Controle de vazões disponibilizadas ao sistema de distribuição de água para irrigação;
- ▶ Gestão da oferta da água para as áreas beneficiadas pelo projeto.

O Programa objetiva:

- ▶ Implantação e operação de um sistema de monitoramento do regime hidrológico na região do empreendimento
- ▶ Definição de regras de operação para a gestão da oferta hídrica, visando o atendimento das demandas, para o caso de eventos extremos máximos ou mínimos
- ▶ Implantação e operação de dispositivos para o controle das vazões derivadas pelo sistema de distribuição
- ▶ Elaboração de um projeto para implantação e operação de um sistema de monitoramento pluviométrico na área do empreendimento;
- ▶ Elaboração de um projeto para implantação e operação de um sistema de monitoramento fluviométrico na área do empreendimento;
- ▶ Criação de um colegiado, do tipo associação de usuários, para “arbitragem” das questões relacionadas à definição das regras de operação.

2.10.4.3 Programa de Prevenção de Acidentes com Animais Silvestres

O objetivo do Programa é desenvolver ações preventivas de controle aos acidentes com animais junto com os trabalhadores e a população das comunidades próximas, no intuito de evitar acidentes com animais peçonhentos e venenosos. Os primeiros meses de implantação da obra revelaram a necessidade de manutenção deste Programa dentro das ações de Educação Ambiental.

2.10.4.4 Programa de Prevenção à Caça Predatória

O objetivo do programa é desenvolver ações preventivas e de controle para a população das comunidades do entorno do reservatório e entre os trabalhadores diretamente envolvidos com as obras, para que seja evitada a caça de espécimes da fauna silvestre que, em decorrência das atividades do empreendimento, venham a ficar mais expostas à população do entorno. Da mesma forma que o programa anterior, os primeiros meses de implantação da obra revelaram a necessidade de manutenção deste Programa dentro das ações de Educação Ambiental.

2.10.4.5 Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social (Educomunicação)

O Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social (PEACS) está estruturado no contexto da Educomunicação - campo de reflexão e ação que une características dessas duas disciplinas. Consiste na utilização de tecnologias, recursos e ferramentas de comunicação para que os grupos/pessoas expressem, estudem, informem e decidam sobre o mundo em que vivem.

O Programa de educação ambiental e comunicação social (Educomunicação) tem por objetivo desenvolver ações de comunicação com viés educativo para manter um fluxo



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

contínuo de informações com o público-alvo sobre as etapas e ações do empreendimento nas fases de implantação, operação e pré-operação.

2.10.4.6 Programa de Apoio ao Desenvolvimento Turístico

O Programa objetiva planejar e implantar, em parceria com as entidades e instituições ligadas ao turismo na região, ações de apoio ao desenvolvimento turístico para a AID da Barragem de Usos Múltiplos e Sistemas Associados no Arroio Taquarembó, com atenção ao Rincão do Inferno.

2.10.4.7 Programa de Recomposição da Infraestrutura Básica

Uma obra cuja área diretamente afetada envolve a mudança da cobertura do terreno como é o caso do reservatório a ser formado pela barragem do rio Taquarembó, envolve a supressão de diversos elementos da paisagem. A infra-estrutura existente na área que será alagada pelo reservatório e na respectiva área de preservação permanente deverá ser objeto de obras de adequação visando a manutenção de suas funções no contexto regional. Para tanto deverão ser adotados procedimentos que vão desde a realocação de estruturas de pequeno porte, como linha de eletrificação rural, até a recomposição de segmentos rodoviários. O Programa apresentado a seguir contém as diretrizes para a identificação e adequação da infra-estrutura atingida pelo empreendimento.

Os objetivos do programa consistem na identificação dos elementos da infra-estrutura básica regional afetada por ocasião das obras da Barragem do Arroio Taquarembó, fornecendo ao empreendedor as informações necessárias para a sua recomposição.

2.10.4.8 Programa de Elaboração do Plano de Segurança da Barragem

A segurança de uma barragem pode ser afetada por fenômenos naturais como enchentes, deslizamentos, terremotos e deterioração do corpo da barragem e da fundação. Com o passar do tempo, a estrutura da barragem pode se deteriorar devido à idade e, em alguns casos ao surgimento de pressões internas de maiores magnitudes e vazamentos.

O objetivo do Programa de Elaboração do Plano de Segurança da Barragem é determinar o status da barragem no que diz respeito a sua estrutura e segurança operacional. O programa deve prover diretrizes técnico-operacionais capazes de identificar problemas e recomendar tanto medidas remediadoras, restrições operacionais e/ou modificações, ou análises de estudos para a solução dos problemas.

Assim, neste programa são elencadas diretrizes técnico-operacionais baseadas no “Manual de Segurança e Inspeção de Barragens” do Ministério de Integração Social para que sejam elaborados Planos de Operação, Manutenção e Inspeção, Plano de Ações Emergenciais, além de diretrizes de planejamento e desenvolvimento de Vistorias à barragem e critérios básicos relacionados a instrumentação da barragem.

2.10.4.9 Programa de Apoio à Liberação das Áreas

O programa de apoio à liberação das áreas está fundamentado na busca pela liberação das áreas a serem afetadas pela barragem do arroio Taquarembó. Para que o programa tenha êxito, faz-se necessária a obtenção por parte dos profissionais competentes a realizar este



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

programa, o conhecimento prévio acerca das áreas a serem inundadas e a delimitação das áreas de preservação permanente (APP) do local. Assim, abastecidos de informações, o programa buscará seus objetivos através da mobilização de equipes de topografia, que em campo deverão aferir os limites das áreas de inundação proporcionada pela barragem.

O objetivo do programa é a liberação das áreas a serem afetadas pela barragem, através da colocação dos limites, por parte de uma equipe de topógrafos, nas áreas de inundação provocadas pelo empreendimento em questão.

2.10.4.10 Programa de Apoio à Formação do Comitê de Bacia Hidrográfica

O Programa de apoio à formação do comitê de bacia hidrográfica tem importante papel social dentro dos programas ambientais, visto que este busca reunir os futuros usuários da água armazenada do reservatório da barragem do arroio Taquarembó, com intuito de normatizar futuras regras de uso. Salienta-se que o planejamento das atividades deste programa está baseado na imagem de detalhe obtido com o levantamento aerofotogramétrico.

Dentre as atividades deste programa, de forma a atingir tal objetivo, faz-se necessário em um primeiro momento a análise dos desenhos dos canais que serão formados a partir da instalação da Barragem. Também deve ser realizada a identificação dos proprietários que se beneficiarão da água, para então planejar o apoio à formação do comitê de beneficiados pela bacia de acumulação.

O Programa de apoio à formação do comitê de bacia hidrográfica tem por objetivo reunir futuros usuários da água que será armazenada pelo reservatório da barragem a fim de normatizar as futuras regras de uso previstas em outro Programa do Plano Básico Ambiental. Este Programa tem grande importância em revelar aos Stakeholders da região como a obra da barragem do arroio Taquarembó reflete as políticas públicas em diferentes âmbitos que apóiam as vocações produtivas regionais, assim como solucionam possíveis gargalos destes processos produtivos. Por tal importância optou-se pela manutenção de Programa junto aos Programas exigidos na LI 029/2009-DL.

2.10.4.11 Programa de Arqueologia

O objetivo principal deste programa é o de realizar a avaliação dos impactos do empreendimento sobre o patrimônio cultural existente nas áreas de influência direta e indireta. Assim, este Programa de Arqueologia levantará subsídios para a avaliação dos impactos além do desenvolvimento de programas mitigadores dos impactos negativos de um modo eficiente, integrando a proteção do patrimônio arqueológico e cultural.

2.11 Análise dos Aspectos Construtivos

Fica muito difícil descer ao detalhe no que tange aos aspectos construtivos, pois dizem respeito muito mais a empreiteira da obra do que aos consultores. Entretanto, ao longo das atividades preliminares, estendendo-se até o presente momento, marcado pela entrega do presente relatório, algumas constatações interessantes podem ser enfocadas.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Inicialmente, pelo Projeto Básico a estrutura de derivação de água (Tomada d'Água) foi posicionada na margem esquerda do arroio Taquarembó, juntamente com as galerias de desvio do curso d'água. Levando em consideração a concomitância ente a elaboração do Projeto Executivo e parte da execução da obra, uma das primeiras providências foi passar a Tomada d'Água e a Descarga de Fundo (dispositivo introduzido na presente fase) para a margem direita (ombreira direita). Esta transferência foi positiva, pois compatibilizou as atividades de projeto com os serviços de implantação da obra, uma vez que o Consórcio Consultor ganhou mais tempo para se dedicar de forma mais efetiva ao detalhamento do projeto estrutural no entorno dos dispositivos hidromecânicos.

A obra terá seu início pela ombreira esquerda, onde as atividades primeiras serão a escavação, construção de pré-ensecadeiras, complemento das ensecadeiras e construção da galeria de desvio, que no Projeto Básico foi prevista com 3 (três) células de 7,50 metros de largura por 4,00 metros de altura e que após a revisão dos estudos hidrológicos passou a ter 4 (quatro) células com estas mesmas dimensões.

Aproveitando a galeria de desvio, o Consórcio irá desenvolver o procedimento para o futuro fechamento destes condutos, bem como analisar uma forma de aproveitar esta estrutura para possibilitar a passagem dos veículos utilizados pela empreiteira de uma margem para a outra do arroio Taquarembó.

Também foi analisada e discutida a forma de fazer o fechamento das ensecadeiras de 2ª fase (montante e jusante). Foram propostas estruturas auxiliares de concreto para fazer o encosto das ensecadeiras na parte construída para a galeria de desvio. A montante foram previstas paredes em ângulo reto solidárias a galeria de desvio pelo seu lado direito. As figura em continuação indica de forma gráfica como será feito o encosto da ensecadeira de montante, aproveitando a estrutura de concreto.

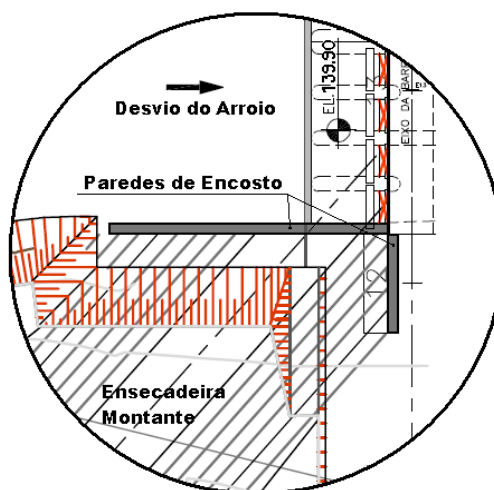


Figura 2.1: Encosto da Ensecadeira de Montante em Paredes Solidárias a Estrutura da Galeria de Desvio

A jusante foi prevista uma parede (septo) disposta paralelamente ao sentido do fluxo d'água pela galeria de desvio, tendo como origem o próprio maciço da barragem e estendendo-se

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap2.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

pela bacia de dissipação, inclusive se pronunciando para fora dessa estrutura, como pode ser observado na figura abaixo.

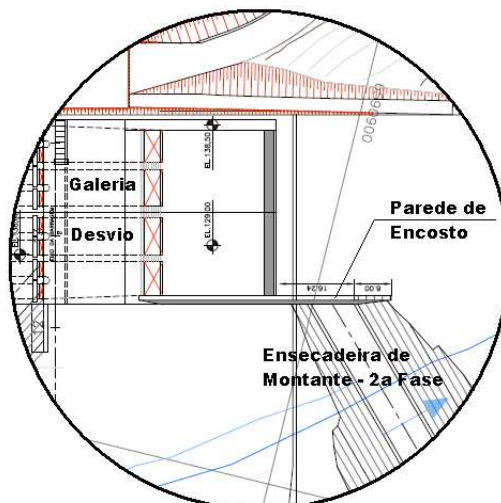


Figura 2.2: Encosto da Ensecadeira de Jusante (2ª Fase) em Muro Localizado Paralelamente ao Sentido do Fluxo

Com o arroio Taquarembó passando através da galeria construída e as ensecadeiras de montante e jusante implantadas, abre-se uma grande frente de trabalho que deverá ser explorada no sentido de acelerar os serviços de execução das obras.

A frente de trabalho disponibilizada para a empresa empreiteira abrangerá praticamente toda a extensão do barramento, principalmente no que toca a ampla praça de compactação do CCR.

Dentro dos aspectos construtivos, talvez o mais significativo será o fechamento do desvio através das adufas (quatro galerias de 7,50 metros de largura por 4,00 metros de altura). No sentido de facilitar o fechamento, as galerias receberão septos em suas posições centrais na entrada, visando a inserção de “stop-logs” ou comportas ensecadeiras. Em decorrência do regime hídrico do arroio Taquarembó e também buscando uma otimização dos gastos, foram previstas para o fechamento a utilização de 4 (quatro) comportas ensecadeiras metálicas e 4 (quatro) comportas “stop-logs” de concreto.

Os detalhes inerentes aos aspectos construtivos irão surgindo no decorrer da implantação das obras. A medida que isso for acontecendo, a equipe de supervisão irá, em conjunto com a empreiteira e com a assessoria da equipe de projeto, indicando as soluções que forem exigidas para que o andamento dos serviços possa fluir num ritmo condizente com os prazos estabelecidos.

2.12 Análise da Compatibilidade das Especificações e Quantitativos

Como já foi exposto no decorrer deste capítulo, algumas alterações importantes foram introduzidas no Projeto Executivo da Barragem do Arroio Taquarembó e, conseqüentemente, na concepção do empreendimento.

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap2.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Com base nestas inserções, serão apresentadas as revisões nas principais especificações técnicas contempladas no Projeto Básico e especificações relativas a novos serviços:

- ▶ Materiais de Construção – Areia: neste quesito deverá ser enfocada a questão da fabricação de areia a partir da disponibilidade de material pétreo;
- ▶ Composição dos Concretos: com a consultoria de especialistas no assunto (tecnologia de materiais de construção), deverá ser procedida a revisão relativa às especificações que tratam da composição/traço dos diferentes concretos que serão utilizados na obra;
- ▶ Escavação de Material de 3ª Categoria: neste item deverá ser introduzido o serviço de préfissuramento, que irá permitir que os cortes em rocha tenham maior precisão, evitando o “overbreak”;
- ▶ Formas – Cimbramento: tendo em vista o procedimento construtivo das galerias de desvio (adufas) através da utilização de concreto convencional armado, será necessário o cimbramento no sentido de dar suporte a laje de cobertura;
- ▶ Combate a Supressão da Laje de Fundo da Bacia de Dissipação: serão utilizados chumbadores e será apresentada a especificação para fornecimento de materiais e execução deste serviço;
- ▶ Equipamentos Hidromecânicos: em virtude da otimização do projeto, resultando na supressão, substituição de novos equipamentos hidromecânicos, será realizada a revisão das especificações técnicas;
- ▶ Equipamentos e Instalações Elétricas: juntamente com o Projeto Executivo das instalações de força e iluminação da área do barramento, serão fornecidas as especificações de fornecimento de materiais e execução dos serviços relativos a esse item;
- ▶ Instrumentação: serão fornecidas as especificações para o fornecimento de materiais e instalação de piezômetros;
- ▶ Vedação das Fundações: com as investigações geotécnicas complementares não somente as condições de suporte da fundação ficaram definidas, mas também os seus coeficientes de permeabilidade. Essa questão levou o Consórcio Consultor a prever condições especiais de vedação, que serão mais bem traduzidas com a revisão das especificações técnicas relativas a esse serviço.

No que toca aos quantitativos, por si só as adaptações que serão realizadas no Detalhamento do Projeto Básico, especialmente as que decorrem das condicionantes geotécnicas, ensejarão uma revisão desse quesito, o que se refletirá numa readequação das planilhas orçamentárias, motivando ou não reflexo financeiro.

As condicionantes geotécnicas mencionadas acima são os fatores de maior peso na revisão dos quantitativos, pois refletem no amplo item de terraplenagem e nos itens concreto de regularização e CCR. Outros itens da planilha também serão automaticamente revisados e, possivelmente, algum item novo será inserido, promovendo a demonstração da composição de preços unitários desses itens.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

2.13 Proposições de Soluções Alternativas a Serem Otimizadas no Projeto Executivo

A grande proposição inovadora que de certa forma interferir na concepção do Projeto Executivo foi a decisão da Secretaria em transferir a Tomada d'Água Principal da barragem para o interior do reservatório, mais precisamente para uma sela localizada na margem direita, conforme pode ser observado na Figura 2.3.

Neste local será implantada uma estrutura de admissão, controlada por comportas, seguida de um túnel que conduzirá as águas do reservatório para a bacia adjacente (de uma sanga afluente do arroio Taquarembó pela sua margem esquerda). A ligação do túnel poderá ser feita diretamente no canal adutor, que originalmente partia da barragem ou diretamente em açude existente, que deverá ter suas condições aprimoradas para servir de reservatório intermediário do sistema adutor.

A vantagem dessa proposição se refletirá no encurtamento do canal adutor, que não necessitará ser construído em um trecho com inúmeras fragilidades ambientais, além de possuir um leito de assentamento constituído por rocha.

O Projeto Executivo da nova Tomada d'Água será desenvolvido no contrato relativo ao projeto do canal adutor, cujo processo para lançamento de procedimento licitatório encontra-se em plena evolução.

O assunto concernente a transferência da Tomada d'Água Principal foi debatido e aprovado em reunião realizada no dia 13/05/2009, com participação de técnicos da SIUMA e do Consórcio.

Além da Tomada d'Água Principal, foi prevista mais uma Tomada d'Água, esta localizada no corpo do barramento e será destinada ao suprimento hídrico de lavouras de arroz situadas em áreas postadas entre a margem direita do arroio Taquarembó e margem esquerda do rio Santa Maria. A capacidade de irrigação de lavouras de arroz por parte dessa nova Tomada será de aproximadamente 4.200 ha. Ambas as Tomadas d'Água, em conjunto poderão irrigar aproximadamente 16.700 ha de lavouras de arroz, com garantia de 95%.

A passagem da Tomada d'Água Principal para o interior do reservatório, além de tornar desnecessária a construção do canal adutor a partir do barramento, também permitiu que a nova Tomada d'Água pudesse ser transferida para a margem direita, descolando essa estrutura da galeria de desvio do arroio Taquarembó. Aparentemente, isso não se traduz em grande vantagem. No entanto, a construção da Tomada d'Água no barramento poderá ser realizada numa etapa mais avançada no tempo, permitindo um período mais dilatado para o detalhamento do projeto desta estrutura, harmonizando a implantação das obras civis com a entrega, instalação e montagem dos equipamentos hidromecânicos.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

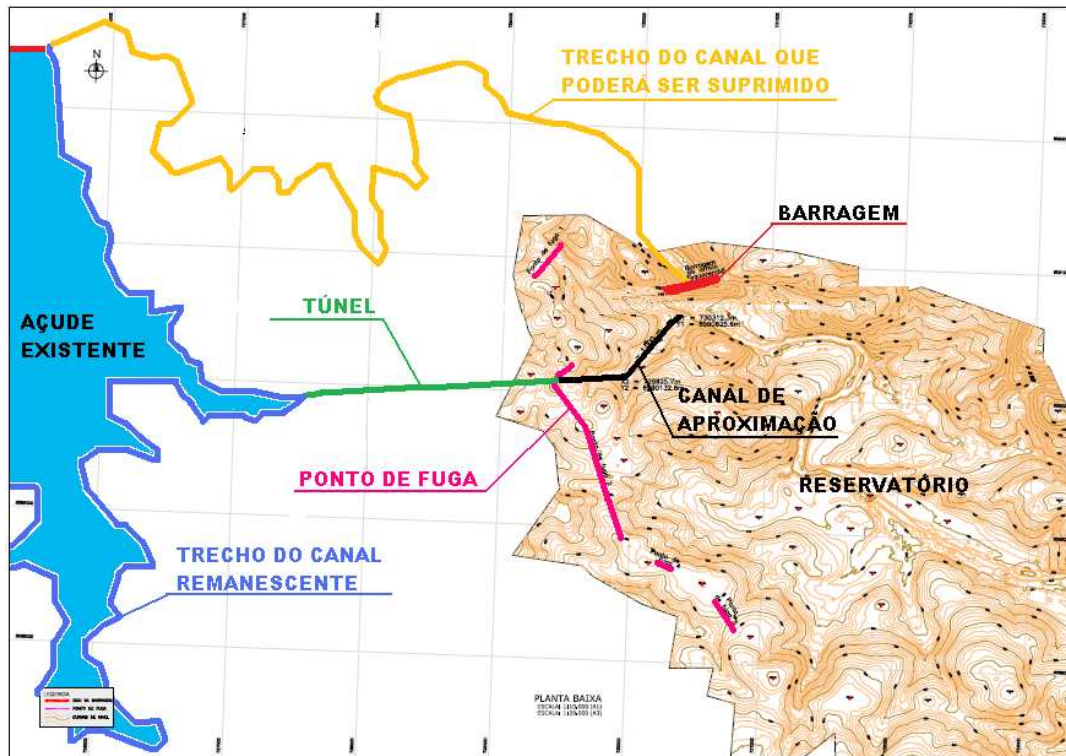


Figura 2.3: Transferência da Tomada d'Água Principal da Barragem para o Interior do Reservatório

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap2.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

3 LEVANTAMENTOS E ESTUDOS COMPLEMENTARES

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap3.docx

Consórcio:



39





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

3 LEVANTAMENTOS E ESTUDOS COMPLEMENTARES

Constituem os levantamentos e estudos complementares: levantamentos topográficos para uma avaliação precisa de aspectos como o volume do reservatório e a localização e detalhamento do barramento e dos pontos de fuga; estudos geológico-geotécnicas necessários para nortear aspectos como o assentamento do maciço, impermeabilização e drenagem das fundações e estabilização de encostas; e estudos hidroclimatológicos de análise de precipitações, vazões, aporte de sedimentos e balanço hídrico do reservatório.

3.1 Levantamentos Topográficos

A seguir são apresentadas considerações acerca dos levantamentos topográficos, no que tange aos marcos de referência de coordenadas, trabalhos efetuados e resultados obtidos.

3.1.1 Marcos de Referência

Os trabalhos foram iniciados com a implantação de dois marcos (M1 e M2) para reconstituição do eixo do barramento. Foi utilizado como base para transportes de coordenadas o Marco Ponche (RN do Exército), distante aproximadamente 200 m da ombreira esquerda da barragem. A monografia do Marco Ponche está apresentada na página seguinte.

Os marcos implantados são constituídos de concreto conforme o modelo apresentado na Figura 3.1. As coordenadas dos marcos de referência estão apresentadas no Quadro 3.1.



Figura 3.1: Marco M2 implantado na ombreira direita

Quadro 3.1: Marcos de Referência

Marco	Coordenadas UTM – Datum SAD69		
	N	E	Z
Ponche	6.590.917,551 m	730.053,611 m	190,386 m
M1	6.590.822,331 m	730.276,655 m	160,889 m
M2	6.590.893,650 m	730.566,186 m	158,206 m

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap3.docx

Consórcio: _____ 40





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

MONOGRAFIA DE BASE DE APOIO GPS - P2 - MARCO PONCHE		
PROJETO: Barragem Taquarembó		
MUNICÍPIO: Dom Pedrito - RS		LOCALIDADE: Rincão do Barreto
RESP. TÉCN.: Luciano Bastos Franco - CREARS 41.740 - INCRA AME		
COORDENADAS GEODÉSICAS		
SAD 69	CORREGO ALEGRE	UTM - SAD69 - M.C. 57° WGr
Latitude (Φ): 30° 47' 32,75344" S	Latitude (Φ): 30° 47' 32,73803" S	E: 730.053,611 m
Longitude (λ): 54° 35' 44,67046" O	Longitude (λ): 54° 35' 44,00068" W	N: 6.590.917,551 m
Altura Elipsoidal (h): 190,386 m	Altura Ortométrica (h): 183,24m	
Desvio Padrão N: 0,018m		
Desvio Padrão E: 0,016m		
Desvio Padrão Hz: 0,024m		
EQUIPAMENTO		
MARCA: Topcon	MODELO: GR3	TAXA DE RASTREIO: 5 Segundos
SOFTWARE DE PROCESSAMENTO: Topcon Tools Versão 6.01.1		
DATA E HORÁRIO DE RASTREIO		
DATA: 27 - 05 - 2009	HORA INICIAL (UTC): 11:07:31	HORAS TOTAIS (UTC): 10:26:56
LOCALIZAÇÃO: O referido marco encontra-se na cidade de Dom Pedrito na localidade denominada rincão do Barreto, na Fazenda Taquarembó de propriedade de Elisabeth Ursula Pons.		
ROTEIRO DE ACESSO: Partindo da sede municipal, mais precisamente do trevo principal pela RST 630 em direção a Rosario do Sul percorre cerca de 6,92 Km, entra a esquerda pela estrada municipal DP405, percorre 17,77 km, chega na propriedade, percorre mais 3,06km, chega-se ao cerro peludo, local onde se encontra o marco RN PONCHE.		
DESCRIÇÃO: O marco é um pilar de concreto de formato tronco piramidal com 50 cm de altura, sendo que 10 cm ficam acima do nível do solo.		
FOTOGRAFIAS DA BASE:	CROQUI DE LOCALIZAÇÃO: 	

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap3.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

3.1.2 Descrição dos Trabalhos Realizados

Após implantados os marcos, foram levantadas primeiramente seções topográficas no eixo do projeto básico e em seções transversais, bem como realizadas locações de sondagens. Entretanto, foram encontradas dificuldades de acesso ao local a jusante do barramento, devido à mata fechada. Assim, após o levantamento de três seções transversais, e considerando que tiveram início as atividades de supressão de vegetação na área da barragem, optou-se pelo levantamento através de nuvem de pontos, para agilizar o serviço na área desmatada.

Tendo em vista os resultados parciais das sondagens geotécnicas executadas no mês de maio de 2009, bem como a definição quanto à necessidade de estudo geofísico, foram também levantados outros dois eixos (seções), sendo um posicionado 50 m a jusante do eixo de projeto e outro 80 m a montante, este com inflexões na direção das ombreiras.

Foram realizados também levantamentos topográficos nos quatro pontos de fuga identificados no reservatório.

3.1.3 Resultados Obtidos

O produto dos levantamentos topográficos realizados pode ser visualizado do desenho BAR-TOP-07 ao desenho BAR-TOP-11, apresentado no Volume de Peças Gráficas.

Com o levantamento topográfico foi possível determinar as curvas cota x área e cota x volume do reservatório (CAV), apresentadas no Quadro 3.2 e na Figura 3.2.

Quadro 3.2: Curvas Cota – Área – Volume

COTA (m)	ÁREA (ha)	VOLUME (hm ³)	COTA (m)	ÁREA (ha)	VOLUME (hm ³)
130	0,26	0,00	146	486,70	24,45
131	1,72	0,00	147	543,38	29,56
132	6,04	0,02	148	606,51	5,28
133	14,48	0,10	149	671,48	41,63
134	21,78	0,27	150	736,02	48,63
135	31,75	0,52	151	796,03	56,26
136	45,78	0,89	152	861,48	64,53
137	70,93	1,43	153	929,01	73,45
138	96,70	2,23	154	1.001,48	83,07
139	136,83	3,34	155	1.084,62	93,47
140	186,75	4,90	156	1.160,78	104,67
141	232,90	6,94	157	1.239,64	116,64
142	275,25	9,44	158	1.319,89	129,40
143	327,41	12,40	159	1.406,23	143,00
144	378,58	15,88	160	1.489,33	157,46
145	431,28	19,89	161	1.568,26	172,74

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap3.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
 SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

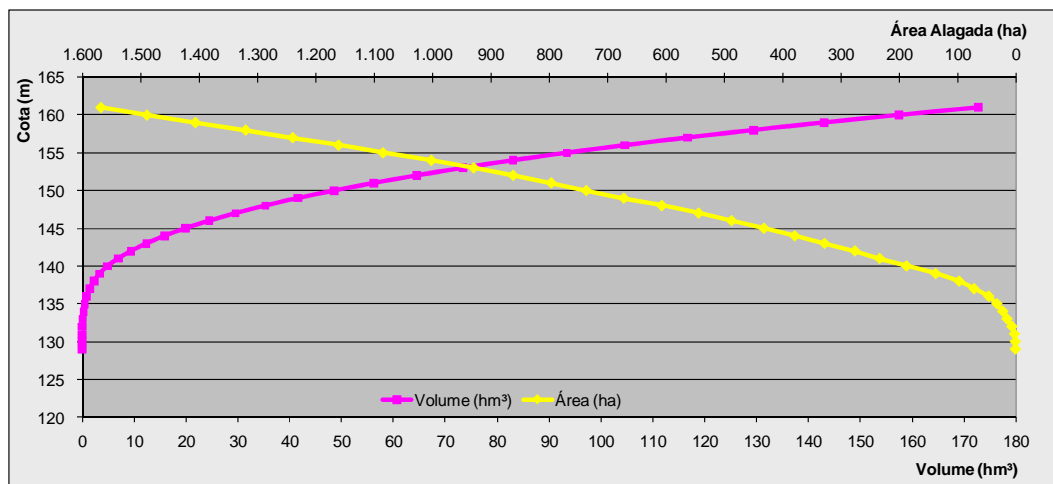


Figura 3.2: Curvas Cota – Área – Volume do reservatório

3.2 Estudos Geológico-Geotécnicos

Os estudos geológico-geotécnicos de campo programados desde janeiro/2009 somente puderam ser iniciados após a liberação do acesso à área do Empreendimento, devido ao atraso no processo de desapropriação das terras. Salienta-se que somente após 23/03/2009 houve permissão de acesso parcial pela margem esquerda, sendo que apenas em 29/04/2009 ocorreu a liberação para o início da supressão de vegetação na área da barragem, sem o que estava impedido o acesso e posicionamento dos equipamentos de sondagem nos locais programados.

A seguir, apresentam-se os resultados das investigações geotécnicas, sendo que foi concluída toda a programação de sondagens e ensaios complementares na área da barragem.

3.2.1 Investigações na Área da Barragem

Na área da barragem, além do reconhecimento geológico-geotécnico, foram programadas inicialmente 12 sondagens mistas (SME-01 a SME-12), diâmetro NX, e ensaios de perda d'água nos furos de sondagem, conforme apresentado no Relatório do Programa de Trabalho (RPG-01).

Durante o andamento dos trabalhos de sondagem na região do eixo, detectou-se a necessidade da ampliação da quantidade de furos de sondagens, devido às variações do perfil rochoso na região do barramento. Foram acrescentados mais 6 furos de sondagem (SME-13, SME-14, SME-15, SME-16, SME-17 e SME-18) visando a um melhor detalhamento geológico da região, e, desta forma, uma melhor caracterização do perfil da fundação. Tais informações de sub-superfície foram consideradas de fundamental importância para avaliação da qualidade da rocha embasante, que se mostrou bastante variável principalmente na região das ombreiras.

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap3.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Justifica-se a necessidade para o acréscimo dessas sondagens em razão de:

- Furos SME-13 e SME-16 (ombreira direita): devido à ocorrência de solos saprolíticos e rocha de coerência muito variável no perfil, sem definição clara do topo rochoso embasante. Foram executadas para melhor definição do engastamento da barragem no topo da ombreira e posicionamento das fundações, bem como para avaliação da condutividade hidráulica e da necessidade de tratamento de ombreira (injeções de calda de cimento);
- Furo SME-14 (margem esquerda): furo executado inclinado 30 graus na direção da calha do rio, com vistas à caracterização da rocha sob o leito submerso, assim como para melhor avaliação da condutividade hidráulica uma vez que existe um padrão de fraturamento vertical a sub-vertical;
- Furo SME-15 (a jusante da margem direita): furo raso executado para avaliação da fundação a jusante, no eixo da tomada d'água/válvula dispersora, e também para melhor estimativa de volumes a escavar, conforme a classificação do material (1ª, 2ª e 3ª categoria);
- Furo SME-17 (ombreira esquerda): no topo da ombreira esquerda também ocorre uma camada de colúvios, saprolitos e de alteração de rochas, com qualidade e coerência extremamente variável, inclusive quanto à condutividade hidráulica (camada permeável a semi-permeável). Assim, tal como o furo SME-16, a sondagem SME-17 foi necessária para definição do engastamento da barragem no topo da ombreira esquerda, ajuste na estimativa da profundidade das fundações e também para definição do plano de tratamento das fundações (injeções de calda de cimento);
- Furo SME-18 (pé da ombreira direita): Furo executado para dirimir dúvidas quanto à profundidade, qualidade e coerência da rocha subjacente, no segmento entre os furos SME-02 e SME-01, visto que nesta região o imageamento geofísico sinalizava forte variação da resistividade na fundação. Também teve a finalidade de estudo da seção geotécnica no eixo da tomada d'água (transversal ao eixo), para definição das fundações;

O desenho BAR-GEO-03 apresenta a localização das sondagens e perfil da fundação ao longo do eixo estudado. Nos Anexos são apresentados todos os boletins das sondagens e ensaios de perda d'água executados na área da barragem. Além disto, foram realizados ensaios de laminação e análise petrográfica para caracterização da composição da rocha

Por outro lado, em relação à programação inicial, o furo SME-04 foi executado 30,4 m à montante do eixo de projeto, devido às condições possíveis de acesso ao local à época da sondagem (maio/09). Assim, com o avanço do corte da vegetação, foi definida uma nova sondagem denominada SME-04A, executada no local anteriormente previsto para a SME-04, ou seja, no eixo do barramento.

O furo de sondagem SME-01 localizado na ombreira direita do arroio Taquarembó apresentou até os 1,30 m de profundidade a presença de rocha alterada com recuperação de 62%. No restante da sondagem, até os 10,00 m de profundidade, os resultados foram melhores, com recuperação de 100%. Entretanto, se trata de rocha bastante fraturada.

O furo SME-02 posicionado na margem direita do rio acusou a presença de solo aluvionar (silte arenoso) até os 2,70 m de profundidade. A partir deste ponto até o limite da sondagem que atingiu os 15,00 m de profundidade foi encontrado material rochoso com recuperação

Consórcio:



44



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

de 100%. Porém, no trecho de 13,6 m a 15,0 m a rocha apresentou-se com alteração e fraturamento significativo, coerente com as indicações da geofísica.

Para o furo SME-03 situado também na margem direita do arroio Taquarembó, próximo a calha deste, foi detectada a presença de solo aluvionar até 2,20 m. De 2,20 m até 10,30 m foi encontrada rocha com recuperação superior a 95%. No restante da sondagem, até o limite de 15,27 m, a presença da rocha se manteve com nível de recuperação de 100%, isto é, resultado excelente.

A sondagem SME-04 (a montante do eixo), na margem esquerda, revelou a ocorrência de camada de solo aluvionar até 2,0 m de profundidade, quando passou a ser perfurada camada de rocha (provável riolito) extremamente alterada e fragmentada (pedregulhos de 0,5 a 5 cm), intercalada com veios de alteração em alguns pontos, com recuperação inferior a 10% até o limite da sondagem (11,80 m de profundidade), isto é, solo de alteração. O nível d'água na sondagem foi detectado a 1,70 m de profundidade, praticamente coincidente com o nível d'água do arroio, devido a sua proximidade da margem. Este resultado evidencia que o topo rochoso a cerca de 30 m a montante do eixo está em elevação inferior +117,6 m, ou seja, muito abaixo do esperado. Tudo indica existir uma depressão do tipo rochoso na margem esquerda, na região à montante do eixo, entre 30 e 40 m, sendo que existe afloramento no nível do terreno a 80 m a montante.

O resultado desta sondagem SME-04, após análise e discussão geológico-geotécnica, levou a projetista a desenvolver o estudo geofísico mais amplo da fundação, conforme abordado adiante.

O furo de sondagem SME-05 apresentou na primeira manobra (0,0 m – 2,20 m) grau de alteração elevado, com recuperação de 9% ou 0%. A partir de 2,80 m ou 2,20m até o limite da sondagem (9,80 m) pode-se constatar uma recuperação superior a 90%, em sua maioria, com rocha competente.

O furo SME-06 (eixo, ombreira esquerda) detectou ocorrência de riolito muito alterado a partir de 0,40m até 4,50m de profundidade, com recuperação variável entre 40 e 85%. Abaixo de 4,50m de profundidade, provável topo rochoso, observou-se que a rocha passa a recuperar mais de 90% até o limite perfurado (9,50m), apresentando-se com aspecto são, embora fraturada.

O furo SME-07 (eixo, ombreira esquerda, Figura 3.3) revelou continuidade da ocorrência de provável riolito muito alterado na camada superficial, entre as profundidades de 0,30 e 7,30m, com recuperação variável entre 0 e 80%, sendo que entre 4,50 e 5,20m houve passagem por camada de areia fina e média (solo), com perda d'água total. Somente a partir de 7,30m de profundidade a rocha se apresentou com aspecto são (provável topo rochoso), com recuperação superior a 90%, até o limite sondado (9,80m). O grau de fraturamento, todavia, é acentuado, com fraturas horizontais e verticais. Não foi detectado nível d'água nesta sondagem.



Figura 3.3: Execução do furo SME-07/eixo

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap3.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Por sua vez, o furo SME-08 (eixo) localizado na parte superior da ombreira esquerda mostrou ocorrência de espessa camada de alteração de rocha (riolito), de 0,30 até 10,00m de profundidade (limite da sondagem). A recuperação de rocha neste perfil variou entre 0 e 12%, não sendo interceptado o topo rochoso até o final do furo. Não foi encontrado o lençol freático nesta sondagem.

O ensaio de perda d'água do furo SME-08 se resumiu ao trecho de 0,60m a 3,60m, onde foi aplicado uma pressão mínima de 0,10 kgf/cm² obtendo-se para esse valor a vazão média de perda de 103,80 L/m e coeficiente de permeabilidade de $k = 8,36 \times 10^{-3}$ cm/s. Não foi possível aumentar a pressão pois a mesma não se estabilizava devido ao alto grau de fraturamento da rocha.

O furo SME-09 posicionado aproximadamente 30 m a jusante do furo SME-03 revelou a presença de solo até 1,55 m. De 1,55 m até o limite da sondagem, que atingiu os 10,57 m de profundidade, constatou-se presença de material rochoso com recuperação próxima a 100%.

O furo SME-10 localizado a aproximadamente 30 m a jusante do furo SME-04A acusou presença de solo (areia fina muito argilosa, preta) até a profundidade de 1,40 m. De 1,40 m até 5,10 m ocorreu material rochoso alterado com recuperação em torno de 50%. A partir deste ponto até o limite da sondagem na profundidade de 10,60 m foi encontrada rocha (riolito) sã, porém muito fragmentada possuindo ainda fraturamento horizontal, mas com índice de recuperação superior a 90%.

O furo SME-11 situado 20 m a montante do furo SME-06 na ombreira esquerda apresentou camada de solo (argila com fragmentos de riolito vermelho e marrom) até 1,00 m de profundidade. No trecho de 1,0 m até 5,0 m constatou-se a existência de material de alteração (riolito muito fraturado e alterado) com recuperações variando de 20% até 35%. De 5,0 m a 9,5 m foi encontrada rocha com níveis de recuperação variando de 67% a 95% , com muitas fraturas horizontais e verticais, com veios verdes. O nível de água foi encontrado a 1,70 m de profundidade.

O furo SME-12 situa-se a uma distância de aproximadamente 30 m a jusante do furo SME-06. Até a profundidade de 1,40 m constatou-se a existência de matações de riolito. No trecho compreendido entre as profundidades de 1,40 m e 7,40 m ocorreu uma camada de rocha com recuperação variando entre 80% e 90%. No trecho final, até 9,90 m a rocha apresentou recuperação maior que 90%, porém, rocha muito fragmentada e fraturada horizontalmente, possuindo cores cinza-avermelhadas com manchas verdes.

Por outro lado, os resultados dos ensaios de perda d'água executados nos furos de sondagem no eixo mostram-se bastante variáveis, entre perda d'água total e impermeável, conforme o local e profundidade ensaiada. Na Figura 3.4 estão os resultados dos ensaios de perda d'água nas ombreiras, na Figura 3.5 na calha do arroio e na Figura 3.6, o somatório de todos os ensaios executados na fundação, onde verifica-se que estes apresentam pouca variação (valores médios de k da ordem de 10^{-4} cm/s). Ou seja, a variabilidade de resultados está compatível com a natureza do material de fundação que ora se apresenta com solo saprolítico ou de alteração (cobertura das ombreiras), ora se apresenta com rocha maciça. Assim, se confirma a necessidade de obrigatório tratamento das fundações da barragem, com remoção integral da camada de saprolitos e de injeções do material rochoso subjacente, em projeto específico a ser definido.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

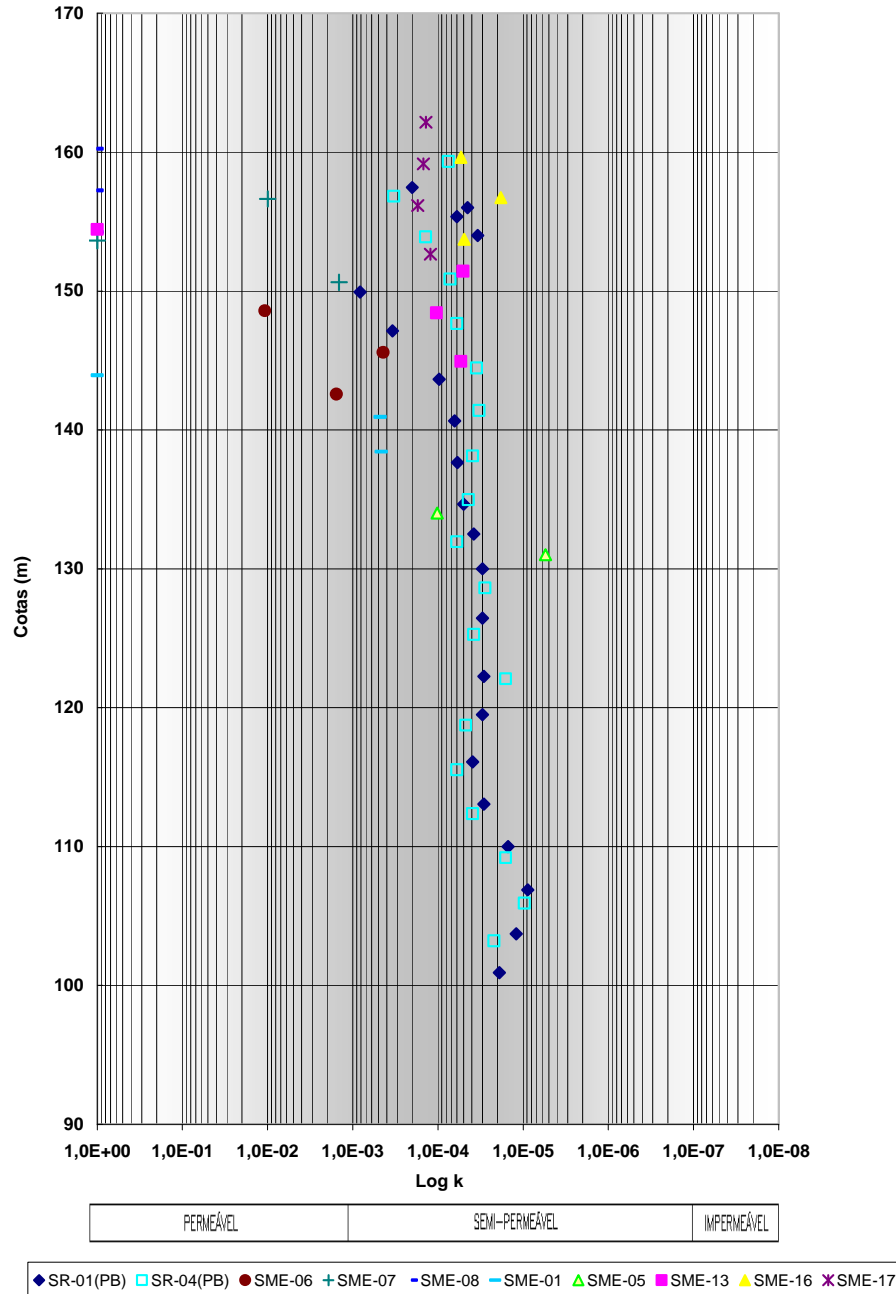


Figura 3.4: Condutividade hidráulica das ombreiras

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap3.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

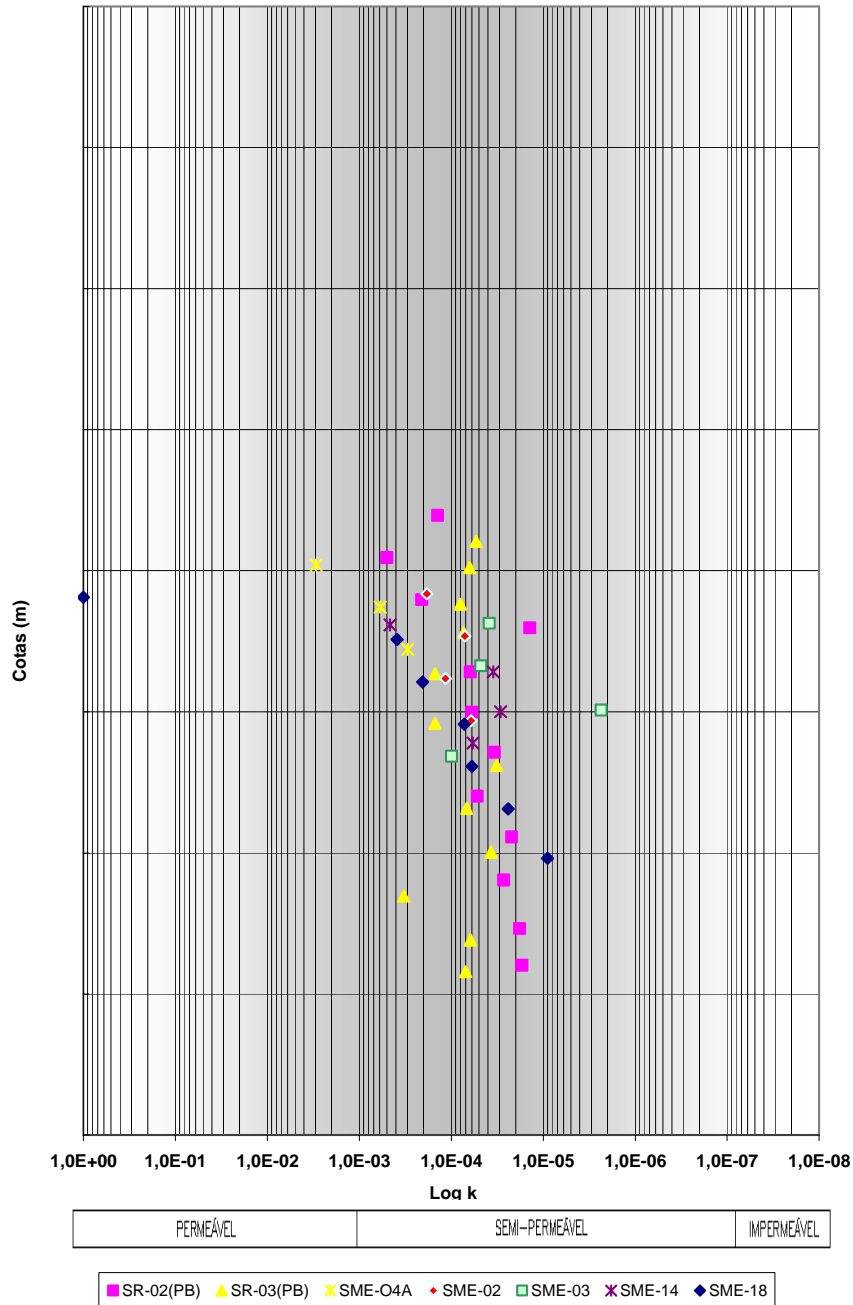


Figura 3.5: Condutividade hidráulica da calha do arroio

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap3.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

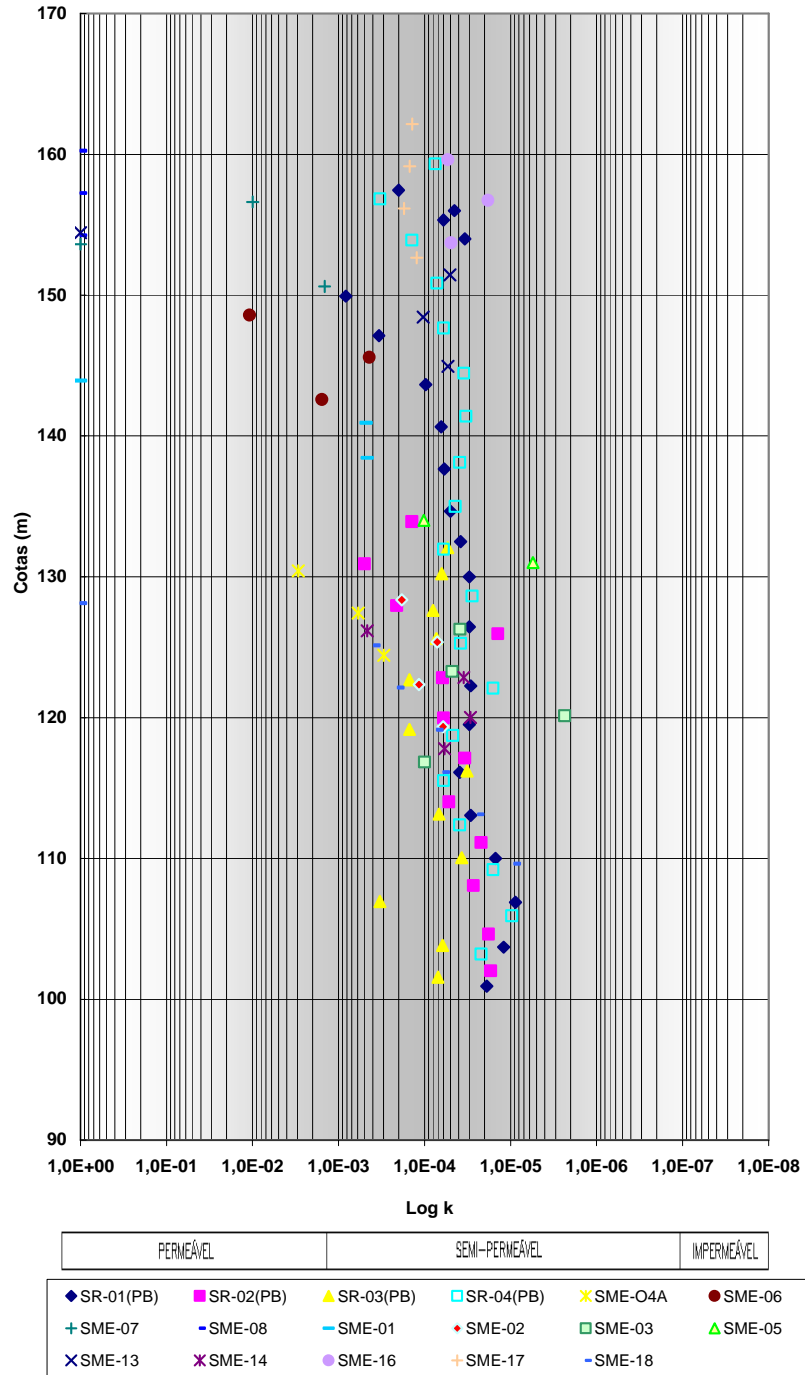


Figura 3.6: Condutividade hidráulica da fundação

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap3.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Este panorama revelado pelas sondagens e ensaios complementares executados inicialmente na margem esquerda, decorrente do adensamento do conhecimento geológico do local do eixo, levou à necessidade de aprofundamento dos estudos de sub-superfície. Isto porque o topo rochoso no eixo estudado (margem esquerda) apresenta-se com profundidade bastante variável e mais profundo que a expectativa inicial. Por outro lado, nas adjacências e à montante do eixo, há menos de 100m de distância, existe grande afloramento rochoso na margem esquerda (Figura 3.7), calha do arroio e também na margem direita. Ou seja, é provável que exista um falhamento ou descontinuidade geológica no local do eixo, anteriormente não detectado.



Figura 3.7: Afloramento rochoso na margem esquerda, cerca de 100 m a montante do eixo

Assim, para o estudo geológico complementar foi mobilizado pela projetista a execução de estudo geofísico específico (atividade inicialmente não prevista), conduzido pelo Geólogo Antônio Flávio Uberti Costa. Neste estudo, foi aplicado o método geofísico de eletrorresistividade¹, através da técnica de imageamento elétrico bidimensional, com espaçamento entre os eletrodos de 5 metros e parâmetros para alcançar até cerca de 30 metros de profundidade. O relatório do estudo está apresentado em Anexo, com interpretação inicial, quando estavam disponíveis somente correlações com sondagens na margem esquerda, e complementar, após reprocessamento final contemplando o conjunto das sondagens executadas ao longo do eixo.

Foram estudadas três seções geofísicas paralelas, sendo uma no eixo de projeto (Figura 3.8), uma a 50m a jusante do eixo e outra a 80m a montante do eixo. A seção estudada 80m a montante (L2 central) teve nas suas extremidades duas linhas de inflexão (L1 e L3) prolongadas na direção das ombreiras visto que neste local o vale se abre.

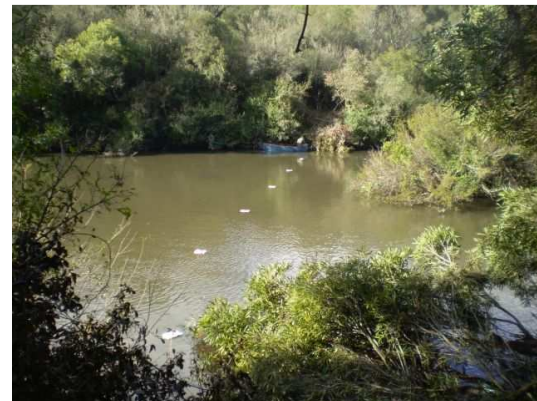


Figura 3.8: Seção Geofísica no eixo atual

A obtenção dos dados foi realizada com um sistema semi-automático de eletrorresistividade, com cabos multieletródos. Para o tratamento e inversão dos dados, com obtenção dos modelos 2D de resistividade verdadeira foi empregado o *software* RES2DINV, desenvolvido por M.H.Loke (GEOTOMO). Os modelos calculados de resistividade verdadeira apresentam, eventualmente, alguma distorção nas

¹ Ward. S. H. (1990). Resistivity and Induced Polarization Method, in Geotechnical and Environmental Geophysics. Part 1. p 147-190. Ed. Society of Exploration Geophysicists SEG.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

bordas laterais das seções. A interpretação dos dados, com a caracterização do topo rochoso (rocha sana), baseou-se em valores de resistividade normalmente apresentados pelos materiais encontrados na área (Figura 3.9) e na amarração dos dados geofísicos às informações de sondagens geotécnicas disponíveis à época dos trabalhos de campo (SME-04, SME-04A, SME-06, SME-07, SME-08). A calibragem dos valores de resistividade medidos às informações geológicas de subsuperfície, fornecidas pelas sondagens geotécnicas, é importante, tendo em vista que a propriedade física “resistividade elétrica” depende, além do tipo da rocha, das condições físico-químicas em que esta se encontra, tais como: umidade, fraturamento, temperatura e grau de decomposição, podendo variar bastante de um lugar para outro.

Observa-se que após a conclusão das sondagens no eixo da barragem, no mês de julho/09, o perfil geofísico da seção no eixo foi reprocessado, ajustando-se à correlação às novas sondagens, principalmente àquelas executadas na margem direita.

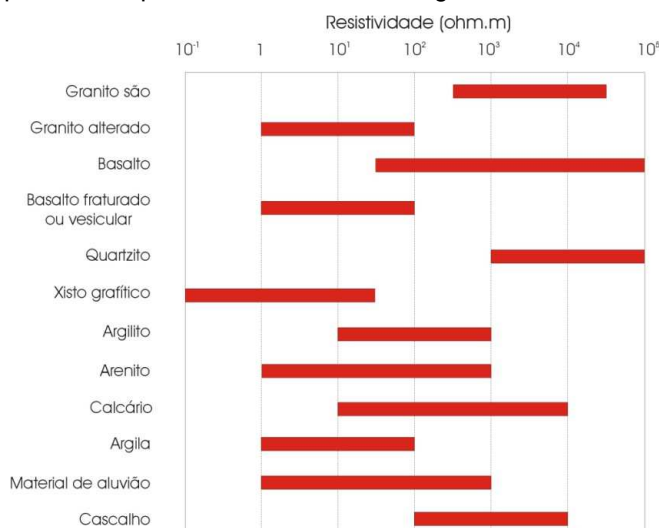


Figura 3.9: Variações de resistividade em Rochas e Solos. Modificado de Ward, S. H (1990)

Os resultados iniciais obtidos do imageamento ao longo do eixo estudado, podem ser visualizados de forma gráfica na Figura 3.10 a seguir, com indicativo de forte variação da resistividade na margem direita. Posteriormente, com o avanço e conclusão das sondagens nesta margem, o estudo geofísico (modelo matemático) foi reprocessado, ajustando-se as correlações de resistividade aos resultados dos perfis de sondagem, conforme apresentado na Figura 3.11. Observa-se que houve variação da interpretação inicial, devido ao adensamento dos resultados das sondagens em que se confirmou a ocorrência de rochas de composição riolítica no local (tufos e brechas vulcânicas); todavia, tais rochas apresentam significativa variação da resistividade, possivelmente devido a sua gênese e processo vulcânico de formação, o que levou à conclusão de que, contrariamente à interpretação anterior, a cor amarela (resistividades a partir de 1200 ohm.m), e não a vermelha (a partir de 2500 ohm.m), já indicariam a presença de rocha sã.

Em continuação, apresentam-se a Figura 3.12 e a Figura 3.13 contendo respectivamente os resultados encontrados para uma seção paralela comparativa situada 50 m a jusante e a 80 m a montante. A Figura 3.14 e a Figura 3.15 correspondem aos prolongamentos da Linha L2 (80 m a montante), porém com inflexão pela ombreira esquerda (Linha L1) e pela



1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap3.docx



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

ombreira direita (Linha L3). Esses resultados, quanto à representação gráfica de cores podem ser aproximadamente interpretados como sendo:

- Cor azul - solo e rocha muito decomposta (saibro);
- Cor verde - rocha decomposta (ou alteração de rocha);
- Cor amarela - rocha pouco decomposta a sã; e
- Cor vermelha - rocha sã.

Pela análise desses resultados se observa uma acentuada variabilidade do perfil da rocha e do seu grau de intemperismo, conforme a seção analisada.

Conforme já salientado, no eixo de projeto estudado (Figura 3.10) se detectou inicialmente uma zona extremamente fraturada localizada na margem direita (que poderia ser um provável falhamento). Próximo a este local, posteriormente à execução do levantamento geofísico, foram executados os furos de sondagem SME-02 e SME-03. A investigação foi depois complementada pela execução do furo SME-18 (inclinado 30 graus).

As sondagens SME-02 e SME-03, executadas até 15 m de profundidade, confirmaram a existência de rocha maciça a partir de 2,70 m de profundidade. No limite da sondagem SME-02 (após 13,50 m) foi observada ocorrência de camada de alteração de rocha, o que estaria compatível com a indicação da geofísica que sinaliza ocorrência de zona de rocha fraturada e/ou alterada em profundidades entre 15 e 20 m nesta região do perfil. Todavia, a existência de camada rochosa contínua entre as profundidades de 3 e 13 m, assegura condições satisfatórias para o assentamento das fundações da barragem neste segmento.

O furo SME-18 (inclinado 30 graus), executado até 25m de profundidade, revelou rocha de composição riolítica a partir de 2,90m de profundidade, melhorando a coerência e RQD à medida em que a profundidade aumenta.

Por outro lado, a seção comparativa estudada 50 m a jusante (Figura 3.12) mostra um perfil de fundação menos resistente, com maior presença de alterações de rocha e maior profundidade do topo rochoso, além da provável continuidade do falhamento que intercepta o eixo atual. Ou seja, as condições são sensivelmente piores do que as existentes no eixo atual.

Por sua vez, a seção comparativa estudada 80m a montante do eixo (Figura 3.13) apresenta um topo rochoso mais próximo da superfície, inclusive com afloramentos em ambas as margens. Próximo da calha do arroio o indicativo do falhamento é de uma zona fraturada menos intensa do que a sugerida no eixo atual, em que pese existir uma provável camada de alteração de rocha em profundidades abaixo da elevação +105m (há mais de 25m de profundidade). A camada com resistividade menor em profundidade reforça a idéia de ocorrência de riolitos na área, que estariam possivelmente sobre rochas mais antigas em profundidade, com resistividades menores. As resistividades menores em profundidade também poderiam corresponder a derrames de riolito amigdalóides, alterados. Ainda nessa seção à montante, as linhas L1 (Figura 3.14) e L3 (Figura 3.15) que se prolongam pelas ombreiras evidenciam a ocorrência de camada superficial de alteração de rocha e rocha maciça em profundidades variáveis entre 2 e 10 m. As seções geofísicas estão apresentadas no desenho BAR-GEO-04.

Nas sondagens SME-04A e SME-14 foram realizados ensaios de laminação e análise petrográfica com objetivo de verificar o material presente na fundação do barramento.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

A lâmina petrográfica referente ao testemunho da sondagem SME-04A descreve uma rocha lapilli tufo de composição riolítica (tufo soldado), de granulação fina e cor cinza claro com fragmentos angulosos de cor verde e pontuações rosa e branca. A estrutura principal esta marcada pela orientação incipiente de litoclastos de rochas vulcânicas ácidas e shards com formas alongadas e algumas vezes, torcidas e dobradas constituindo uma estrutura aproximadamente plano-paralela. A estrutura piroclástica, entretanto, não apresenta uma boa seleção ou organização dos clastos.

Nesta lâmina não há evidências de deformação no estado sólido (recristalização), a estrutura é primária. Há indícios de alteração hidrotermal, com ocorrência de uma matriz muito fina composta por argilominerais, provavelmente do grupo das esmectitas. A alteração apresenta distribuição irregular e afeta todos os fragmentos líticos. A ocorrência restrita de microfaturas associada com o baixo percentual de argilização e a composição quartzo-feldspática resultam em uma rocha de coesão média. O material é de natureza ígnea, vulcânica piroclástica. Na análise visual apresenta de 7 a 7% de quartzo, 2 a 3% de feldspato, 60 a 65% de litoclastos de riolitos e 25 a 30% de litoclastos de shards.

A lâmina petrográfica referente ao testemunho da sondagem SME-14 descreve uma rocha de riodacito, de granulação fina e cor marrom claro com tom avermelhado. A rocha apresenta uma foliação de forma de origem primária e caracterizada pela orientação de cristais prismáticos e ripiformes de feldspatos. Não há evidências de deformação no estado sólido (recristalização). Há indícios incipientes de alteração hidrotermal, com ocorrência de porções disseminadas alteração do plagioclásio e do k-feldspato para uma massa fina de argilominerais. O material é de natureza ígnea vulcânica a subvulcânica. Na análise visual apresenta de 6 a 8% de k-feldspato (sanidina), 4 a 6% de plagioclásio, 2 a 3% de biotita, 50 a 55 de matriz cristalitos, 25 a 30% de matriz vidro e quartzo como raros fenocristais. A ocorrência restrita de microfaturas associada com o baixo percentual de biotita e elevado conteúdo modal de quartzo e feldspato resultam em uma rocha de elevada coesão. A presença restrita de microdescontinuidades contribui para uma baixa porosidade aparente e absorção de água.

Em resumo, pelo conjunto dos resultados das sondagens e ensaios complementares executadas, conclui-se que deverá ser mantido e confirmado o atual eixo de projeto. Nas ombreiras, deverá ser dispensada especial atenção e tratamento das fundações visto que ocorrem solos saprolíticos e/ou alterações de rocha, sendo necessária remoção do pacote de alteração e/ou injeções específicas, a serem definidas pelo projeto.