MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
Secretaria de Infraestrutura Hídrica

Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional

Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste

RELATÓRIO FINAL DOS PROJETOS EXECUTIVOS DO LOTE C

Volume 1 - TEXTO

1230-REL-2001-00-01-001-R01
RECIFE-PE

CONSÓRCIO
TECHNE • PROJETEC • BRLi

Dezembro-2015

TECHNE engenheiros consultores
PROJETEC
BRL Ingénierie

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Secretaria de Infraestrutura Hídrica

Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional

Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste

RELATÓRIO FINAL DOS PROJETOS EXECUTIVOS DO LOTE C

Volume 1 - Texto

1230-REL-2001-00-01-001-R01

RECIFE-PE

CONSÓRCIO

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Dezembro - 2015

TECHNE engenheiros consultores

PROJETEC

BRL Ingénierie

PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL - PISF

EIXO LESTE

PROJETO EXECUTIVO DO LOTE C

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente da República: Dilma Vana Rousseff

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Secretaria de Infraestrutura Hídrica

Ministro de Estado da Integração Nacional: Gilberto Occhi

Secretário de Infraestrutura Hídrica: Osvaldo Garcia

Diretor do Departamento de Projetos Estratégicos: Jonathas Assunção S. Nery de Castro

Assessor do Departamento de Projetos Estratégicos: José Gentil

Coordenador Geral de Obras Civis: Juliana Ribeiro Silveira

Coordenador Geral dos Programas Ambientais: Elianeiva de Queiroz Viana Odísio

Coordenador Geral de Eletromecânica: Herivelto de Souza Bronzeado

Coordenador de Projetos - PISF: Alexandre José de Carvalho

Gestor do Contrato - Lote “C”: Rafael Ribeiro Silveira

GERENCIADORA Concremat – ARCADIS logos

Gerente Geral: André Koff

Coordenador de Engenharia: Giordano Aguiar

Coordenador do Projeto - Lote “C”: Giane Mendes

CONSÓRCIO TECHNE-PROJETEC-BRLi

Coordenador Geral: Antônio Carlos de Almeida Vidon

Coordenador Técnico: Rômulo de Macedo Vieira

Coordenador Adjunto: Maria Angela Capdeville Duarte Ullmann

Brasília, Dezembro de 2015.

CONSÓRCIO TECHNE-PROJETEC-BRLi

Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - Eixo Leste; Projeto Executivo do Lote C / Relatório Final dos Projetos Executivos do Lote C – Volume 1. Recife: Consórcio TECHNE-PROJETEC-BRLi, 2015.

264 p.

ISBN:

1. Projeto de Integração do Rio São Francisco. 2. Eixo Leste. 3. Projeto Executivo do Lote C. 4. Infraestrutura Hídrica. I. Ministério da Integração Nacional. II. Secretaria de Infraestrutura Hídrica. III. Consórcio TECHNE-PROJETEC-BRLi. IV. Título.

CDU

Título	Número	Folha 1/2
RELATÓRIO FINAL DOS PROJETOS EXECUTIVOS DO LOTE C - VOLUME 1 - Texto	**1230-REL-2001-00-01-001**	

Esta folha índice indica em que revisão está cada folha na emissão citada

Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7
1									**36**									**71**									**106**								
2									**37**									**72**									**107**								
3									**38**									**73**									**108**								
4									**39**									**74**									**109**								
5									**40**									**75**									**110**								
6									**41**									**76**									**111**								
7									**42**									**77**									**112**								
8									**43**									**78**									**113**								
9									**44**									**79**									**114**								
10									**45**									**80**									**115**								
11									**46**									**81**									**116**								
12									**47**									**82**									**117**								
13									**48**									**83**									**118**								
14									**49**									**84**									**119**								
15									**50**									**85**									**120**								
16									**51**									**86**									**121**								
17									**52**									**87**									**122**								
18									**53**									**88**									**123**								
19									**54**									**89**									**124**								
20									**55**									**90**									**125**								
21									**56**									**91**									**126**								
22									**57**									**92**									**127**								
23									**58**									**93**									**128**								
24									**59**									**94**									**129**								
25									**60**									**95**									**130**								
26									**61**									**96**									**131**								
27									**62**									**97**									**132**								
28									**63**									**98**									**133**								
29									**64**									**99**									**134**								
30									**65**									**100**									**135**								
31									**66**									**101**									**136**								
32									**67**									**102**									**137**								
33									**68**									**103**									**138**								
34									**69**									**104**									**139**								
35									**70**									**105**									**140**								

Rev.	Data	Por	Em.	Aprov.	Descrição das revisões
01	04/07/2016	Maria Angela C.D. Ullmann	C		Inserção da ATA 01400 de 30/06/2016
00	16/12/2015	Maria Angela C.D. Ullmann	B		Emissão Inicial

TIPO DE EMISSÃO

(A) Preliminar	**(E) Para Construção**	**(I) de Trabalho**
(B) Para Aprovação	**(F) Conforme Comprado**	**( )**
(C) Para Conhecimento	**(G) Conforme Construído**	**( )**
(D) Para Cotação	**(H) Cancelado**	**( )**

Título	Número	Folha 2/2
RELATÓRIO FINAL DOS PROJETOS EXECUTIVOS DO LOTE C - VOLUME 1 - Texto	**1230-REL-2001-00-01-001**	

Esta folha índice indica em que revisão está cada folha na emissão citada

Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7
141									**176**									**211**									**246**								
142									**177**									**212**									**247**								
143									**178**									**213**									**248**								
144									**179**									**214**									**249**								
145									**180**									**215**									**250**								
146									**181**									**216**									**251**								
147									**182**									**217**									**252**								
148									**183**									**218**									**253**								
149									**184**									**219**									**254**								
150									**185**									**220**									**255**								
151									**186**									**221**									**256**								
152									**187**									**222**									**257**								
153									**188**									**223**									**258**								
154									**189**									**224**									**259**								
155									**190**									**225**									**260**								
156									**191**									**226**									**261**								
157									**192**									**227**									**262**								
158									**193**									**228**									**263**								
159									**194**									**229**									**264**								
160									**195**									**230**									**265**								
161									**196**									**231**									**266**								
162									**197**									**232**									**267**								
163									**198**									**233**									**268**								
164									**199**									**234**									**269**								
165									**200**									**235**									**270**								
166									**201**									**236**									**271**								
167									**202**									**237**									**272**								
168									**203**									**238**									**273**								
169									**204**									**239**									**274**								
170									**205**									**240**									**275**								
171									**206**									**241**									**276**								
172									**207**									**242**									**277**								
173									**208**									**243**									**278**								
174									**209**									**244**									**279**								
175									**210**									**245**									**280**								

01	04/07/2016	Maria Angela C.D. Ullmann	C		Inserção da ATA 01400 de 30/06/2016
00	16/12/2015	Maria Angela C.D. Ullmann	B		Emissão Inicial

Rev.	**Data**	**Por**	**Em.**	**Aprov.**	**Descrição das revisões**

TIPO DE EMISSÃO

(A) Preliminar	**(E) Para Construção**	**(I) de Trabalho**
(B) Para Aprovação	**(F) Conforme Comprado**	**( )**
(C) Para Conhecimento	**(G) Conforme Construído**	**( )**
(D) Para Cotação	**(H) Cancelado**	**( )**

SUMÁRIO

1 LISTA DE FIGURAS vii
2 LISTA DE TABELAS ix
A. APRESENTAÇÃO 2
A.1 OBJETO 2
A.2 INTEGRAÇÃO DE BACIAS – UMA HISTÓRIA 2
A.3 INSERÇÃO DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL NO PLANO SÃO FRANCISCO 3
A.4 O PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL 5
A.4.1 Marco Teórico Conceitual do Projeto 5
A.4.2 Concepção Geral do Empreendimento 6
A.5 ESCOPO DOS SERVIÇOS 11
A.5.1 Serviços de Campo 11
A.5.2 Serviços de Escritório 11
A.5.2.1 Programação dos Serviços. 11
A.5.2.2 Detalhamento do Projeto Básico 11
A.6 APRESENTAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO 12
I. CONCEPÇÃO GERAL DO PROJETO 15
2. DESCRIÇÃO DO EIXO LESTE - TRECHO V - LOTE C 19
2.1 SEGMENTOS DOS CANAIS DO LOTE C 27
2.1.2 O Traçado 27
2.1.3 Segmentos de Canais 28
2.1.3.1 Lote 09 de Obras: 28
2.1.3.2 Lote 10 de Obras: 29
2.1.4 Serviços Topográficos 29
2.1.5 Serviços Geotécnicos 32
2.1.6 Dimensionamento do Sistema Adutor 32
2.1.7 Seções Tipo 33
2.1.8 Juntas 34
2.1.9 Sistema de Proteção 34
2.1.9.1 Muretas 34
2.1.9.2 Proteção em Solos Expansivos e Colapsíveis 40
2.1.10 Drenagem Interna dos Canais 41
2.1.11 Sistema de Macro-Drenagem 44
2.1.11.1 Sub-Sistemas de Drenagem Lateral 44
2.1.11.2 Sub-Sistema de Drenagem dos Taludes de Corte e Aterro 47
2.2 ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO 54
2.2.1 Características Geológico-Geotécnica dos Sítios das Estações 59
2.2.2 Arquitetura 59
2.2.2.1 O Partido Arquitetônico 59
2.2.2.2 Agenciamento Urbano 60
2.2.2.3 Edifício da Estação 62

2.2.3 Serviços de Campo Realizados 68
2.2.3.1 Serviços Topográficos 68
2.2.3.2 Serviços Geotécnicos 68
2.2.4 Componentes Hidromecânicos 69
2.2.4.1 Tomada d'água 69
2.2.4.2 Casa de bombas 73
2.2.4.3 Sistemas Auxiliares Mecânicos 81
2.2.4.4 Adutoras de Recalque 86
2.2.4.5 Estrutura de Deságue 87
2.2.5 Componentes Elétricos 88
2.2.5.1 Linhas e Subestações de 230 kV 88
2.2.5.2 Conjuntos Moto-bombas e Equipamentos Associados 88
2.2.3 Obras Civis 93
2.2.3.1 Escavações, Aterros, Reaterros e Proteção dos Taludes 93
2.2.3.2 Fundações 96
2.2.3.3 Estruturas de Concreto Armado 97
2.2.4 Drenagem 97
2.2.5 Interligação Subestações / EBVs 98
2.2.5.1 Interligação Elétrica Subestações / EBVs – Linhas de 6,9kV 98
2.2.5.2 Sistemas de Abastecimento de Água Tratada das Subestações 98
2.3 SISTEMAS DE DRENAGEM EXTERNA 100
2.3.1 Drenos Laterais 100
2.3.2 Bueiros 103
2.3.3 Overchute 106
2.3.4 Sistemas de Drenagem dos Taludes de Corte e Aterro do Canal Adutor 111
2.3.5 Sistema de Drenagem dos Taludes das Escavações das Estações de Bombeamento 120
2.3.6 Dimensionamento dos Canais de Aproximação e de Restituição 120
2.4 AQUEDUTOS, PONTES E PASSARELAS 126
2.4.1 Aquedutos 126
2.4.1.1 Aqueduto Sobre a BR-316 (WBS 2205) 127
2.4.1.2 Aqueduto Jacaré (WBS 2305) 128
2.4.1.3 Aqueduto Caetitu (WBS 2306) 131
2.4.2 Pontes e Passarelas 133
2.4.2.1 Descrição das Pontes 136
2.4.2.2 Descrição das Passarelas 146
2.5 BARRAGENS 149
2.5.1 Serviços de Campo Realizados 149
2.5.1.1 Serviços Topográficos 149
2.5.1.2 Serviços Geotécnicos 150
2.5.2 Tomadas D'Água e Estruturas de Derivação das Barragens 150
2.5.2.1 Tomadas d'Água das Barragens Braúnas, Mandantes, Salgueiro, Cacimba Nova e Bagres 150
2.5.2.1.1 Componentes Hidromecânicos 150
2.5.2.2 Estruturas de Derivação das Barragens Muquém e Copiti 153
2.5.2.2.1 Componentes Hidromecânicos 153

2.5.3 Sistemas Elétricos das Tomadas d'Água e Estruturas de Derivação das Barragens 157
2.5.3.1 Subestação..... 157
2.5.3.2 Sistemas de Vias de Cabos de Baixa Tensão..... 157
2.5.3.3 Sistemas de Aterramento 157
2.5.3.4 Sistemas dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada 157
2.5.4 Barragem e Dique Braúnas.....158
2.5.4.1 Características do Reservatório 158
2.5.4.2 Aspectos Geológico/Geotécnicos dos Sítios da Barragem e do Dique 158
2.5.4.3 Concepção da Barragem e do Dique..... 159
2.5.4.3.1 Barragem Braúnas..... 159
2.5.4.3.2 Sangradouro..... 160
2.5.4.3.3 Tomada d' Água..... 161
2.5.4.3.4 Instrumentação 162
2.5.4.3.5 Análise de Estabilidade..... 162
2.5.4.3.6 Estudo de Percolação 163
2.5.5 Barragem Mandantes 168
2.5.5.1 Características do Reservatório 168
2.5.6 Aspectos Geológico/Geotécnicos do Sítio da Barragem.....168
2.5.7 Concepção da Barragem 169
2.5.8 Sangradouro 171
2.5.9 Tomada d'Água.....171
2.5.10 Instrumentação 172
2.5.11 Análise de Estabilidade.....173
2.5.12 Estudo de Percolação 173
2.6 BARRAGEM SALGUEIRO.....177
2.6.1 Características do Reservatório 177
2.6.2 Aspectos Geológico/Geotécnicos do Sítio da Barragem.....177
2.6.3 Concepção da Barragem 179
2.6.4 Sangradouro 180
2.6.5 Tomada D´Água 181
2.6.6 Instrumentação 182
2.6.7 Análise de Estabilidade.....182
2.6.8 Estudo de Percolação 183
2.7 BARRAGEM MUQUÉM.....187
2.7.1 Características do Reservatório 187
2.7.2 Aspectos Geológico/Geotécnicas do Sitio da Barragem.....187
2.7.3 Concepção da Barragem 188
2.7.4 Sangradouro 190
2.7.5 Tomada d'Água - Estrutura de Derivação 190
2.7.6 Instrumentação 191
2.7.7 Análise de Estabilidade.....191
2.7.7.1 Barragem de Terra..... 191
2.7.7.2 Barragem de CCR 192
2.7.8 Estudo de Percolação 192
2.8 BARRAGEM CACIMBA NOVA.....196

2.8.1 Características do Reservatório 196
2.8.2 Características Geológico/Geotécnicas do Sítio da Barragem 196
2.8.3 Concepção da Barragem 197
2.8.4 Sangradouro 199
2.8.5 Tomada d'Água 200
2.8.6 Instrumentação 201
2.8.7 Análise de Estabilidade 201
2.8.7.1 Barragem de Terra 201
2.8.7.2 Barragem de Concreto Massa 202
2.8.8 Estudo de Percolação 202
2.9 BARRAGEM BAGRES 208
2.9.1 Características do Reservatório 208
2.9.2 Características Geológico/Geotécnicas dos Sítios da Barragem e do Dique 208
2.9.3 Concepção da Barragem e do Dique 209
2.9.4 Sangradouro 210
2.9.5 Tomada d'Água 211
2.9.6 Instrumentação 212
2.9.7 Análise de Estabilidade 213
2.9.8 Estudos de Percolação 213
2.10 BARRAGEM COPITI 217
2.10.1 Características do Reservatório 217
2.10.2 Características Geológico/Geotécnicas do Sítio da Barragem 217
2.10.3 Concepção da Barragem 218
2.10.4 Sangradouro 219
2.10.5 Tomada d'Água 220
2.10.6 Instrumentação 220
2.10.7 Análise de Estabilidade 221
2.10.8 Estudo de Percolação 221
2.11 SISTEMA VIÁRIO 226
2.11.1 Parâmetros, Critérios e Metodologia Utilizados 233
2.11.2 Elementos de Projeto - Lote 09 234
2.11.1.1 Canal de Aproximação / Reservatório Areias 234
2.11.1.2 Reservatório Areias / EBV-2 235
2.11.1.3 EBV-2 / Reservatório Braúnas 235
2.11.1.4 Reservatório Braúnas / Reservatório Mandantes 236
2.11.1.5 Reservatório Mandantes / EBV-3 237
2.11.1.6 EBV-3 / Reservatório Salgueiro 237
2.11.1.7 Reservatório Salgueiro / Reservatório Muquém 239
2.11.2 Elementos de Projeto - Lote 10 240
2.11.2.1 Reservatório Muquém / Aqueduto Jacaré 240
2.11.2.2 Aqueduto Jacaré / Reservatório Cacimba Nova 241
2.11.2.3 EBV-4 / Reservatório Bagres 242
2.11.2.4 Reservatório Bagres / Aqueduto Caetitu 243
2.11.2.5 Aqueduto Caetitu / Reservatório Copiti 243
2.11.3 Elementos de Projeto - Lote 13 245

2.12 OBRAS COMPLEMENTARES 245
2.12.1 Estruturas de Controle 245
2.12.1.1 Comportas Ensecadeiras 247
2.12.1.2 Viga Pescadora 248
2.12.1.3 Componentes Elétricos 249
2.12.2 Tomadas D'Água de Uso Difuso 251
2.12.2.1 Concepção dos Projetos 251
2.12.2.2 Componentes Elétricos 252
2.12.2.2.1 Subestação 252
2.12.2.2.2 Sistemas de Aterramento 252
2.12.2.3 Características das Tomadas d'Água de Uso Difuso – Lote 09 de Obras 253
2.12.2.4 Características das Tomadas d'Água de Uso Difuso – Lote 10 de Obras 253
3 ADEQUAÇÕES E ALTERAÇÕES AO PROJETO BÁSICO 259
3.11 SEGMENTOS DE CANAIS 259
3.12 ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO 260
3.13 SISTEMA DE DRENAGEM 260
3.14 AQUEDUTOS, PONTES E PASSARELAS 261
3.14.1 Aquedutos 261
3.14.2 Pontes e Passarelas 262
3.15 BARRAGENS 262
3.15.1 Barragem Braúnas: 262
3.15.2 Barragem Mandantes: 262
3.15.3 Barragem Salgueiro: 263
3.15.4 Barragem Cacimba Nova: 263
3.15.5 Barragem Bagres: 263
3.15.6 Barragem Copiti: 263
3.16 SISTEMA VIÁRIO 264
3.17 OBRAS COMPLEMENTARES 264

1 LISTA DE FIGURAS

FIGURA A.1 – PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL 5
FIGURA A.2 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO 6
FIGURA A.3 – ILUSTRAÇÃO DA POSIÇÃO DOS EIXOS NORTE E LESTE DO PISF 8
FIGURA A.4 – TRECHOS COMPONENTES DOS EIXOS NORTE E LESTE DO PISF 10
FIGURA 2.1 - ARRANJO GERAL EIXO LESTE 22
FIGURA 2.2 - CROQUIS DAS OBRAS INTEGRANTES DO SISTEMA ADUTOR (PARTE 1) 23
FIGURA 2.3 - CROQUIS DAS OBRAS INTEGRANTES DO SISTEMA ADUTOR (PARTE 2) 24
FIGURA 2.4 - CROQUIS DAS OBRAS INTEGRANTES DO SISTEMA ADUTOR (PARTE 3) 25
FIGURA 2.5 - CROQUIS DAS OBRAS INTEGRANTES DO SISTEMA ADUTOR (PARTE 4) 26
FIGURA 2.6 - SEÇÕES TIPO 1 E 2 36
FIGURA 2.7 – SEÇÕES TIPO 3 E 4 37
FIGURA 2.8 – SEÇÕES TIPO 5 E 6 38
FIGURA 2.9 – SEÇÕES TIPO 7 E 8 39
FIGURA 2.10 - DESENHO ESQUEMÁTICO DE DRENAGEM INTERNA DO CANAL 43
FIGURA 2.11 – DESENHO ESQUEMÁTICO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-1 55
FIGURA 2.12 – DESENHO ESQUEMÁTICO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-2 56
FIGURA 2.13 – DESENHO ESQUEMÁTICO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-3 57
FIGURA 2.14 – DESENHO ESQUEMÁTICO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-4 58
FIGURA 2.15 – ÁREAS PAVIMENTADAS (TOM CINZA) E JARDINS (TOM VERDE) 60
FIGURA 2.16 – ESPÉCIES NATURAIS DA REGIÃO 62
FIGURA 2.17 – DIVISÃO DA ESTRUTURA: SUBMERSA E APARENTE 63
FIGURA 2.18 – FACHADAS 64
FIGURA 2.19 – DETALHES DA COBERTA 68
FIGURA 2.20 – CURVAS OBTIDAS NOS ENSAIOS DE MODELO REDUZIDO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-1 76
FIGURA 2.21 – CURVAS OBTIDAS NOS ENSAIOS DE MODELO REDUZIDO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-2 77
FIGURA 2.22 – GEOMETRIA DOS POÇOS DE SUCÇÃO RESULTANTE DOS ENSAIOS DE MODELO REDUZIDO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-1 78
FIGURA 2.23 – GEOMETRIA DAS NERVURAS ANTI-VÓRTICE DOS POÇOS DE SUCÇÃO RESULTANTE DOS ENSAIOS DE MODELO REDUZIDO DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-1 79
FIGURA 2.24 – CURVA CARACTERÍSTICA OBTIDA POR SIMILARIDADE DE ENSAIOS DE MODELOS REDUZIDOS PARA A ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-4 80
FIGURA 2.25 - DESENHOS ESQUEMÁTICOS DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM TRANSVERSAL 105
FIGURA 2.26 – DESENHO ESQUEMÁTICO DO OVERCHUTE 112
FIGURA 2.27 – DESENHO ESQUEMÁTICO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM DOS TALUDES DE CORTE E ATERRO DO CANAL 113
FIGURA 2.28 - DESENHOS ESQUEMÁTICOS DOS CANAIS DE APROXIMAÇÃO E RESTITUIÇÃO DOS BUEIROS E OVERCHUTE 121
FIGURA 2.29 - DESENHO ESQUEMÁTICO DO AQUEDUTO SOBRE A BR-316 129
FIGURA2.30 - DESENHO ESQUEMÁTICO DO AQUEDUTO JACARÉ 131
FIGURA 2.31 - DESENHO ESQUEMÁTICO DO AQUEDUTO CAETITU 132
FIGURA 2.32 – DESENHO ESQUEMÁTICO DA PONTE NA PE-360 137

FIGURA 2.33 – DESENHO ESQUEMÁTICO DA PONTE TIPO....138
FIGURA 2.34 - DESENHO ESQUEMÁTICO DAS PASSARELAS COM ACESSOS EM “S” E “U” 148
FIGURA 2.35 - BARRAGEM BRAÚNAS - ARRANJO GERAL....164
FIGURA 2.36- DIQUE E SANGRADOURO DA BARRAGEM BRAÚNAS - ARRANJO GERAL 165
FIGURA 2.37 - BARRAGEM BRAÚNAS - SEÇÕES TIPO E SEÇÃO LONGITUDINAL DA TOMADA D’ÁGUA....166
FIGURA 2.38 - SEÇÃO DO SANGRADOURO 167
FIGURA 2.38 - BARRAGEM MANDANTES - ARRANJO GERAL....174
FIGURA 2.39- BARRAGEM MANDANTES - SEÇÃO TIPO E SEÇÃO LONGITUDINAL DA TOMADA D’ÁGUA....175
FIGURA 2.40 - BARRAGEM MANDANTES - SEÇÃO DO SANGRADOURO....176
FIGURA 2.41 - BARRAGEM SALGUEIRO - ARRANJO GERAL 184
FIGURA 2.42 - BARRAGEM SALGUEIRO - SEÇÃO-TIPO E SEÇÃO LONGITUDINAL DA TOMADA D’ÁGUA....185
FIGURA 2.43 - BARRAGEM SALGUEIRO - SEÇÃO LONGITUDINAL DO SANGRADOURO....186
FIGURA 2.44 - BARRAGEM MUQUÉM - ARRANJO GERAL 194
FIGURA 2.45 - BARRAGEM MUQUÉM - SEÇÃO-TIPO DO MACIÇO DE TERRA E SEÇÃO LONGITUDINAL DA TOMADA D’ÁGUA 195
FIGURA 2.46 - BARRAGEM CACIMBA NOVA - ARRANJO GERAL – OMBREIRA DIREITA....204
FIGURA 2.47- BARRAGEM CACIMBA NOVA - ARRANJO GERAL - OMBREIRA ESQUERDA....205
FIGURA 2.48 - BARRAGEM CACIMBA NOVA – SEÇÃO TIPO E SEÇÃO LONGITUDINAL DA TOMADA D’ÁGUA....206
FIGURA 2.49 - BARRAGEM CACIMBA NOVA - SEÇÃO TIPO DO SANGRADOURO....207
FIGURA 2.50 - BARRAGEM E DIQUE BAGRES - ARRANJO GERAL 214
FIGURA 2.51 - BARRAGEM E DIQUE BAGRES - SEÇÕES TIPO E SEÇÃO LONGITUDINAL DA TOMADA D’ÁGUA....215
FIGURA 2.52 - BARRAGEM BAGRES - SEÇÃO LONGITUDINAL DO SANGRADOURO....216
FIGURA 2.53 - BARRAGEM COPITI - ARRANJO GERAL....223
FIGURA 2.54 - BARRAGEM COPITI - SEÇÃO TIPO E SEÇÃO LONGITUDINAL DA TOMADA D’ÁGUA....224
FIGURA 2.55 - BARRAGEM COPITI - SEÇÃO LONGITUDINAL DO SANGRADOURO 225
FIGURA 2.56 - DIAGRAMA LINEAR DAS ESTRADAS LATERAIS DO SISTEMA ADUTOR DO EIXO LESTE - LOTE C - LOTE 09 227
FIGURA 2.57 - DIAGRAMA LINEAR DAS ESTRADAS LATERAIS DO SISTEMA ADUTOR DO EIXO LESTE - LOTE C - LOTE 10 228
FIGURA 2.58 - ACESSO À ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-1 - LOTE 13 229
FIGURA 2.59 - ACESSO À ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-2 - LOTE 13 230
FIGURA 2.60 - ACESSO À ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTOEBV-3 - LOTE 13 231
FIGURA 2.61 - ACESSO À ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV - 4 - LOTE 13 232
FIGURA 2.62 - PISTAS LATERAIS - SEÇÃO TIPO 233
FIGURA 2.63 - DESENHO ESQUEMÁTICO DA ESTRUTURA DE CONTROLE....250
FIGURA 2.64 - DESENHO ESQUEMÁTICO DA TOMADA D’ÁGUA DE USO DIFUSO - CANAL EM ATERRO....255
FIGURA 2.65 - DESENHO ESQUEMÁTICO DA TOMADA D’ÁGUA DE USO DIFUSO - CANAL EM CORTE 256
FIGURA 2.66 - DESENHO ESQUEMÁTICO DA TOMADA D’ÁGUA DE USO DIFUSO - CANAL EM NÍVEL 257

2 LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 - CARACTERÍSTICAS DOS CANAIS - LOTE C 31
TABELA 2.2 - DIMENSÕES DAS MURETAS 41
TABELA 2.3 - LOCALIZAÇÃO E ALTURA DAS MURETAS 41
TABELA 2.4 - DRENAGEM LATERAL - EXTENSÃO DOS DRENOS 44
TABELA - 2.5 - OBRAS DE TRAVESSIA NO TRECHO DO LOTE C - EIXO LESTE - LOTE 09 DE OBRAS - LOCALIZAÇÃO, CARACTERÍSTICAS E VAZÃO DE PROJETO 45
TABELA - 2.6 - OBRAS DE TRAVESSIA NO TRECHO DO LOTE C - EIXO LESTE - LOTE 10 DE OBRAS - LOCALIZAÇÃO, CARACTERÍSTICAS E VAZÃO DE PROJETO 46
TABELA 2.7 - DRENOS DE TALUDE DO CANAL 48
TABELA 2.8 - DRENOS DAS BERMAS DE MANUTENÇÃO DO CANAL 51
TABELA 2.9 – CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO 54
TABELA 2.10 – VEGETAÇÃO ADOTADA NO PROJETO 61
TABELA 2.11 – DIMENSÕES GERAIS DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO 64
TABELA 2.12 – RESUMO GERAL DOS REVESTIMENTOS INTERNOS 66
TABELA 2.13 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ESQUADRIAS 67
TABELA 2.14 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS GRADES DAS TOMADAS D'ÁGUA DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO 71
TABELA 2.15 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS COMPORTAS ENSECADEIRAS DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO 72
TABELA 2.16 – CARACTERÍSTICAS DA VIGA PESCADORA DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO 72
TABELA 2.17 – CARACTERÍSTICAS DOS PÓRTICOS ROLANTES DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO 72
TABELA 2.18 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS PONTES ROLANTES DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO 74
TABELA 2.19 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS BOMBAS 81
TABELA 2.20 – DADOS GERAIS DO ESGOTAMENTO DOS POÇOS DE SUCÇÃO 82
TABELA 2.21 – ESPECIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E QUANTIDADE DE EXTINTORES POR ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO 84
TABELA 2.22 – ESPECIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS DOS SISTEMAS DE DETECÇÃO 85
TABELA 2.23 – PLACAS DE SINALIZAÇÃO POR ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO 85
TABELA 2.24 – DADOS GERAIS DOS SISTEMAS DE VENTILAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO 86
TABELA 2.25 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ADUTORAS DE RECALQUE 87
TABELA 2.26 – CONDIÇÃO NORMAL DE FUNCIONAMENTO – DUAS BOMBAS EM FUNCIONAMENTO – (SISTEMA COM PROTEÇÃO) 87
TABELA 2.27 – DADOS GERAIS DOS ELEMENTOS QUE COMPÕEM AS ESTRUTURAS DE CONCRETO DAS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO 99
TABELA 2.28 - COMPRIMENTOS DOS DRENOS - DRENAGEM EXTERNA LATERAL 100
TABELA 2.29 - ESTRUTURAS DE DESÁGUE DOS DRENOS PROJETADOS - LOTE 09 101
TABELA 2.30 - ESTRUTURAS DE DESÁGUE DOS DRENOS PROJETADOS - LOTE 10 102
TABELA 2.31 - ESTRUTURAS DE DESÁGUE DOS DRENOS PROJETADOS - LOTE 13 103
TABELA 2.32 - CAPACIDADES MÁXIMAS DE VAZÃO - BUEIROS CELULARES 104
TABELA 2.33 - CAPACIDADES MÁXIMAS DE VAZÃO - BUEIROS TUBULARES 104
TABELA 2.34 - OBRAS DE TRAVESSIA NO TRECHO DO LOTE C, EIXO LESTE - LOCALIZAÇÃO, CARACTERÍSTICAS E VAZÃO DE PROJETO 107

TABELA 2.35 - CARACTERÍSTICAS DOS BUEIROS DE GREIDE (BUGS) 109
TABELA 2.36- DRENOS DE TALUDE DO CANAL 114
TABELA 2.37 - DRENOS DA BERMA DE MANUTENÇÃO DO CANAL 117
TABELA 2.38- CARACTERÍSTICAS DOS CANAIS DE APROXIMAÇÃO 122
TABELA 2.39 - CARACTERÍSTICAS DOS CANAIS DE RESTITUIÇÃO 124
TABELA 2.40 - CARACTERÍSTICAS DOS AQUEDUTOS 126
TABELA 2.41 - REPOSICIONAMENTO DAS PONTES 134
TABELA 2.42 - REPOSICIONAMENTO DAS PASSARELAS 135
TABELA 2.43 - CARACTERÍSTICAS DAS PONTES 135
TABELA 2.44 - CARACTERÍSTICAS DAS PASSARELAS 136
TABELA 2.45 - CARACTERÍSTICAS DAS GRADES DAS TOMADAS D'ÁGUA DAS BARRAGENS 152
TABELA 2.46 - CARACTERÍSTICAS DAS COMPORTAS ENSECADEIRAS DASTOMADAS D'ÁGUA DAS BARRAGENS 152
TABELA 2.47- CARACTERÍSTICAS DAS VIGAS PESCADORAS DAS TOMADAS D'ÁGUA 153
TABELA 2.48- CARACTERÍSTICAS DAS TALHAS ELÉTRICAS DAS TOMADAS D'ÁGUA 153
TABELA 2.49 - CARACTERÍSTICAS DAS GRADES DAS TOMADAS D'ÁGUA 154
TABELA 2.50 - CARACTERÍSTICAS DAS COMPORTAS ENSECADEIRAS DAS TOMADAS D'ÁGUA 155
TABELA 2.51 - CARACTERÍSTICAS DAS VIGAS PESCADORAS DAS TOMADAS D'ÁGUA 156
TABELA 2.52 - CARACTERÍSTICAS DAS PONTES ROLANTES DAS TOMADAS D'ÁGUA 156
TABELA 2.53 - BARRAGEM BRAÚNAS - CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO 158
TABELA 2.54- BARRAGEM BRAÚNAS - SONDAGENS 159
TABELA 2.55 - BARRAGEM BRAÚNAS - CARACTERÍSTICAS DO MACIÇO 160
TABELA 2.56 - DIQUE DA BARRAGEM BRAÚNAS - CARACTERÍSTICAS DO MACIÇO 161
TABELA 2.57 - BARRAGEM BRAÚNAS - CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SANGRADOURO 161
TABELA 2.58 - BARRAGEM BRAÚNAS - CARACTERÍSTICAS DA TOMADA D'ÁGUA 162
TABELA 2.59 - BARRAGEM MANDANTES - CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO 168
TABELA 2.60 - BARRAGEM MANDANTES - SONDAGENS 169
TABELA 2.61 - BARRAGEM MANDANTES - CARACTERÍSTICAS DO MACIÇO 170
TABELA 2.62 - BARRAGEM MANDANTES - CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SANGRADOURO 171
TABELA 2.63 - BARRAGEM MANDANTES - CARACTERÍSTICAS DA TOMADA D'ÁGUA 172
TABELA 2.64 - BARRAGEM SALGUEIRO - CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO 177
TABELA 2.65 - BARRAGEM SALGUEIRO - SONDAGENS 179
TABELA 2.66 - BARRAGEM SALGUEIRO - CARACTERÍSTICAS DO MACIÇO 180
TABELA 2.67 - BARRAGEM SALGUEIRO - CARACTERÍSTICAS DO SANGRADOURO 181
TABELA 2.68 - SALGUEIRO - CARACTERÍSTICAS DA TOMADA D'ÁGUA 182
TABELA 2.69 - BARRAGEM MUQUÉM - CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO 187
TABELA 2.70 - BARRAGEM MUQUÉM - SONDAGENS 189
TABELA 2.71 - BARRAGEM MUQUÉM - CARACTERÍSTICAS DO MACIÇO DE TERRA 190
TABELA 2.72 - BARRAGEM MUQUÉM - CARACTERÍSTICAS DO MACIÇO VERTEDOURO EM CCR 190
TABELA 2.73 - BARRAGEM MUQUÉM - CARACTERÍSTICAS DA TOMADA D'ÁGUA 191
TABELA 2.74 - BARRAGEM CACIMBA NOVA - CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO 196
TABELA 2.75 - BARRAGEM CACIMBA NOVA - SONDAGENS 198
TABELA 2.76 - BARRAGEM CACIMBA NOVA - CARACTERÍSTICAS DO MACIÇO 199
TABELA 2.77 - BARRAGEM CACIMBA NOVA - CARACTERÍSTICAS DO VERTEDOURO 200

TABELA 2.78 - BARRAGEM CACIMBA NOVA - CARACTERÍSTICAS DA TOMADA D'ÁGUA.....201
TABELA 2.79 - BARRAGEM BAGRES - CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO.....208
TABELA 2.80 - BARRAGEM BAGRES - SONDAGENS.....209
TABELA 2.81 - BARRAGEM BAGRES- CARACTERÍSTICAS DO MACIÇO 210
TABELA 2.82 - BARRAGEM BAGRES (DIQUE) - CARACTERÍSTICAS DO MACIÇO 210
TABELA 2.83 - BARRAGEM BAGRES - CARACTERÍSTICAS DO VERTEDOURO 211
TABELA 2.84 - BARRAGEM BAGRES - CARACTERÍSTICAS DA TOMADA D'ÁGUA.....212
TABELA 2.85 - BARRAGEM COPITI - CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO 217
TABELA 2.86 - BARRAGEM COPITI - SONDAGENS 218
TABELA 2.87 - BARRAGEM COPITI - CARACTERÍSTICAS DO MACIÇO.....219
TABELA 2.88 - BARRAGEM COPITI - CARACTERÍSTICAS DO VERTEDOURO.....220
TABELA 2.89 - BARRAGEM COPITI - CARACTERÍSTICAS DA TOMADA D'ÁGUA 220
TABELA 2.90 - CARACTERÍSTICAS DAS COMPORTAS SEGMENTO DE SUPERFÍCIE.....247
TABELA 2.91 - CARACTERÍSTICAS DAS COMPORTAS ENSECADEIRAS 248

A. APRESENTAÇÃO

A. APRESENTAÇÃO

No presente relatório o Consórcio TECHNE/PROJETEC/BRLi apresenta ao Ministério da Integração Nacional o **Relatório Final dos Projetos Executivos do Lote C** do Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF).

A.1 OBJETO

O referido relatório é parte integrante do Contrato Administrativo 32/2007-MI, firmado entre o Ministério da Integração Nacional e o Consórcio TECHNE/PROJETEC/BRLi, que tem por objeto a execução de serviços de consultoria especializada para Elaboração do Projeto Executivo, referente ao Lote C, da primeira Etapa de Implantação do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, localizado em diversos Municípios dos Estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte.

A.2 INTEGRAÇÃO DE BACIAS – UMA HISTÓRIA

Segundo os registros contidos nos estudos existentes, a ideia da integração de bacias foi resumida em duas grandes fases: a primeira, que data do ano 1720 até 1980, que esbarrava em limitações tecnológicas em grande parte do período, até o início de operação da barragem de Sobradinho. Nesta fase, são mencionados os seguintes fatos, ora transcritos:

(a) Na seca ocorrida no período de 1721 a 1727, a Coroa Portuguesa enviou três navios de mantimentos, determinando que todo aquele que recebesse alimento deveria ser recrutado para trabalhos de melhoramento das vilas, dando início à distribuição de cestas básicas e formação das frentes de trabalho ou de emergência;

(b) Em 1859, através do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, foi realizada missão de sua Comissão Científica Exploratória à Província do Ceará, chefiada pelo Barão de Capanema e composta de uma equipe técnica multidisciplinar, que recomendou a necessidade de melhoria dos meios de transporte e armazenamento de água na região, incluindo a construção de 30 açudes e a abertura de um canal ligando o rio São Francisco ao rio Jaguaribe, este referido como o maior rio seco do mundo;

(c) A seca de 1877 a 1879 dizimou a economia da região, afetando mais de 1,5 milhão de pessoas e matando centena de milhares de brasileiros. O Governo Imperial, embora sensível à tragédia, não teve meios de minimizá-la;

(d) Na Primeira República (1889-1930), as sucessivas secas (1900, 1902, 1907/1908) institucionalizaram definitivamente a necessidade de intervenção do poder público como resposta orgânica ao desafio incessante do flagelo que atingia a população do semiárido. Esta fase inicia-se com a criação da Inspetoria de obras Contra as Secas – IFOCS (em 1909). Este organismo contratou especialistas estrangeiros para realizar os primeiros estudos de águas subterrâneas do Nordeste (Crandall, 1919, Sopper, 1913) e fez elaborar um mapa referente ao imaginado canal São Francisco – Jaguaribe, em 1913, captando água próximo a Cabrobó, por ser o ponto mais próximo do divisor de águas entre as bacias do Jaguaribe e do São Francisco, e também o mais favorável em termos de cota topográfica;

(e) Entre os anos 1930 e 1980, o IFOCS foi transformado no DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, foram criadas a CHESF – Companhia Hidroelétrica do São Francisco, a SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste e a SUVALE – Superintendência do Vale do São Francisco, depois CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, que propiciaram a transformação econômica da região, construindo açudes, gerando energia elétrica, induzindo a industrialização que atraiu a população interior para o litoral do Nordeste e iniciando a agricultura irrigada no semiárido.

A regularização do regime do rio São Francisco após Sobradinho e o aumento da oferta de energia elétrica em Paulo Afonso, no início de 1980, iniciam uma fase mais propícia à viabilização do empreendimento, cujos momentos mais marcantes são a seguir resumidos:

(a) Entre 1982 e 1985, foi elaborado pelo hoje extinto DNOS – Departamento Nacional de Obras de Saneamento o primeiro anteprojeto de engenharia, com a tomada d'água próxima ao mesmo local anteriormente imaginado – Cabrobó, e derivação de 300m³/s de água para as bacias do Jaguaribe, Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu, prevendo-se a irrigação de 600 mil ha;

(b) Em decorrência da seca entre os anos 1993-94, o projeto foi retomado em nível de projeto básico, com a vazão de projeto tendo sido reduzida para 150 m³/s; nesta ocasião, a responsabilidade estava na alçada do Ministério da Integração Regional, através da Secretaria de Irrigação, ambos extintos;

(c) Em 1996, através do grupo de trabalho coordenado pela Secretaria Especial de Projetos Regionais – SEPRE, ligada à Presidência da República, núcleo que deu origem ao Ministério da Integração Nacional (MI), iniciou-se uma reavaliação dos estudos anteriores, através de novos estudos de inserção regional, estudos de viabilidade técnico-econômica, e de impacto ambiental sendo também desenvolvido o projeto básico da alternativa escolhida do Trecho I.

Estes estudos determinaram a viabilidade de mais um eixo de projeto (Eixo Leste), além do Eixo Norte anteriormente concebido, visando atender a demandas do Estado de Pernambuco. A partir das indicações dos estudos de inserção regional, as vazões, no projeto atual, foram dimensionadas para uma média de 64 m³/s e máxima de 127 m³/s no horizonte do ano 2025, para os dois eixos.

A.3 INSERÇÃO DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL NO PLANO SÃO FRANCISCO

Em 11 de junho de 2003, um Decreto presidencial instituiu um Grupo de Trabalho Interministerial, coordenado pela Vice-Presidência da República, para analisar propostas existentes e propor medidas para viabilizar a integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. Em seu relatório final, datado de 31 de outubro de 2003, foram recomendadas medidas para viabilizar esse empreendimento dentro de um Plano mais abrangente, denominado Plano São Francisco – Plano de Sustentabilidade Hídrica para o Semiárido. Dentre esses projetos está inserido o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

O Plano São Francisco é composto por 3 (três) Programas estratégicos:

A – PROGRAMA DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO ⇒ Destinado à recuperação e/ou manutenção da qualidade da água e proteção de ecossistemas importantes, bem como à prevenção e mitigação de impactos decorrentes da implantação

de obras fluviais e da ação antrópica na bacia. Este Programa abrange projetos e ações para garantir ou melhorar as condições de uso múltiplo do sistema fluvial da bacia do São Francisco em benefício de sua população e da população do Polígono das Secas.

B – PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO DE BACIAS ⇒ Destinado a reduzir a disparidade regional da oferta hídrica, com prioridade para as áreas com maior população e condições reduzidas de ampliação da disponibilidade local de água, a médio prazo. Este Programa depende essencialmente do rio São Francisco, que deverá ser priorizado para a integração de bacias por constituir a fonte hídrica de grande porte mais próxima das áreas externas à bacia e sujeitas às secas, tendo como consequência custos menores do que o transporte de água de longa distância.

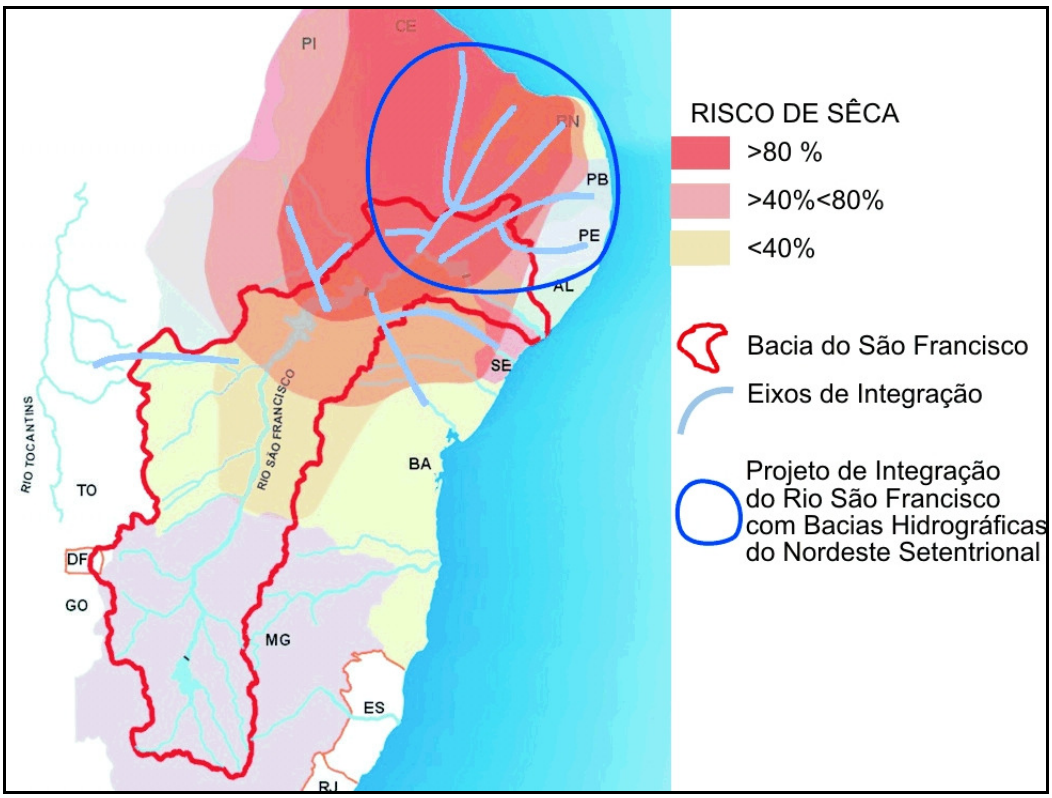
Este Programa abrange a realização de estudos para diferentes projetos e a implementação apenas das obras indicadas como prioritárias, a médio prazo, pois os restantes, são projetos de maior prazo de maturação, conforme mostra a experiência internacional. O Programa engloba os seguintes subprogramas: ❶ Integração de Águas do rio São Francisco com bacias de rios intermitentes do Nordeste, por meio de dois eixos, o Eixo Norte e o Eixo Leste, respectivamente com 500 e 220 km de extensão, retirando águas do rio São Francisco após a barragem de Sobradinho; ❷ Integração de Águas do rio Tocantins com o Nordeste Setentrional; e ❸ Integração de Bacias de rios de domínio estadual no Polígono das Secas.

C – PROGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA PARA USOS MÚLTIPLOS ⇒ destinado ao suprimento de cidades, populações rurais e terras aptas à irrigação.

Desse conjunto de estudos, resultou a concepção de diversas obras estruturantes e de revitalização do rio São Francisco.

As obras integrantes do Projeto São Francisco são as seguintes: ❶ Barragens para usos múltiplos nos afluentes dos rios das Velhas, Paracatu e Urucuia, em Minas Gerais; ❷ Barragens para abastecimento urbano, nos rios Pardo (Berizal), Jequitinhonha (Congonhas e Setúbal), e usos múltiplos, no rio Jequitaí (Jequitaí I e II), em Minas Gerais; ❸ Transposição de águas da bacia do rio Tocantins para a bacia do rio São Francisco, nos estados do Tocantins e Bahia; ❹ Transposição de águas do rio São Francisco para o Nordeste Setentrional (Eixos Norte e Leste), beneficiando os Estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte (Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional); ❺ Transposição de águas do rio São Francisco para as bacias dos rios Piauí e Canindé (Eixo Oeste), para o Estado do Piauí; ❻ Transposição de águas do rio São Francisco para as bacias dos rios Vaza-Barris, Itapicuru e Jacuípe (Eixo Sul), nos Estados da Bahia e Sergipe; ❼ Canal Sertão Alagoano, no Estado de Alagoas; ❽ Canal Dois Irmãos, nos Estados da Bahia e Sergipe; e ❾ Canal Xingó, no Estado de Sergipe.

Figura A.1 – Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional



A.4 O PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

A.4.1 Marco Teórico Conceitual do Projeto

Independentemente de serem encontradas na literatura várias definições do conceito de desenvolvimento sustentável, um pressuposto subjacente ao tema, que sempre permeia as diferentes correntes que abordam a questão, é a visão de futuro.

Considerando objetivos dirigidos à maior competitividade e viabilidade econômica dos empreendimentos, conservação dos ecossistemas e dos recursos naturais, melhor organização da sociedade, democratização das instituições, e redução da pobreza e das desigualdades sociais, a visão de futuro do desenvolvimento sustentável adere perfeitamente ao que se busca atingir a partir da implantação do PISF, tanto em termos de seus benefícios localizados como em relação aos seus efeitos ampliados para o conjunto da Região Nordeste.

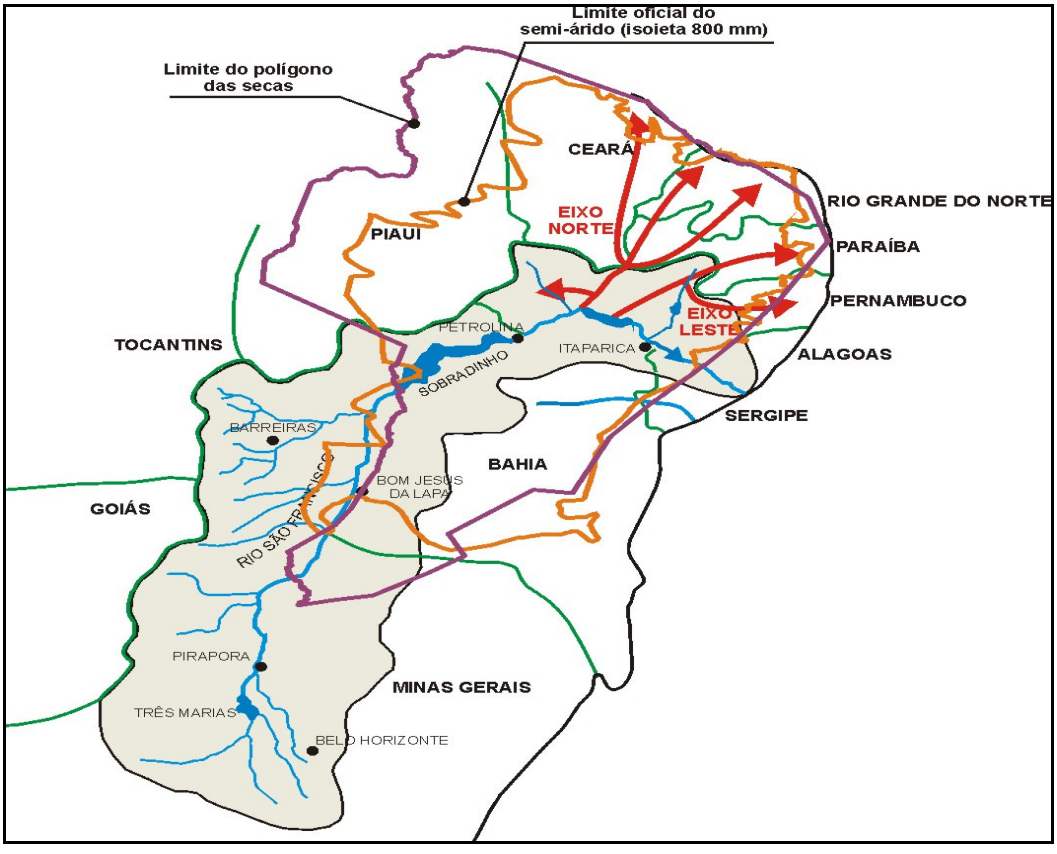
Cabe ainda comentar que a visão de futuro do desenvolvimento sustentável prevê que os recursos naturais renováveis sejam utilizados de forma a não limitar a sua disponibilidade para as próximas gerações. Sendo a água um elemento vital para a atividade humana, bem como para a própria sobrevivência dos seres vivos, um dos maiores desafios a enfrentar no futuro, para alcançar o desenvolvimento sustentável, particularmente nos países em desenvolvimento, será o de, justamente, minimizar os efeitos da escassez de água (sazonal ou não) e da poluição, bem como controlar os excessos e prevenir efeitos desastrosos das inundações.

A.4.2 Concepção Geral do Empreendimento

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional será implantado nos Estados do Ceará, da Paraíba, de Pernambuco e do Rio Grande do Norte, na área mais crítica do Polígono das Secas, abrangendo, conforme ilustração da **Figura A.2**, as seguintes bacias hidrográficas: ❶ Ceará: Rio Jaguaribe e bacias metropolitanas de Fortaleza, que são interligadas ao Jaguaribe através do Canal do Trabalhador e, futuramente, através do Eixo de Integração Castanhão – Região Metropolitana de Fortaleza. Nela se encontram 23 médios e grandes açudes, dentre os quais destacam-se Orós e Castanhão; ❷ Rio Grande do Norte: Rio Apodi e Rio Piranhas-Açu, onde se concentram 20 açudes de médio e grande portes, como o Armando Ribeiro Gonçalves e Santa Cruz; ❸ Paraíba: Rio Piranhas e Rio Paraíba, neles se encontram 36 médios e grandes açudes, com destaque para Coremas-Mãe d'Água, Engenheiro Ávidos, Epitácio Pessoa (Boqueirão) e, em implantação, Acauã; e ❹ Pernambuco: Rio Brígida e Rio Moxotó, neles se encontram 10 médios e grandes açudes, dentre os quais, Poço da Cruz, Chapéu e Entremontes.

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional irá bombear águas a partir de duas captações no Rio São Francisco, com vazões médias, em 2025, de cerca de 1% da vazão regularizada pelo Reservatório de Sobradinho. Essa água se destinará a açudes estratégicos em outras bacias, sendo, a partir deles, distribuída por sistemas adutores para as principais regiões dos estados beneficiados, incluindo grandes centros urbanos, industriais, regiões turísticas e áreas de agricultura irrigada.

Figura A.2 – Localização da Área do Projeto



As populações do sertão e do agreste, situadas ao longo dos eixos hídricos criados com o Projeto, conformados por mais de 720 km de canais, reservatórios, pelos rios e açudes

receptores das águas transpostas, chegando a mais de 1.000 km de extensão, também serão beneficiadas pelo projeto, em cuja área de influência encontram-se cerca de 397 municípios, abrangendo cidades de pequeno, médio e grande porte. Centros urbanos regionais importantes, como Fortaleza/CE, Mossoró/RN, Campina Grande/PB, Salgueiro/PE, Arcoverde/PE, Juazeiro do Norte/CE, Cajazeiras/PB e Sousa/PB, também deverão ser beneficiados pelo Projeto. A população residente nestas áreas pelo Censo Demográfico de 2000, é de 11 milhões de habitantes.

A interligação do reservatório de Sobradinho, a partir do rio São Francisco, com os açudes estratégicos, pelo empreendimento, permitirá a gestão otimizada das águas da região, de tal forma a garantir o fornecimento de água, regularizando a vazão dos açudes, nas épocas de estiagem.

Assim, será possível operar os açudes independentemente de secas prolongadas futuras, depletindo-os anualmente – o que reduz a evaporação da superfície de água exposta ao ar e preparando-os para acumular mais água quando ocorrerem chuvas expressivas, evitando o vertimento – e gerando um efeito sinérgico relevante.

O sistema de transposição irá bombear água somente quando necessário. Em períodos de maior seca, o sistema poderá bombear até sua máxima capacidade de 127 m³/s, nos termos da licença outorgada pela ANA, em sua resolução n° 29 datada de 18 de janeiro de 2005, que determina as principais diretrizes operacionais do PISF, cujas premissas básicas são as seguintes: ❶ água garantida a qualquer tempo para abastecimento humano e dessedentação animal (preceito legal); ❷ condiciona a derivação de água para os demais usos ao nível de armazenamento de Sobradinho; ❸ sustentabilidade social, cultural e política; ❹ sustentabilidade hídrica (outorga) e ambiental do empreendimento (licenciamento ambiental); e ❺ sustentabilidade institucional e operacional do empreendimento.

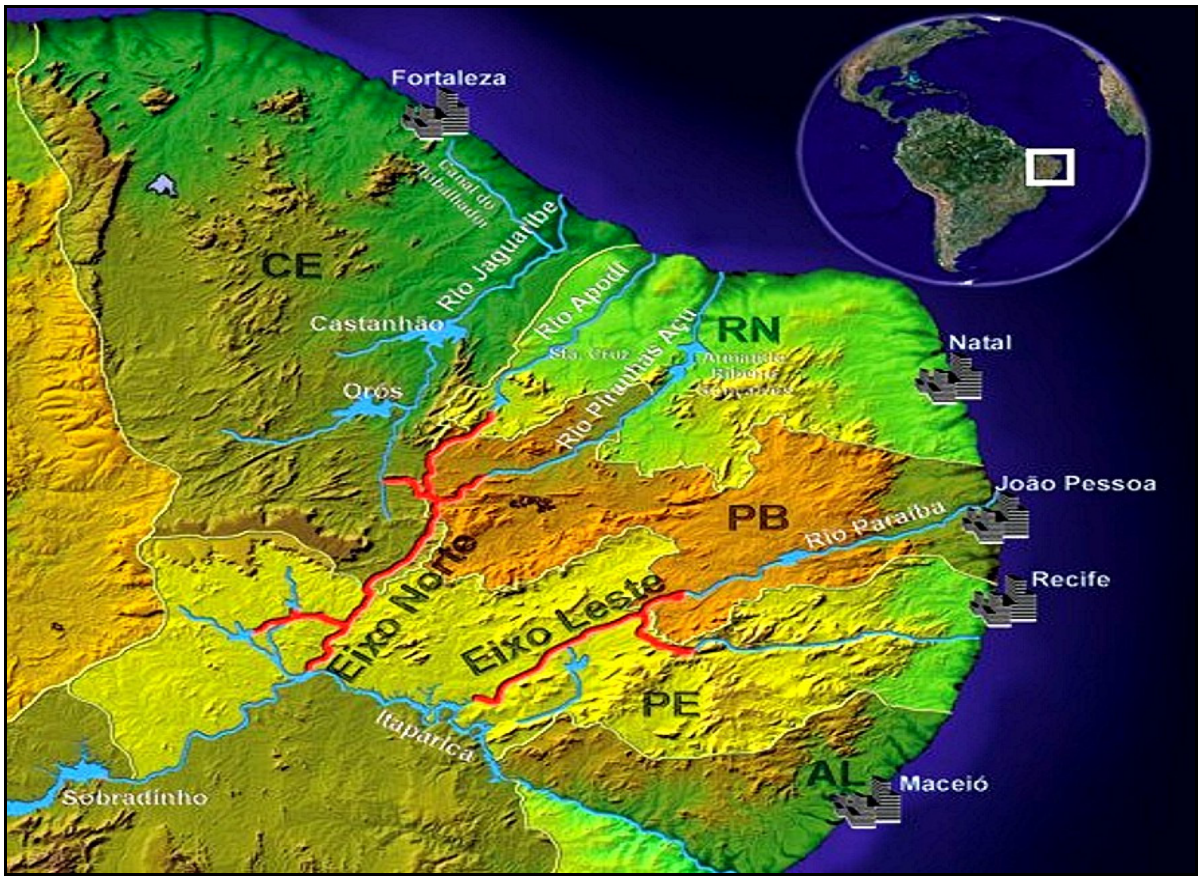
Em anos úmidos, será utilizada a capacidade endógena de produção de deflúvios e vazões, podendo o sistema ficar ocioso, exceto pela pequena vazão a ser utilizada de modo difuso pelas comunidades situadas ao longo dos canais artificiais. A simulação da operação, com os condicionantes da outorga, mostrou que o bombeamento é necessário por cerca de 50% do tempo e a vazão média a ser bombeada no horizonte 2025 é de 56,6m³/s.

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, consiste em dois eixos como mostrado na **Figura A.3**.

O Eixo Leste, correspondente ao Trecho V, atende os estados de Pernambuco e Paraíba, tendo sua captação no reservatório de Itaparica, em Petrolândia (PE) indo até o riacho Mulungu, em Monteiro (PB), extensão total de cerca de 220 km, e capacidade de adução de 28 m³/s até o reservatório Copiti; daí em diante, até o final, na Paraíba, sua capacidade de adução é reduzida para 18 m³/s.

No trecho de captação até o reservatório Copiti há duas tomadas d'água de derivação: ❶ a primeira situada no reservatório Muquém, com capacidade de derivar até 10 m³/s, para o reservatório Barra do Juá, no riacho do Navio, bacia do Pajeú; ❷ a segunda, com capacidade de derivar até 18 m³/s, a partir do reservatório Copiti, para o reservatório Poço da Cruz, no rio Moxotó.

Figura A.3 – Ilustração da Posição dos Eixos Norte e Leste do PISF



No trecho após o reservatório Copiti, há uma única derivação, a partir do reservatório Barro Branco, para o denominado Ramal do Agreste, com capacidade de adução de 8 m³/s, com a finalidade para abastecer o agreste pernambucano.

O Eixo Leste tem um total de seis estações elevatórias para vencer um desnível de cerca de 300 m.

O Eixo Norte, composto pelos Trechos I, II, III, IV e VI, tem captação situada no rio São Francisco, próxima à Ilha de Assunção, município de Cabrobó (PE), com extensão total de cerca de 500 km, e capacidade de adução de 99 m³/s até o reservatório Mangueira, onde há uma derivação para o Trecho VI, com capacidade de 10 m³/s, para atender a bacia do rio Brígida (reservatórios Entremontes e Chapéu); daí em diante, a capacidade do canal reduz-se para 89 m³/s até o reservatório Caiçaras onde há uma trifurcação para atender os seguintes usuários: Paraíba e Rio Grande do Norte (bacia do Piranhas-Açu), com capacidade de adução de até 54 m³/s; Ceará (sub-bacia do rio Salgado, bacia do rio Jaguaribe), com capacidade de até 45 m³/s; e o Rio Grande do Norte (bacia do rio Apodi), com capacidade de até 20 m³/s.

O Eixo Norte, como referido anteriormente, é formado por 5 trechos:

(a) Trecho I ⇒ É o trecho principal do eixo, onde se localizam três estações de bombeamento. Tem início no Rio São Francisco na cota 325 e eleva a água até aproximadamente a cota 490 num desnível de 165 m, ao longo de 143 km de canais, reservatórios, aquedutos, túneis e tubulações.

Esse trecho, também denominado trecho comum, transfere água para todos os outros trechos do Eixo Norte. Desenvolve-se basicamente no Estado de Pernambuco, passando próximo da cidade Salgueiro, com término no reservatório de Jati, nas imediações da cidade de Jati, no Estado do Ceará. Nesse reservatório, prevê-se a construção de uma Usina Hidrelétrica para geração de energia, de maneira a compensar parte da energia consumida pelas estações elevatórias do sistema.

(b) Trecho II ⇒ É sequência do Trecho I. Inicia-se na barragem do reservatório de Jati, passando pelo açude já existente de Atalho, indo até o reservatório projetado de Caiçaras, percorrendo o espigão que separa os Estados do Ceará e Paraíba.

Esse trecho tem como função principal o atendimento da bacia do Rio Piranhas (PB), denominado também Rio Açu (RN), e a passagem de água para os Trecho III e IV. Atende, além das demandas difusas ao longo do traçado, aquelas originadas no rio Salgado (CE), através de diversas tomadas d'água. Seu funcionamento é por gravidade, não sendo necessários novos bombeamentos, como também ocorre com os trechos III e IV. O Trecho II contém cinco Usinas Hidrelétricas para recuperação de parte de energia dos bombeamentos do Trecho I.

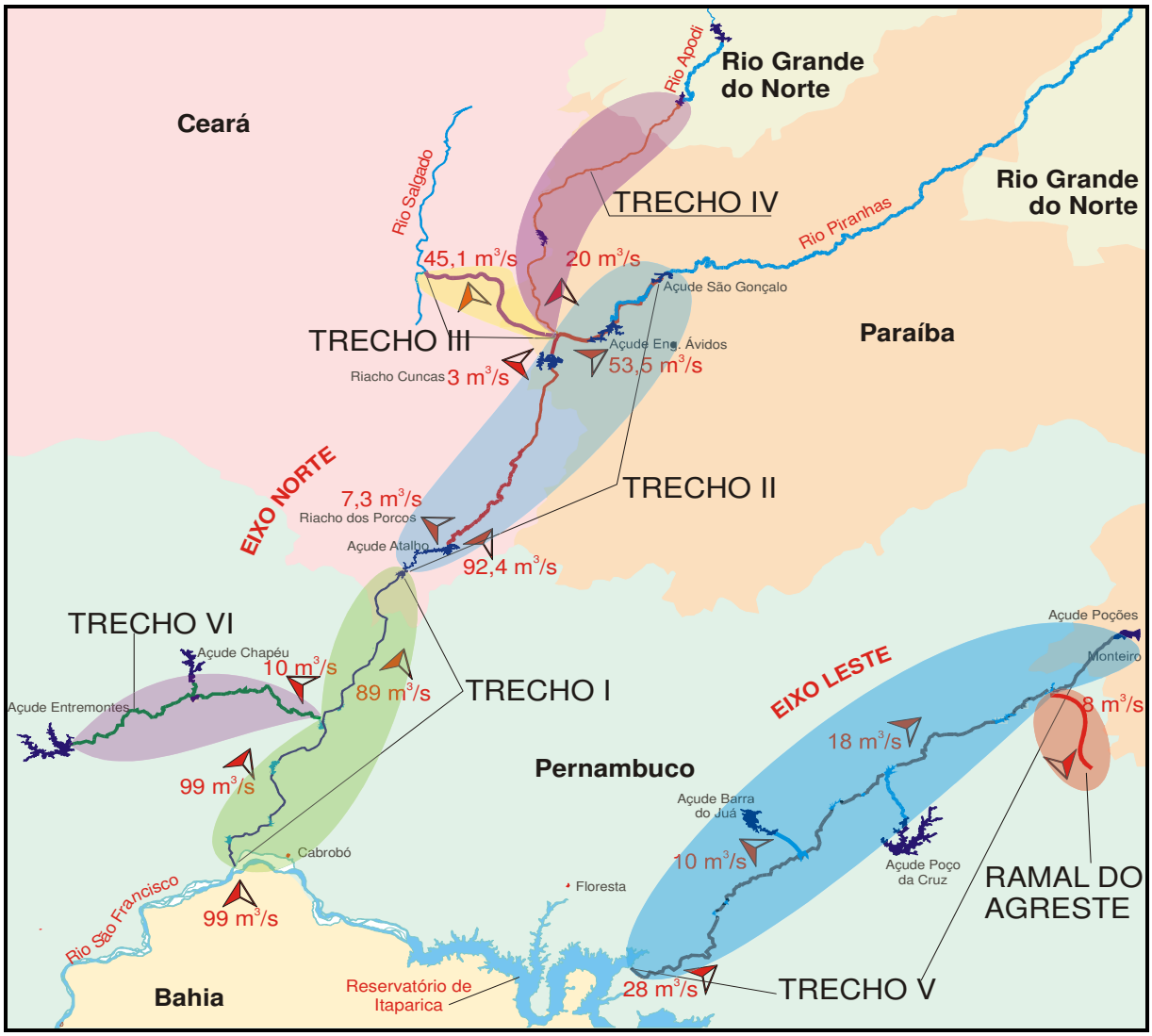
(c) Trecho III ⇒ Tem início no Reservatório Caiçaras e tem como função o atendimento da bacia do Rio Jaguaribe (CE). A partir deste reservatório, esse trecho segue em direção do Rio Salgado, no Estado do Ceará, tendo uma extensão aproximada de 62 km, contendo duas hidrelétricas adicionais.

(d) Trecho IV ⇒ Parte do reservatório Caiçaras e segue em direção ao Estado do Rio Grande do Norte. Sua função se concentra no atendimento da bacia do Rio Apodi, além das demandas difusas distribuídas ao longo do traçado entre a Paraíba e o Rio Grande do Norte. As obras deste trecho finalizam no açude público Angicos, com uma extensão de cerca de 35 km.

(e) Trecho VI ⇒ Começa no reservatório de Mangueira do Trecho I, no Estado de Pernambuco, e atende a bacia do Rio Brígida e as demandas difusas ao longo do traçado. Atravessa o território do Estado de Pernambuco até os açudes existentes Chapéu e Entremontes. Possui ainda uma estação de bombeamento para elevar a água em aproximadamente 13 m, de modo a atingir cotas suficientes para a transferência de água para os açudes existentes, podendo ser aplicado para até 20 m³/s, segundo estudos complementares desenvolvidos para a CODEVASF no âmbito do Empreendimento Terra Nova.

A **Figura A.4** ilustra os trechos componentes dos Eixos Norte e Leste.

Figura A.4 – Trechos Componentes dos Eixos Norte e Leste do PISF



A.5 ESCOPO DOS SERVIÇOS

A elaboração do Projeto Executivo compreendeu as atividades descritas a seguir.

A.5.1 Serviços de Campo

São os Serviços Topográficos e Serviços Geotécnicos. Esses serviços foram executados de conformidade com os Termos de Referência.

A execução de Serviços Topográficos e Serviços Geotécnicos não especificados e em quantidades superiores aos previstos, foram justificados pela projetista e aprovados previamente pela fiscalização do MI.

A.5.2 Serviços de Escritório

A.5.2.1 Programação dos Serviços.

A primeira atividade a desenvolvida pela Projetista, foi a preparação do Relatório de Análise e Programação Geral do Serviços, resultante do estudo pormenorizado do Projeto Básico, especialmente do conjunto de obras que formam o(s) seu(s) lote(s); do Relatório de Normas, Critérios e Parâmetros elaborado pela Gerenciadora, dos Relatórios que compõem o Projeto do Sistema Digital de Supervisão e Controle e Telecomunicações, elaborado pela FUNCATE, do EIA-RIMA e dos Programas Básicos Ambientais do Projeto de Integração.

A.5.2.2 Detalhamento do Projeto Básico

Nos serviços de elaboração do Projeto Executivo foram desenvolvidas seguintes atividades:

- Detalhamento dos projetos geométricos dos segmentos de canal e do sistema de drenagem, com base nas informações obtidas nos serviços de campo, apresentados nos documentos de planta e perfil com os dados e amarrações topográficas e as informações geotécnicas necessárias do terreno; o detalhamento das seções construtivas dos canais, inclusive das estradas laterais e seus elementos geométricos; a indicação dos volumes, locais e distâncias de bota-fora de materiais; a indicação dos volumes e locais e distâncias de aplicação de materiais escavados e a indicação dos volumes, locais de jazidas e distâncias de transporte de materiais de empréstimo;

- Detalhamento geométrico e estrutural das obras especiais (pontes, passarelas, tomadas d'água, aquedutos, bueiros e estruturas de controle), com apresentação dos desenhos de forma e armação, quadros de ferros; detalhes das seções de escavação e de fundação das obras; detalhes das interfaces equipamento x obra;

- Detalhamento dos projetos geométricos dos maciços das barragens com base em informações obtidas nos serviços de campo, apresentando nos desenhos de planta e perfil os dados e amarrações topográficas e as informações geotécnicas necessárias; o detalhamento das seções construtivas; a indicação dos volumes, locais e distâncias do bota-fora de materiais; a indicação dos volumes, locais e distâncias dos materiais de escavação a serem aproveitados e a indicação dos volumes, locais de jazidas e distâncias de transporte de materiais de empréstimo; indicação dos desenhos relativos

ao detalhamento de obras especiais (vertedouros e tomadas d'água); detalhes dos acesso e seus elementos geométricos;

- Verificação dos estudos de transientes hidráulicos das Estações de Bombeamento;
- Verificação dos estudos hidrodinâmicos do sistema adutor;
- Elaboração dos projetos executivos de todos os Sistemas de Serviços Auxiliares Mecânicos de cada uma das Estações de Bombeamento;
- Detalhamento do projeto elétrico das estações de bombeamento, das estruturas de controle e das tomadas d'água considerando neste contexto: o projeto de aterramento; projeto de instalação dos equipamentos; projetos das vias de cabos; projeto de interligação dos equipamentos e projeto de iluminação.
- Elaboração dos projetos executivos de interligação elétrica EBV/SE em linhas de 6,9kV;
- Elaboração de especificações técnicas complementares, quando necessário, estabelecendo critérios e normas de medição e pagamento compatíveis com os itens de serviços do projeto básico;
- Quantificação e orçamento de todos os serviços a serem executados com base na metodologia de composição de preços unitários, e nos preços fornecidos pelo MI;
- Visitas e Serviços de Assistência Técnica às Obras quando solicitados pelo MI;
- Elaboração de Memórias de Cálculo, Notas Técnicas, Listas de Materiais, Planilhas de Quantidades, Relatórios Parciais e Finais.

A.6 APRESENTAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO

Este Relatório foi dividido em cinco volumes, a saber:

O ***Volume 1 - Texto***, além desta apresentação, é composto de mais três Capítulos denominados:

- **Capítulo 1 - Concepção Geral do Projeto - Eixo Leste-Trecho V**, onde se faz a descrição das finalidades desse sistema adutor de água e de cada uma das obras que o compõem.
- **Capítulo 2 - Descrição do Eixo Leste - Trecho V - Lote C,** no qual se apresenta a concepção geral do sistema de adução que compreende este lote de Projeto Executivo.
- **Capítulo 3 – Adequações e Alterações ao Projeto Básico,** no qual se faz uma descrição pormenorizada das adequações e alterações ao Projeto Básico.

O ***Volume 2 - Texto***, além da apresentação, é composto de mais um Capítulo denominado:

- **Capítulo 4 - Serviços Topográficos e Geotécnicos,** são descritas as atividades realizadas em campo necessárias ao desenvolvimento dos projetos das unidades componentes do sistema adutor**.**

O ***Volume 3 - Texto***, além da apresentação, é composto de mais três Capítulos denominados:

- **Capítulo 5 - Descrição dos Lotes de Obra do Projeto Executivo,** que apresenta a descrição e o lay-out geral das estruturas integrantes do sistema adutor dos Lotes 09, 10 e 13 de Obras, o resumo do orçamento por lote de obras, sendo o orçamento detalhado é apresentado no **Anexo I,** e a lista dos documentos detalhados necessários a implantação do empreendimento;

- **Capítulo 6 - Conclusões e Recomendações,** no qual se apresenta as principais conclusões relacionadas com a elaboração dos projetos e se faz as recomendações a serem seguidas na fase de implantação das obras;

- **Capítulo 7 - Equipe Técnica,** onde se apresenta a relação de profissionais que integraram a equipe de elaboração do Projeto Executivo.

O ***Volume 4 – Desenhos***, apresenta o detalhamento das estruturas componentes do sistema adutor e está dividido em oito Tomos denominados:

- **Tomo I** – Topografia e Geotecnia**;**
- **Tomo II – Parte 1/2** - Barragens;
- **Tomo II – Parte 2/2** - Barragens;
- **Tomo III – Parte 1/2** - Canais;
- **Tomo III – Parte 2/2** - Canais;
- **Tomo IV** – Obras Complementares;
- **Tomo V - Parte 1/2** – Sistema de Drenagem dos Segmentos de Canal;
- **Tomo V - Parte 2/2** – Sistema de Drenagem dos Segmentos de Canal;
- **Tomo VI** – Sistema Viário;
- **Tomo VII** – Aquedutos, Pontes e Passarelas;
- **Tomo VIII – Parte 1/5** – Estações de Bombeamento e Subestações;
- **Tomo VIII – Parte 2/5** – Estações de Bombeamento e Subestações;
- **Tomo VIII – Parte 3/5** – Estações de Bombeamento e Subestações;
- **Tomo VIII – Parte 4/5** – Estações de Bombeamento e Subestações;
- **Tomo VIII – Parte 5/5** – Estações de Bombeamento e Subestações.

O ***Volume 5 – Mídia***, onde estão gravados todos os documentos elaborados no projeto executivo.

2. CONCEPÇÃO GERAL DO PROJETO - EIXO LESTE - TRECHO V

I. CONCEPÇÃO GERAL DO PROJETO

O sistema adutor do PISF, denominado de Eixo Leste - Trecho V foi concebido com a finalidade de aduzir águas do rio São Francisco para regiões semiáridas dos estados de Pernambuco e Paraíba. Além dos aproveitamentos em outras bacias hidrográficas dos dois estados, estão previstas captações dentro da bacia do rio São Francisco, para atendimento às demandas ao longo do desenvolvimento do sistema.

O Eixo Leste do PISF foi detalhado a nível de projeto básico pela FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais, entre os anos de 2000 e 2001.

Com cerca de 217km de extensão, o Eixo Leste se desenvolve entre a sua captação no reservatório de Itaparica, no município de Floresta, em Pernambuco, até o seu deságüe no reservatório de Poções, município de Monteiro, na Paraíba. Uma derivação do Eixo Leste, denominada Ramal do Agreste - Trecho VII, com captação no reservatório de Barro Branco e se desenvolvendo até o reservatório Ipojuca, foi projetada com a finalidade de aduzir águas para o abastecimento da região do Agreste Pernambucano.

O sistema adutor do Eixo Leste é formado por um conjunto de obras hidráulicas estrategicamente dispostas ao longo do seu desenvolvimento, segundo as condicionantes topográficas e geotécnicas regionais, cujas funções específicas e interativas garantem a condução de vazões pré-determinadas, desde a captação no rio São Francisco até os portais de entrega de água aos locais de aproveitamento. Esse conjunto de obras e suas funções no sistema de adução são descritos a seguir:

a) Canal de Aproximação

Tem a função de conduzir, de forma gravitária, as águas captadas no reservatório de Itaparica até a primeira estação de bombeamento do sistema (EBV-1).

b) Estações de Bombeamento

Estão situadas em sítios onde se faz necessário o recalque das águas de um patamar topográfico, a outro de cota mais elevada. No seu conjunto, as seis estações de bombeamento do Eixo Leste, vencem um desnível de 300,00m desde a captação até o deságüe do sistema. A montante e a jusante de cada estação foram projetadas duas câmaras de carga (forebays), com a finalidade de reduzir as oscilações de nível nas operações de parada e partida das bombas.

Todas as seis estações de bombeamento do Eixo Leste (EBV-1 a EBV-6) estarão equipadas com quatro conjuntos moto-bombas, sem unidade de reserva. As estações EBV-1, EBV-2, EBV-3 e EBV-4 têm capacidade total de bombeamento de 28,00m³/s, ou seja, 7,00m³/s por bomba. As estações EBV-5 e EBV-6 têm capacidade total de 18,00m³/s, sendo, portanto, de 4,50 m³/s a vazão de cada bomba. As vazões recalcadas pelas estações de bombeamento são conduzidas por duas adutoras de aço até a estrutura de saída situada no forebay de jusante de cada estação.

c) Barragens

Foram projetadas para as situações onde a transposição dos rios pelo sistema adutor em aqueduto se mostrou menos econômica. Os reservatórios dessas barragens, interligados por segmentos de canais, têm a função hidrodinâmica de reduzir os níveis d'água para jusante nas paradas das estações de bombeamento e servirem de compensação para alimentação do sistema nessas ocasiões. No Eixo Leste estão projetadas 12 barragens.

d) Canais de Condução

Conduzem as águas de forma gravitária de uma estação de bombeamento a outra. Têm seção trapezoidal, são impermeabilizados com geomembrana e revestidos com concreto simples. Os taludes externos dos trechos em aterro são protegidos com transição e enrocamento fino. As bermas dos canais foram projetadas de forma a proporcionar o trânsito de veículos para as operações de manutenção.

e) Muretas

São obras de proteção que se desenvolvem ao longo de trechos específicos de canais, determinados pelos estudos hidrodinâmicos, com a finalidade de conter as ondas decorrentes dos transientes hidráulicos gerados quando se verifica variações de nível em decorrência das paradas das estações de bombeamento e elevação dos níveis nos reservatórios pela contribuição das chuvas intensas nas suas bacias.

f) Drenagem Interna dos Canais

Constitui um dispositivo de segurança dos canais, situado sob a geomembrana de impermeabilização, com a finalidade de fazer a captação lateral (fingers) e do fundo dos canais (tapete regularizador drenante) das águas contidas nos maciços (aterros e fraturas das rochas e solos dos cortes), conduzindo-as para uma tubulação que se desenvolve no fundo e ao longo do sistema, com deságua em pontos escolhidos. Evita a ação de sub-pressões sobre as paredes e fundo dos canais e possibilita a identificação de eventuais rompimentos das mantas impermeabilizantes.

g) Drenagem Lateral e Transversal

São as tradicionais obras de coleta e condução das águas de chuva que se desenvolvem paralelamente a céu aberto (valetas) e transversalmente sob os aterros (bueiros). No caso dos taludes remanescentes dos grandes cortes das estações de bombeamento e canais, foram projetadas valetas, caixas e escadas de dissipação que captam e conduzem as contribuições para o sistema natural ou artificial de drenagem.

h) Overchutes

São obras de concreto armado (aquedutos), concebidas com o objetivo de proporcionarem o escoamento de drenos naturais sobre a seção dos canais, nas

situações especiais em que os talvegues cruzam, em cotas mais elevadas, o sistema de canais artificiais projetado.

i) Estruturas de Controle

São obras de concreto armado projetadas com dois vãos e equipadas com comportas tipo ensecadeira e tipo segmento, que funcionam como tomadas d'água do canal nos reservatórios.

j) Aquedutos

São pontes-canais de concreto armado, projetados com a finalidade de transposição dos grandes talvegues ou rodovias pelo sistema adutor, quando a solução se mostra mais econômica. No Eixo Leste estão previstos cinco aquedutos, três com vazão de 28,00m³/s e dois com vazão de 18,00m³/s.

k) Estradas de Serviço

Desenvolvem-se paralelamente, de um dos lados e ao longo de todo o sistema adutor, na maior parte em greide colado, com revestimento primário e passando em aterro sobre os bueiros dos canais. Os acessos às estações de bombeamento serão feitos através de estradas asfaltadas.

l) Pontes e Passarelas

Foram projetadas com o objetivo de preservar o tráfego nos cruzamentos do sistema adutor com a rede regional de estradas e caminhos.

m) Túneis

Foram concebidos para permitir a passagem do sistema adutor sob as grandes elevações topográficas, onde a solução de passagem através de cortes se mostra mais onerosa. No Eixo Leste existe apenas um túnel, o de Monteiro.

2. DESCRIÇÃO DO EIXO LESTE - TRECHO V - LOTE C

2. DESCRIÇÃO DO EIXO LESTE - TRECHO V - LOTE C

O sistema adutor do Eixo Leste - Trecho V - Lote C do projeto executivo, no qual estão incluídos os Lotes de obras 09, 10 e parte do Lote 13, desenvolve-se desde a transição do canal de aproximação com o forebay de montante da EBV-1, até a barragem Copiti, conforme mostrado nas **Figuras 2.1 a 2.5**. A barragem Areias, a cargo do 1º Batalhão de Engenharia do Exército Brasileiro é a única obra deste trecho que não faz parte do Projeto Executivo do Lote C.

No início do Lote C, as águas captadas no reservatório de Itaparica e conduzidas pelo canal de aproximação até o forebay de montante da EBV-1, são elevadas a 58,00m por essa estação para o seu forebay de jusante, vencendo o primeiro patamar topográfico do Eixo Leste.

Neste patamar destaca-se a obra do aqueduto sobre a BR-316 com extensão de 145,28m, situado entre as estacas 317+14,70m e 324+19,98m do segmento de canal 2205. Este segmento com 6.678,88m de extensão tem início após o forebay de jusante da EBV-1, e deságua no reservatório Areias. Na saída do reservatório Areias está situada uma estrutura de controle, a partir da qual as águas serão conduzidas pelo segmento de canal 2206, com 1.371,96m até o forebay de montante da EBV-2.

Na EBV-2 as águas serão elevadas a 40,00m para o seu forebay de jusante, no segundo patamar topográfico do projeto, onde têm início os 2.038,11m do segmento de canal 2207 que deságua no reservatório Braúnas. Na estrutura de controle que capta água neste reservatório iniciam-se os 11.249,91m de extensão do segmento de canal 2208 que deságua no reservatório Mandantes. A partir deste reservatório as águas são conduzidas diretamente para a o forebay de jusante da EBV-3 pelo segmento de canal 2209, com 1.213,65m de comprimento.

O terceiro patamar topográfico é vencido pela elevação de 60,00m, proporcionada pela estação EBV-3 para o seu forebay de jusante a partir do qual se inicia o segmento de canal 2210, com 1.374,06m de extensão, que deságua no reservatório Salgueiro. Da estrutura de controle de Salgueiro, parte o segmento de canal 2211 com comprimento de 30.322,00m até o seu deságüe no reservatório Muquém. Neste reservatório as águas são captadas pela sua estrutura de controle e conduzidas até o aqueduto Jacaré (163,48m de comprimento), pelo segmento de canal 2212 com extensão de 9.946,71m. No aqueduto inicia-se o segmento de canal 2213, com comprimento de 10.624,76m, desaguando no reservatório Cacimba Nova. Interligando diretamente este reservatório com o forebay de montante da EBV-4, desenvolve-se o segmento de canal 2214, com 864,98m.

Na EBV-4 as águas são elevadas a 56,00m para seu forebay de jusante, situado no quarto patamar topográfico, a partir do qual se inicia o desenvolvimento dos 5.243,32m do segmento de canal 2215 até o deságüe no reservatório Bagres. Entre a estrutura de controle de Bagres e o aqueduto Caetitu (com 163,48m), está o segmento de canal 2216 com comprimento de 10.485,03m. Interligando este aqueduto e o reservatório Copiti, onde

finaliza o trecho correspondente ao Lote C, desenvolve-se o segmento de canal 2217, com 2.203,89m de extensão.

Com relação aos lotes de obras, suas constituições são formadas pelas seguintes estruturas:

I. LOTE 09 - EBV-1 / Reservatório Muquém

- 2205 - Segmento de canal EBV-1 / Reservatório Areias;
- 2206 - Segmento de Canal Reservatório Areias / EBV-2;
- 2207 - Segmento de Canal EBV-2 / Reservatório Braúnas;
- 2208 - Segmento de Canal Reservatório Braúnas / Reservatório Mandantes;
- 2209 - Segmento de Canal Reservatório Mandantes / EBV-3;
- 2210 - Segmento de Canal EBV-3 / Reservatório Salgueiro;
- 2211 - Segmento de Canal Reservatório Salgueiro / Reservatório Muquém;
- 2304 - Aqueduto Sobre a BR-316;
- 2105 - Barragens Braúnas;
- 2106 - Barragem Mandantes;
- 2107 - Barragem Salgueiro;
- 2255 - Estrutura de controle Areias;
- 2256 - Estrutura de controle Braúnas;
- 2257 - Estrutura de controle Salgueiro;
- 2052 - Sistema viário;
- 2705 a 2711 - Drenagem das obras;
- 2506 a 2513 - Pontes;
- 2555 a 2558 - Passarelas.

II. Lote 10 - Reservatório Muquém / Reservatório Copiti

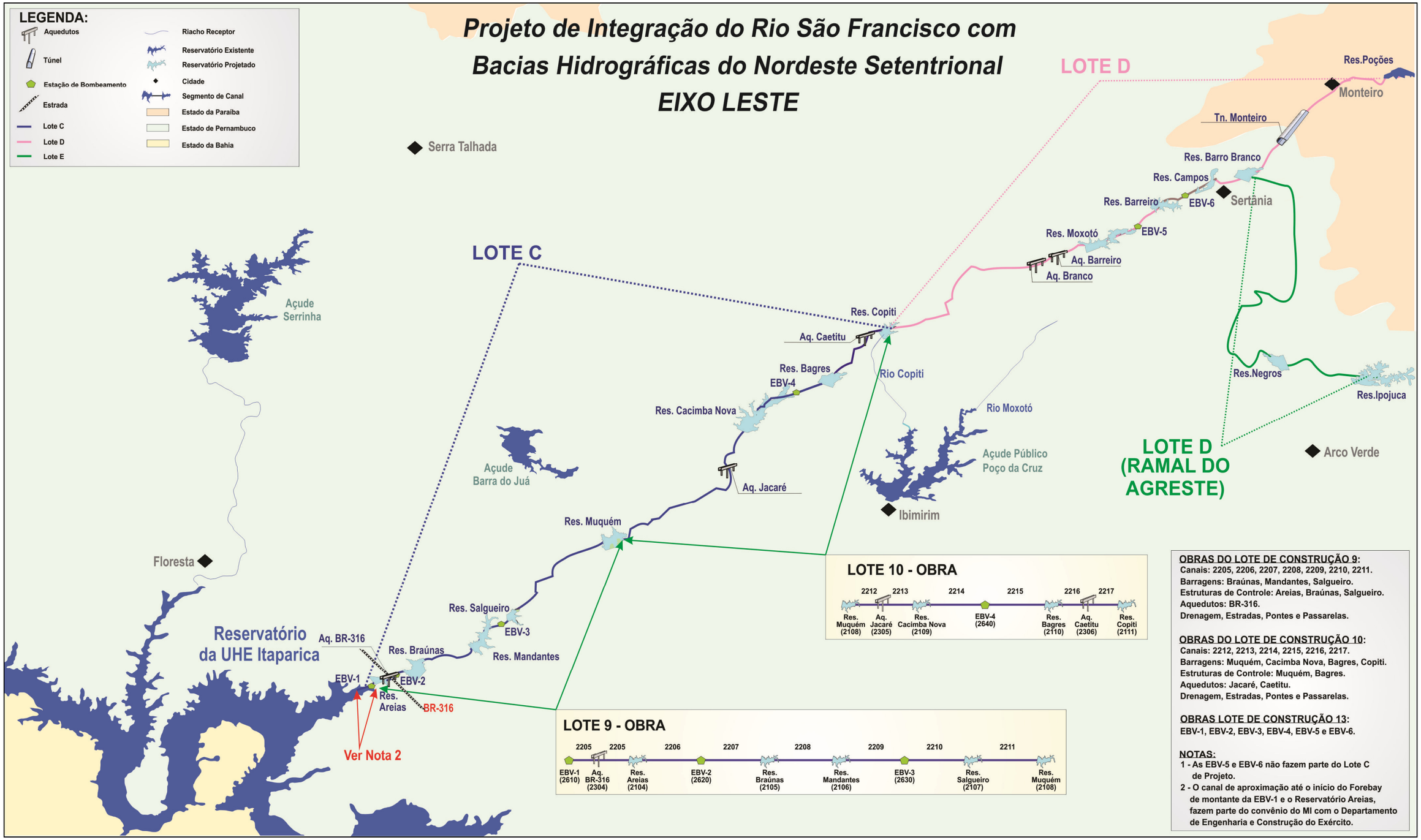
- 2212 - Segmento de canal Reservatório Muquém / Aqueduto Jacaré;
- 2213 - Segmento de canal Aqueduto Jacaré / Reservatório Cacimba Nova;
- 2214 - Segmento de canal Reservatório Cacimba Nova / EBV-4;

- 2215 - Segmento de canal EBV-4 / Reservatório Bagres;
- 2216 - Segmento de canal Reservatório Bagres / Aqueduto Caetitu;
- 2217 - Segmento de canal Aqueduto Caetitu / Reservatório Copiti;
- 2305 - Aqueduto Jacaré;
- 2306 - Aqueduto Caetitu;
- 2108 - Barragem Muquém;
- 2109 - Barragem Cacimba Nova;
- 2110 - Barragem Bagres;
- 2111 - Barragem Copiti;
- 2258 - Estrutura de controle Muquém;
- 2259 - Estrutura de controle Bagres;
- 2052 - Sistema viário;
- 2712 a 2717 - Drenagem das obras;
- 2514 a 2518 - Pontes;
- 2559 a 2563 - Passarelas.

III. Lote 13 - Estações de Bombeamento EBV-1 a EBV-6 com Forebays de Montante e Jusante e Estruturas de Deságüe

- 2610 - Estação de bombeamento EBV-1;
- 2620 - Estação de bombeamento EBV-2;
- 2630 - Estação de Bombeamento EBV-3;
- 2640 - Estação de Bombeamento EBV-4;
- 2052 - Sistema viário;
- 2610 a 2640 - Drenagem das obras;
- As estações de bombeamento EBV-5 e EBV-6 integram o Lote 13 de obras, mas não estão incluídas no Lote C de projeto.

Figura 2.1 - Arranjo Geral Eixo Leste



OBRAS DO LOTE DE CONSTRUÇÃO 9:
Canais: 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211.
Barragens: Braúnas, Mandantes, Salgueiro.
Estruturas de Controle: Areias, Braúnas, Salgueiro.
Aquedutos: BR-316.
Drenagem, Estradas, Pontes e Passarelas.

OBRAS DO LOTE DE CONSTRUÇÃO 10:
Canais: 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217.
Barragens: Muquém, Cacimba Nova, Bagres, Copiti.
Estruturas de Controle: Muquém, Bagres.
Aquedutos: Jacaré, Caetitu.
Drenagem, Estradas, Pontes e Passarelas.

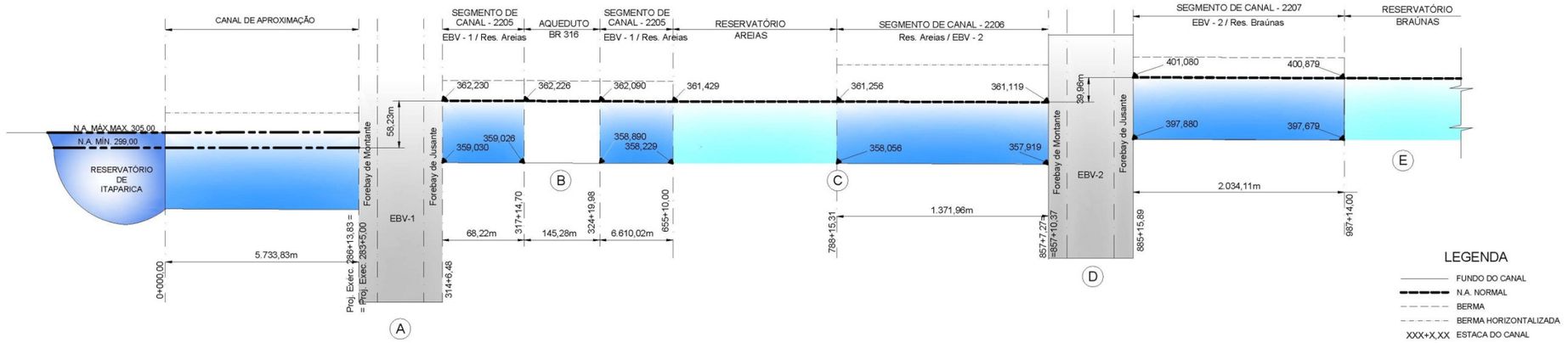
OBRAS LOTE DE CONSTRUÇÃO 13:
EBV-1, EBV-2, EBV-3, EBV-4, EBV-5 e EBV-6.

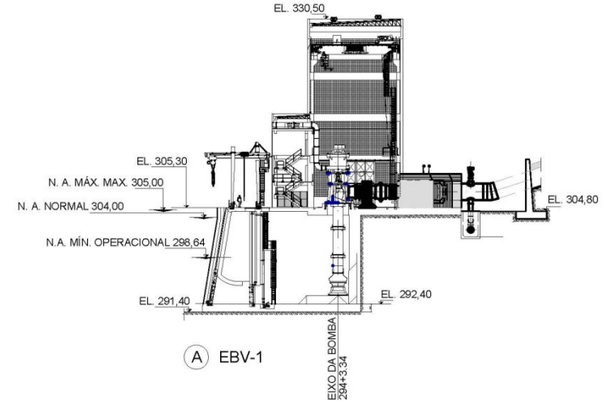
NOTAS:
1 - As EBV-5 e EBV-6 não fazem parte do Lote C de Projeto.
2 - O canal de aproximação até o início do Forebay de montante da EBV-1 e o Reservatório Areias, fazem parte do convênio do MI com o Departamento de Engenharia e Construção do Exército.

Figura 2.2 - Croquis das Obras Integrantes do Sistema Adutor (Parte 1)

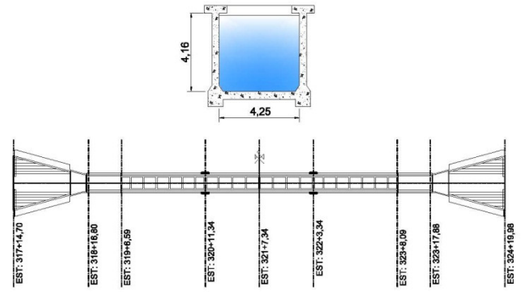
LOTE 09 DE OBRA
(PARTE I)

Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional
Projeto Executivo do Lote "C"

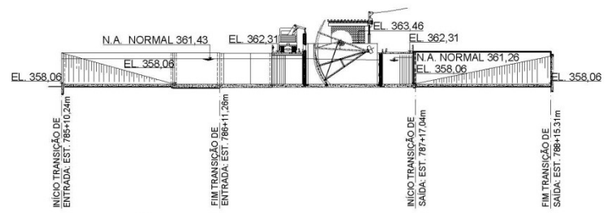




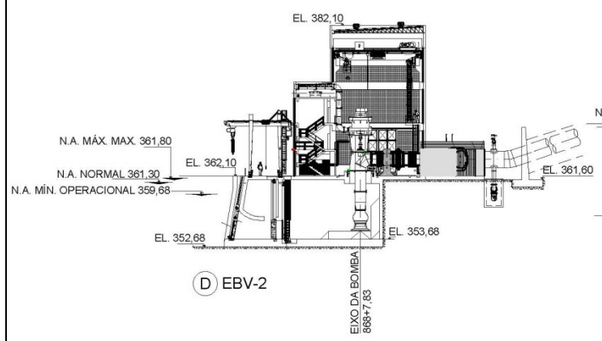
A EBV-1



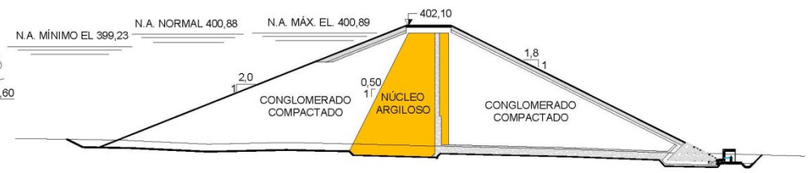
B AQUEDUTO SOBRE A BR-316



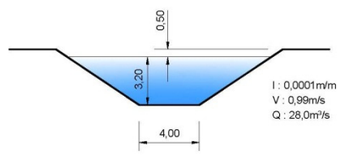
C ESTRUTURA DE CONTROLE
SAÍDA DO RESERVATÓRIO AREIAS



D EBV-2



E BARRAGEM BRAÚNAS



F CANAL - SEÇÃO TIPO

NOTAS
1 - AS ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO EBV-1 E EBV-2 PERTENCEM AO LOTE 13 DE OBRAS
2 - O CANAL DE APROXIMAÇÃO ATÉ O INÍCIO DO FOREBAY DE MONTANTE DA EBV-1 E O RESERVATÓRIO AREIAS NO EIXO LESTE FAZEM PARTE DO CONVÊNIO DO MI COM O DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO DO EXÉRCITO

Figura 2.3 - Croquis das Obras Integrantes do Sistema Adutor (Parte 2)

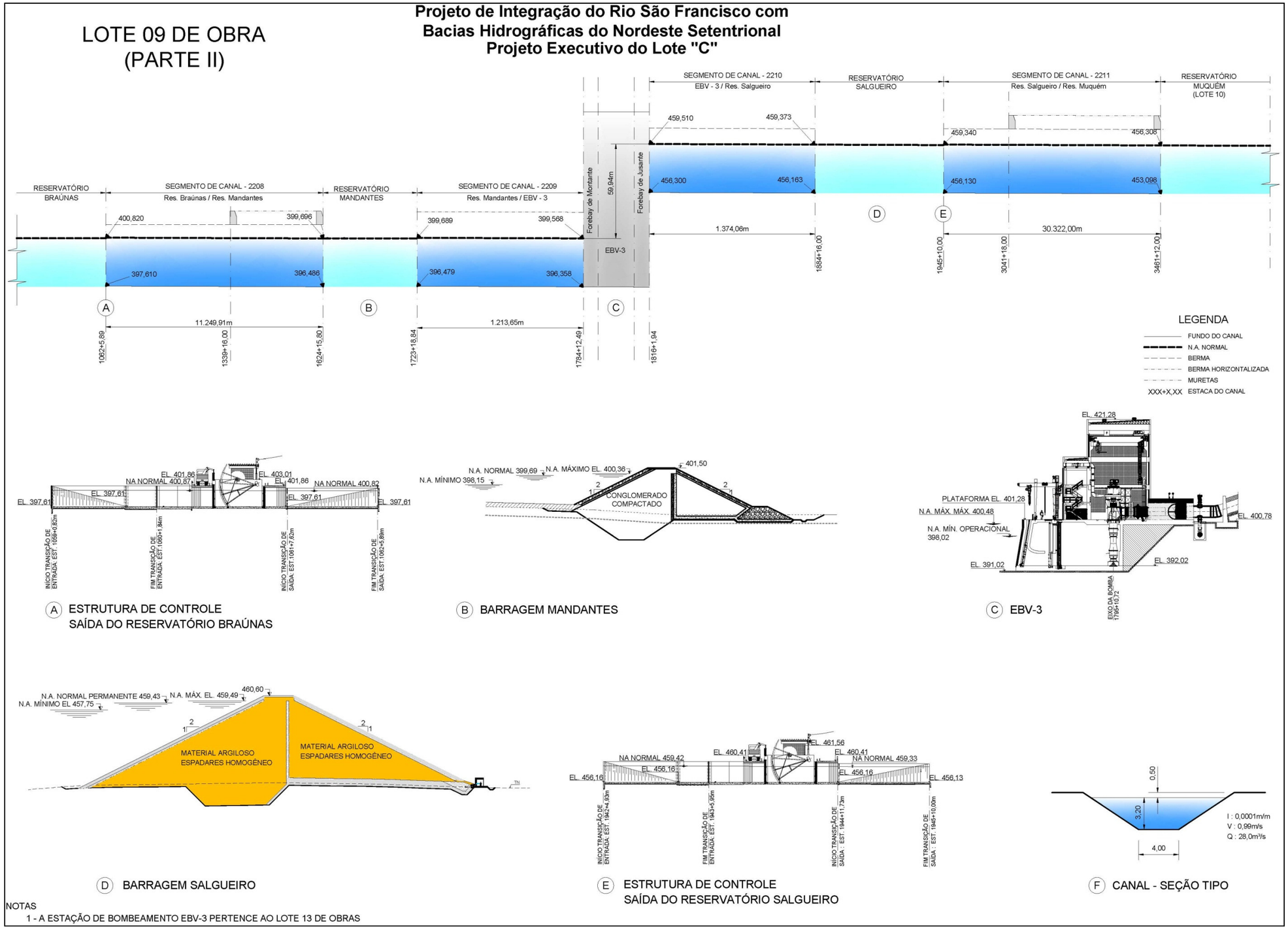
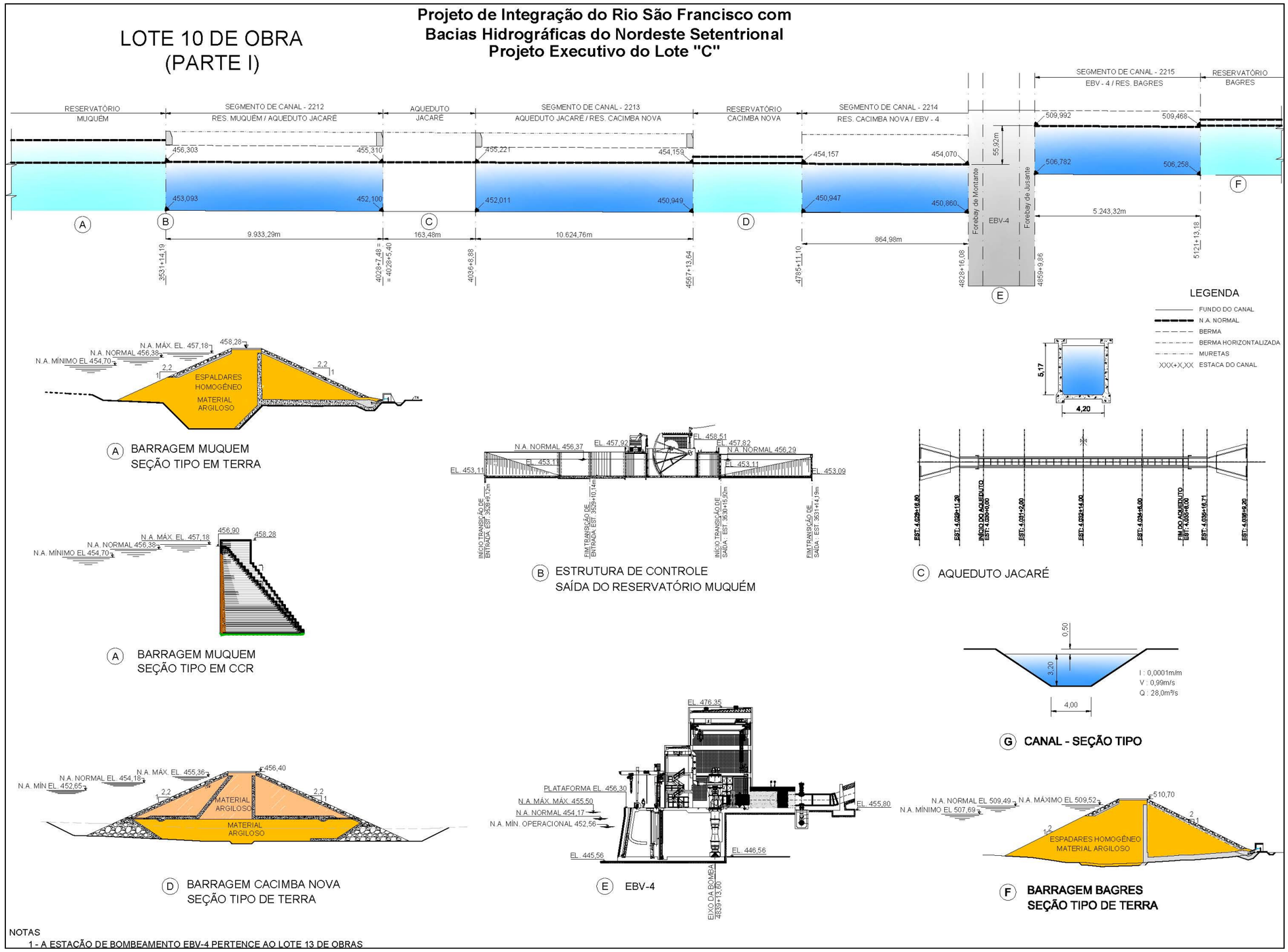


Figura 2.4 - Croquis das Obras Integrantes do Sistema Adutor (Parte 3)

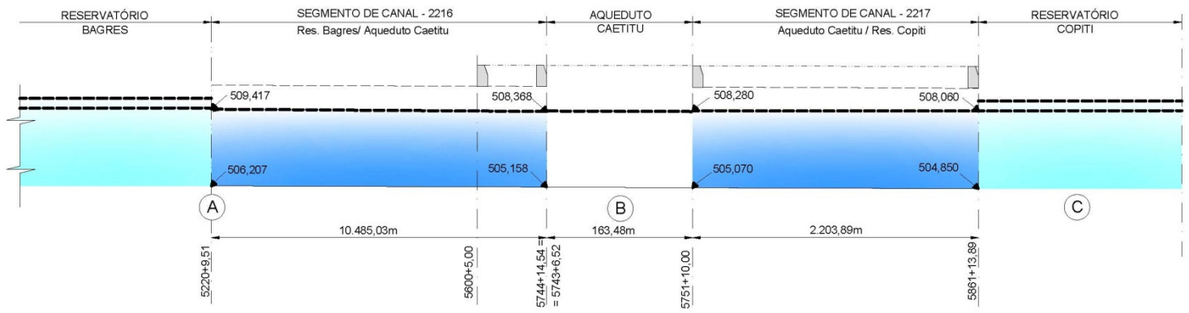


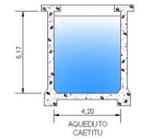
NOTAS
1 - A ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-4 PERTENCE AO LOTE 13 DE OBRAS

Figura 2.5 - Croquis das Obras Integrantes do Sistema Adutor (Parte 4)

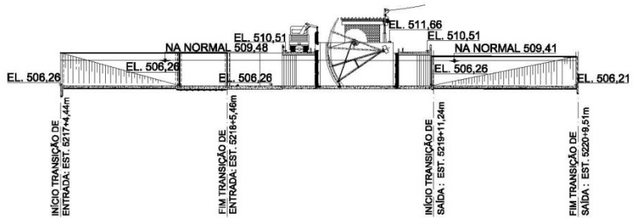
LOTE 10 DE OBRA
(PARTE II)

Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional
Projeto Executivo do Lote "C"

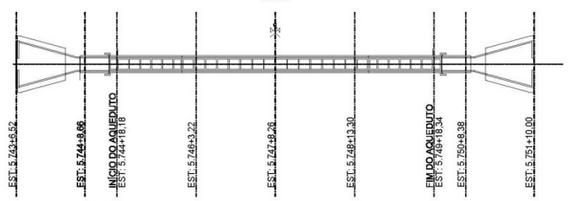




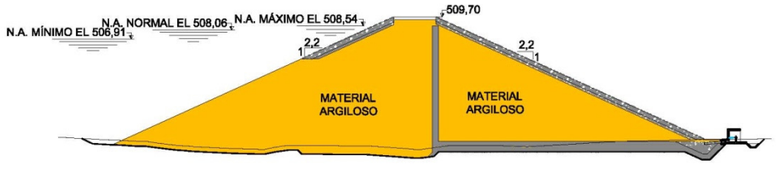
LEGENDA
- FUNDO DO CANAL
- N.A. NORMAL
- BERMA
- BERMA HORIZONTALIZADA
- MURETAS
- XXX+X,XX ESTACA DO CANAL



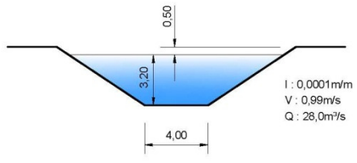
(A) ESTRUTURA DE CONTROLE
SAÍDA DO RESERVATÓRIO BAGRES



(B) AQUEDUTO CAETITU



(C) BARRAGEM COPITI
SEÇÃO TIPO DE TERRA



(D) CANAL - SEÇÃO TIPO

2.1 SEGMENTOS DOS CANAIS DO LOTE C

2.1.2 O Traçado

A definição do traçado dos canais, como é de praxe, se deu através de um processo de concepção e adequações sucessivas, relacionadas com o nível de detalhamento das informações de campo, que remonta à fase de desenvolvimento original do Estudo de Viabilidade, passa pela consolidação do Projeto Básico e, finalmente, pelos ajustes finais do Projeto Executivo.

Assim, a partir da definição do desenvolvimento do Eixo Leste entre os seus pontos de captação e de deságue e da localização das estações de bombeamento para adução de água aos patamares topográficos identificados na fase de Estudo de Viabilidade em cartas topográficas nas escalas de 1:100.000 e em 1:25.000, efetuou-se o traçado preliminar do sistema adutor, em trechos com funcionamento gravitário, interligando as estações.

Para as travessias dos grandes talvegues identificados nas cartas, foram estudadas nas fases anteriores ao projeto executivo as soluções em aquedutos, em canal sobre aterro e em barragens de passagem, escolhidas com base em estudos de custo dessas alternativas. No caso das alternativas com barragens, a função de contribuir com a minoração dos transientes hidráulicos no sistema de adução e o aproveitamento das águas geradas em suas bacias hidrográficas, foram também levadas em consideração.

Nas travessias de sobre-elevações topográficas dos terrenos, foram confrontados os custos das alternativas em corte nos canais contra a passagem por túneis ou mesmo por novos bombeamentos, considerando-se nesta última alternativa os custos de operação e manutenção e seus impactos no custo final da água aos futuros usuários. No trecho correspondente ao Lote C de Projeto Executivo, não se verifica nenhuma passagem do canal através de túneis.

A partir da definição preliminar do traçado dos canais e o posicionamento das obras das estações de bombeamento e dos reservatórios das barragens, na fase de Viabilidade, foi, então, determinada a diretriz de execução do voo fotográfico na escala de 1:8.000 e restituição aerofotogramétrica na escala de 1:2.000, em uma faixa de terreno de 500m, para a elaboração do Projeto Básico.

Sobre essa base topográfica do Projeto Básico, consubstanciada pelos estudos geológicos e geotécnicos realizados ao longo do desenvolvimento do sistema, foram feitas as adequações e determinado o traçado definitivo dos canais, considerando todos os seus aspectos de otimização técnica e financeira.

No presente Projeto Executivo, a topografia e a geotecnia mais detalhadas mostraram a necessidade de se manter o traçado dos canais tal qual foi concebido no Projeto Básico, com pequenos ajustes localizados descritos adiante. Conforme apresentado na **Figura 2.1** é mostrada a configuração do traçado do sistema adutor e nas **Figuras 2.2** a **2.5** os

desenhos esquemáticos correspondentes ao Eixo Leste com destaque para o Lote C de Projeto Executivo e Lotes de Obras 9 e 10 respectivamente. Nos desenhos de Projeto Executivo dos Canais, estão mostrados o eixo definitivo e o original do Projeto Básico, de forma a facilitar a visualização dos ajustes de traçado entre as duas fases do projeto.

O detalhamento dos segmentos dos canais está apresentado no documento **1230-REL-2201-00-00-001 - Relatório Final do Projeto Executivo dos Segmentos dos Canais.**

2.1.3 Segmentos de Canais

No Projeto Executivo o canal adutor foi subdividido em segmentos numerados em ordem crescente de montante para jusante, segundo o sistema WBF instituído pelo Consórcio Logos-Concremat, Gerenciador do PISF e estão contidos em dois lotes de obras contratados pelo Ministério da Integração Nacional.

2.1.3.1 Lote 09 de Obras:

- **Segmento 2205** - Entre o final do Forebay de Jusante da Estação de Bombeamento EBV-1 (estaca 314+6,48) e o início da transição de entrada para o Aqueduto Sobre a BR-316 (estaca 317+14,70), extensão 68,22m e o trecho entre o fim da transição de saída do Aqueduto Sobre a BR-316/início do canal revestido (estaca 324+19,98) e o final do canal revestido/início do deságüe no Reservatório da Barragem Areias (estaca 655+10,00). Extensão total deste segmento de canal: 6.678,24m.

- **Segmento 2206** - Entre o final da Estrutura de Controle do Reservatório Areias (estaca 788+15,31) e o início do Forebay de Montante da Estação de Bombeamento EBV-2 (estaca 857+7,27canal = 857+10,37 Forebay de Montante). Extensão: 1.371,96 metros.

- **Segmento 2207** - Entre o final do Forebay de jusante da Estação de Bombeamento EBV-2 (estaca 885+15,89) e o deságue no Reservatório da Barragem Braúnas (estaca 987+14,00). Extensão: 2.038,11 metros.

- **Segmento 2208** - Entre o final da Estrutura de Controle da barragem Braúnas (estaca 1062+5,89) e o final do canal revestido/início do deságüe no reservatório da barragem Mandantes (estaca 1624+15,80). Extensão: 11.249,91 metros.

- **Segmento 2209** - Entre a tomada do canal no reservatório da barragem Mandantes (estaca 1723+18,84) e o início do Forebay de Montante da Estação de Bombeamento EBV-3 (estaca 1784+12,49). Extensão: 1.213,65 metros.

- **Segmento 2210** - Entre o final do Forebay de Jusante da Estação de Bombeamento EBV-3 (estaca 1816+1,94) e o final do canal revestido/início do deságue no reservatório da Barragem Salgueiro (estaca 1884+16,00). Extensão: 1.374,06 metros.

- **Segmento 2211** - Entre o fim da estrutura de controle de Salgueiro (estaca 1945+10,00) e o final do canal revestido/início do deságue no reservatório da Barragem de Muquém (3461+12,00). Extensão 30.322,00 metros.

2.1.3.2 Lote 10 de Obras:

- **Segmento 2212** - Entre o final da Estrutura de Controle de Muquém, (estaca 3531+14,19), e início da transição para o Aqueduto Jacaré (estaca 4028+7,48 = 4028+5,40). Extensão 9.933,29m.

- **Segmento 2213** - Entre o final da transição de saída do Aqueduto Jacaré, (estaca 4036+8,88) e o final do canal revestido/início do deságüe no reservatório Cacimba Nova (estaca 4567+13,64). Extensão 10.624,76m.

- **Segmento 2214** - Entre o início do canal revestido de tomada no reservatório de Cacimba Nova (estaca 4785+11,10) e o início do Forebay de Montante da EBV-4 (estaca 4828+16,08). Extensão 864,98m.

- **Segmento 2215** - Entre o final do Forebay de Jusante da EBV-4 (estaca 4859+9,86) e o final do canal revestido/início do deságüe no reservatório de Bagres (estaca 5121+13,18). Extensão 5.243,32m.

- **Segmento 2216** - Entre o final da estrutura de controle de Bagres (estaca 5220+9,51) e o início da transição de entrada para o aqueduto Caetitu (estaca 5744+14,54canal = 5743+6,52 Aqueduto). Extensão 10.485,03.

- **Segmento 2217** - Entre o final da transição de saída do aqueduto Caetitu, (estaca 5751+10,00) e o final do canal revestido/início do deságüe no reservatório de Copiti (estaca 5861+13,89). Extensão 2.203,89m.

Na **Tabela 2.1** estão apresentados os principais elementos dos canais que perfazem o Lote C. Chama-se a atenção para as seguintes igualdades de estaca que devem ser observadas:

- No trecho 2206: Est. 857+7,27 (canal) = Est. 857+10,37 (Forebay Montante EBV-2);

- No trecho 2212: Est. 4028+7,48 (canal) = Est. 4028+5,40 (Aqueduto Jacaré);

- No trecho 2216: Est. 5744+14,54 = Est. 5743+6,52.

2.1.4 Serviços Topográficos

No que se refere aos canais, os serviços topográficos realizados na fase de Projeto Executivo, compreenderam o levantamento de uma faixa de 100m (50m para cada lado do eixo do Projeto Básico, locado em campo), com seções transversais a cada 20m, a partir dos quais foram gerados desenhos na escala de 1:2.000. Ao longo do desenvolvimento do eixo, foi implantado um banco de marcos, referenciais, de apoio topográfico situado, em média, a cada 5,0km.

Os levantamentos topográficos da faixa dos segmentos de canal e o banco de marcos foram realizados pelo Consórcio Gerenciador LOGOS-CONCREMAT no trecho entre a EBV-1 e o reservatório Muquém e pelo Consórcio Projetista do Lote C TECHNE-PROJETEC-BRLi, no trecho entre o reservatório Muquém e o reservatório Copiti.

No documento **1230-REL-2030-02-01-001 - Relatório Final dos Serviços Topográficos** são apresentados todos os dados levantados em campo, bem como os desenhos e a descrição geral dos serviços realizados.

Tabela 2.1 - Características dos Canais - Lote C

Segmento de Canal				Estacas		Extensão	Extensão Acumulada	Cota de Fundo (m)		Cota do N.A. (m)	
Obra	WBS	Montante	Jusante	Montante	Jusante	(m)	(m)	Montante	Jusante	Montante	Jusante
LOTE 09	2205	Saída do Forebay Jusante EBV-1 Início do Segmento 2205	Início do Aqueduto Sobre a BR-316	314+6,48	317+14,70	68,22	68,22	359,030	359,026	362,230	362,226
		Fim do Aqueduto Sobre a BR-316 Fim do Segmento 2205	Fim do Segmento 2205 Início do Reservatório Areias	324+19,98	655+10,00	6.678,24	6.746,46	358,890	358,229	362,090	361,429
	2206	Saída da Estrutura de Controle Areias Início do Segmento 2206	Fim do Segmento 2206 Início do Forebay de Montante da EBV-2	788+15,31	857+7,27	1.371,96	8.118,42	358,056	357,919	361,256	361,129
	2207	Saída do Forebay de Jusante da EBV-2 Início do Segmento 2207	Fim do Segmento 2207 Início do Reservatório Braúnas	885+15,89	987+14,00	2.038,11	10.156,53	397,880	397,679	401,080	400,879
	2208	Saída da Estrutura de Controle Braúnas Início do Segmento 2208	Fim do Segmento 2208 Início do Resservatório Mandantes	1062+5,89	1624+15,80	11.249,91	21.406,44	397,610	396,486	400,820	399,696
	2209	Saída do Reservatório Mandantes Início do Segmento 2209	Fim do Segmento 2209 Início do Forebay de Montante da EBV-3	1723+18,84	1784+12,49	1.213,65	22.620,09	396,479	396,358	399,689	399,568
	2210	Saída do Forebay de Jusante da EBV-3 Início do Segmento 2210	Fim do Segmento 2210 Início do Resservatório Salgueiro	1816+1,94	1884+16,00	1.374,06	23.994,15	456,300	456,163	459,510	459,373
	2211	Saída da Estrutura de Controle Salgueiro Início do Segmento 2211	Fim do Segmento 2211 Início do Reservatório Muquém	1945+10,00	3461+12,00	30.322,00	54.316,15	456,130	453,098	459,340	456,308
LOTE 10	2212	Saída da Estrutura de Controle Muquém Início do Segmento 2212	Fim do Segmento 2212 Início do Aqueduto Jacaré	3531+14,19	4028+7,48	9.933,29	64.249,44	453,093	452,100	456,303	455,310
	2213	Fim do Aqueduto Jacaré Início do Segmento 2213	Fim do Segmento 2213 Início do Reservatório Cacimba Nova	4036+8,88	4567+13,64	10.624,76	74.874,20	452,011	450,949	455,221	454,159
	2214	Saída do Resservatório Cacimba Nova Início do Segmento 2214	Fim do Segmento 2214 Início do Forebay de Montante da EBV-4	4785+11,10	4828+16,08	864,98	75.739,18	450,947	450,860	454,157	454,070
	2215	Saída do Forebay de Jusante da EBV-4 Início do Segmento 2215	Fim do Segmento 2215 Início do Reservatório Bagres	4859+9,86	5121+13,18	5.243,32	80.982,50	506,782	506,258	509,992	509,468
	2216	Saída da Estrutura de Controle Bagres Início do Segmento 2216	Fim do Segmento 2216 Início do Aqueduto Caetitu	5220+9,51	5743+6,52	10.485,03	91.467,53	506,207	505,158	509,417	508,368
	2217	Saída do Aqueduto Caetitu Início do Segmento 2217	Fim do Segmento 2217 Início do Reservatório Copiti	5751+10,00	5861+13,89	2.203,89	93.671,42	505,070	504,850	508,280	508,060

2.1.5 Serviços Geotécnicos

Ao longo dos eixos dos canais locados em campo nos trechos de grandes cortes identificados nos perfis do Projeto Básico e entre os locais de furos de sondagem mista realizados nesta fase de projeto, foram realizadas novas prospecções geotécnicas. Estas investigações compreenderam 155 furos de sondagem mista, 64 furos de sondagem rotativa e abertura de 296 poços de inspeção com retirada de amostras para realização de ensaios de caracterização e ensaios especiais com o objetivo de identificar os materiais terrosos e rochosos para efeito de utilização nos aterros e de classificação desses materiais segundo suas categorias.

Nos desenhos de projeto geométrico dos segmentos de canal são indicados os perfis de materiais de 1ª, 2ª e 3ª categorias, classificados a partir da leitura dos testemunhos das sondagens realizadas.

No documento **1230-REL-2020-00-00-001 - Relatório Final dos Serviços Geotécnicos** constam todas as informações de campo e de laboratório colhidas na campanha de serviços geotécnicos realizada, bem como os estudos de dimensionamento de aterros, quais sejam: perfis e descrição de sondagens a percussão; perfis e descrição de sondagens rotativas; perfis e descrição das sondagens mistas; ensaios de caracterização de materiais; ensaios especiais; cálculos de estabilidade dos grandes aterros e nos desenhos a localização das prospecções geotécnicas realizadas nos eixos dos canais.

A partir das seções transversais tiradas a cada 20m, que constituem as estacas do eixo do canal, foram obtidos os dados que compõem as Notas de Serviços para implantação das obras e fornecidos os volumes de materiais escavados segundo suas categorias, bem como os materiais empregados nos aterros. O balanço de massa com os volumes, suas origens e distâncias de transporte, foi elaborado com as finalidades de composição dos quantitativos de obras e serviços e de orientar a Supervisão das Obras na indicação da utilização dos materiais por parte do Construtor.

2.1.6 Dimensionamento do Sistema Adutor

No trecho compreendido pelo Lote C os canais foram dimensionados no Projeto Básico para conduzir uma vazão contínua de 28,0m^3/s, mantida na elaboração do Projeto Executivo. As características básicas do canal projetado são:

- formato trapezoidal com largura de base 4,0m; taludes de 1V:1,5H; lâmina d água de 3,21m; bordo livre 0,50m em relação ao N.A. Normal e 0,30m em relação ao N.A. Máximo Maximorum;

- impermeabilizado com geomembrana de polipropileno de alta densidade (PEAD), com 1,0mm de espessura, ou geomembrana de PVC de 1,00mm, recoberta com placas de concreto simples com fibra sintética de polipropileno ou náilon cuja finalidade é a de reduzir os fissuramentos nas placas. As espessuras das placas de revestimento dos canais são de 7,0cm no fundo e 5,0cm nas laterais (taludes);

- coeficiente de rugosidade de Manning n=0,015, declividade longitudinal 0,0001m/m, velocidade de escoamento 0,99m/s;

- bermas de 3,5m de largura nos trechos em corte onde não estão previstas muretas, 4,0m nos trechos em corte com muretas e 4,0m nos trechos em aterro.

No decorrer da execução das obras foram constatadas surgências na seção hidráulica nos segmentos de canal 2209 e 2214 o que acarretou na adoção de soluções particulares de forma a não interferir na capacidade de vazão do sistema adutor a saber:

- segmento de canal 2209 –entre as estacas 1759+0,00 e 1765+0,00 onde ocorre surgência, optou-se por substituir o revestimento do canal projetado em concreto simples sobre manta PEAD por enrocamento sobre transição fina, mantendo as dimensões da seção hidráulica;
- segmento de canal 2214 - devido a surgência observada em vários pontos optou-se por utilizar o revestimento da seção hidráulica em concreto poroso sendo necessária a alteração das dimensões da seção hidráulica para:
  - Base: 5,28m
  - Altura da lâmina: 3,21m
  - Bordo livre: 0,50m
  - Altura total mínima: 5,35m (neste segmento foi adotada berma horizontal)
  - Taludes: 1V:1,381H

  Com o emprego de concreto poroso no revestimento da seção hidráulica a drenagem interna foi eliminada neste segmento.

2.1.7 Seções Tipo

De acordo com a topografia, os canais apresentam seções em corte, seções em aterro e seções mistas em corte e aterro. Visando atender às diversas peculiaridades topográficas e geotécnicas encontradas ao longo do caminhamento do canal, foram desenvolvidas 08 seções tipos, ou seja, seções tipo específicas para os solos conglomeráticos, para os solos terrosos e para os solos rochosos, apresentadas nas **Figuras 2.6 a 2.9.**

Os taludes externos dos canais são protegidos por enrocamento fino sobre transição graduada. Para os taludes internos remanescentes dos cortes, quando necessário, está prevista a proteção segundo a natureza dos materiais expostos (rocha alterada, solo arenoso, solo argiloso, conglomerado).

As bermas dos canais mostradas nas seções tipo terão a função de estradas para inspeção periódica e manutenção. Suas larguras estão especificadas no item anterior. Terão revestimento primário com 12,0cm de espessura e declividade de 2,0% para permitir o escoamento das águas.

Os acessos às bermas-estradas se darão em diversos pontos do sistema nas situações em que suas cotas são coincidentes com as do terreno natural.

De uma maneira geral as bermas seguem a mesma declividade do fundo do canal com exceção dos segmentos 2206 (Reservatório Areias - EBV-2), 2209 (Reservatório Mandantes - EBV-3) e 2214 (Reservatório Cacimba Nova - EBV-4), onde as bermas não têm declividade (bermas horizontais). Isto porque as bermas dos forebays de montante das estações de bombeamento são desprovidas de muretas para evitar o acumulo de água de chuva sobre elas.

2.1.8 Juntas

O revestimento em concreto será provido de juntas longitudinais e transversais para evitar possíveis danos causados pelos efeitos de contração e de dilatação do concreto.

A cada 3,0m estão previstas juntas transversais secas formadas pelo método construtivo de placas alternadas. Caso seja utilizado um método de concretagem contínua deverá ser provocado uma ranhura a cada 3,0m para induzir o fissuramento de retração no interior da placa.

A cada 30,0m será instalada uma junta de dilatação com abertura de 0,02m. Estas juntas absorverão a expansão do concreto devido ao aumento de temperatura. Ao longo dos taludes serão instaladas duas juntas longitudinais, espaçadas entre si de 3,21m.

2.1.9 Sistema de Proteção

2.1.9.1 Muretas

O sistema adutor do PISF está programado para funcionar com paradas e partidas diárias das bombas no período de pico de consumo de energia. Por outro lado, eventuais paradas das bombas pela falta de energia ou por outros eventos especiais, poderão ocorrer durante o funcionamento normal do sistema. Nessas ocasiões, acontecer transientes no sistema com geração de ondas que sobre-elevarão os níveis d'água nos canais. Outros processos de sobre-elevação dos níveis nos canais acontecerão com as paradas de longo prazo do sistema de adução e nas ocasiões de cheias nos reservatórios interligados pelos segmentos de canais a montante e a jusante.

As magnitudes dessas elevações podem resultar em níveis que ultrapassem, em determinados trechos, as cotas de borda livre adotadas no dimensionamento dos canais (0.50m), com consequentes transbordamentos pelas suas bermas.

Quando da elaboração do Projeto Básico, foram realizados estudos hidrodinâmicos com a finalidade de determinação das cotas máximas da linha d'água ao longo do Eixo Leste, com base no método de Maccormack, utilizado para resolver as equações de Saint Venant, que regem o fenômeno dos transientes hidráulicos à superfície livre (Relatório R12 - Modelo Hidrodinâmico e Esquema Operacional - Trecho V - Eixo Leste). A solução

de proteção dos canais indicada no Projeto Básico foi à utilização de muretas com alturas correspondentes ao N.A. Máximo Maximorum verificado, mais 0,30m de borda livre.

Figura 2.6 - Seções Tipo 1 e 2

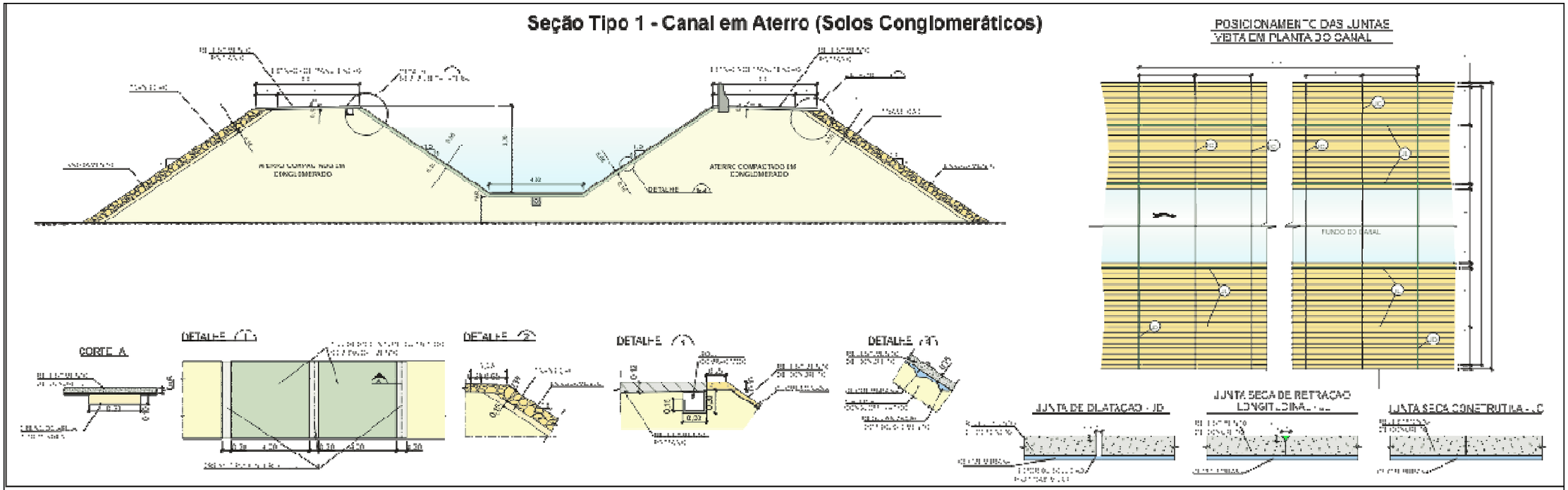


Figura 2.7 – Seções Tipo 3 e 4

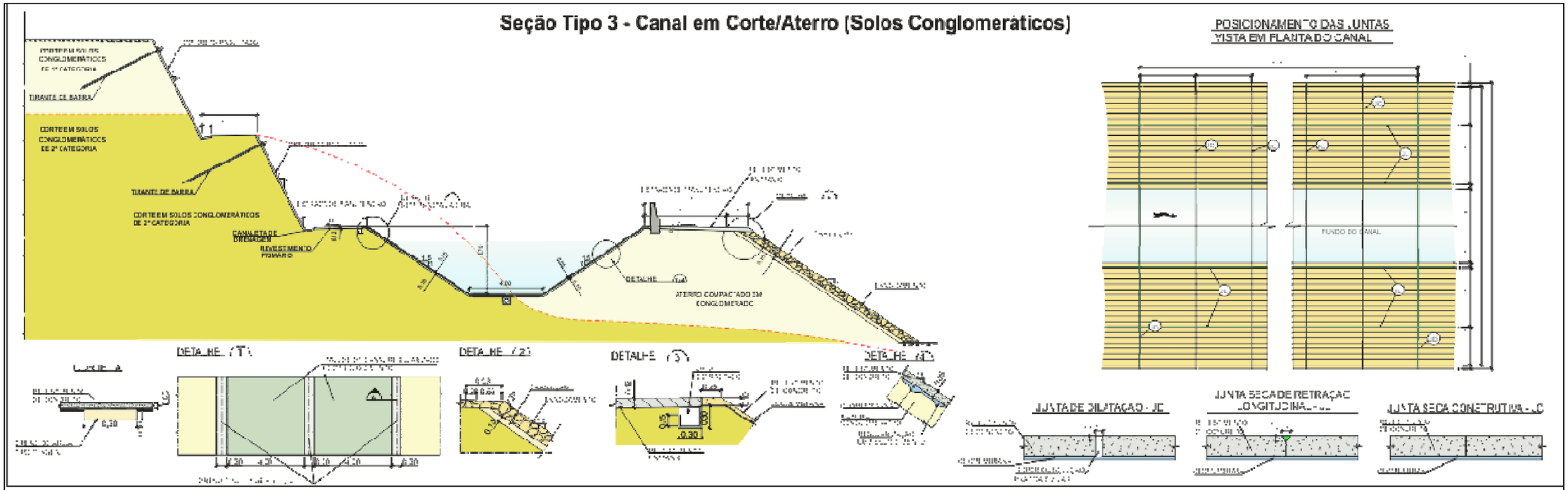
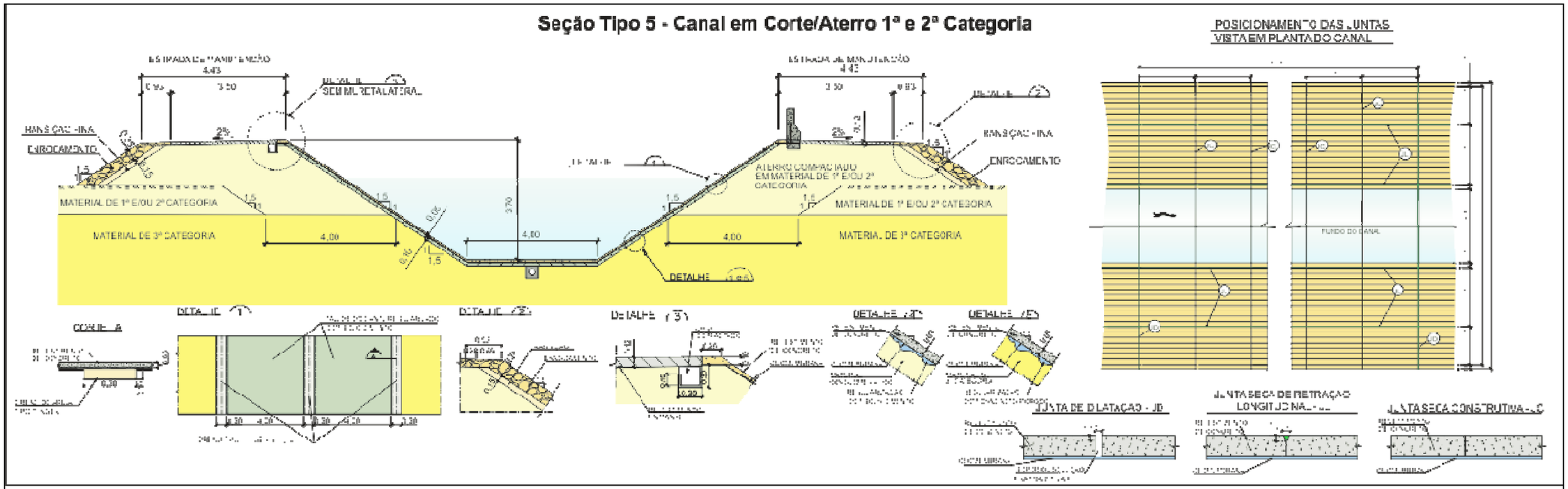


Figura 2.8 – Seções Tipo 5 e 6



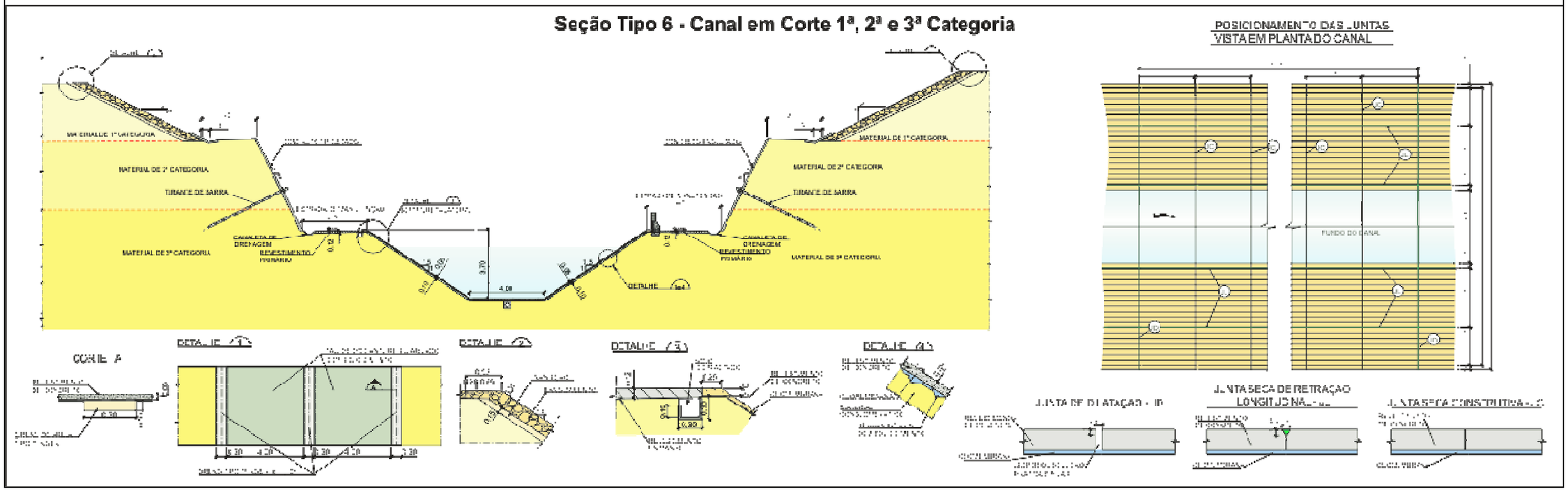
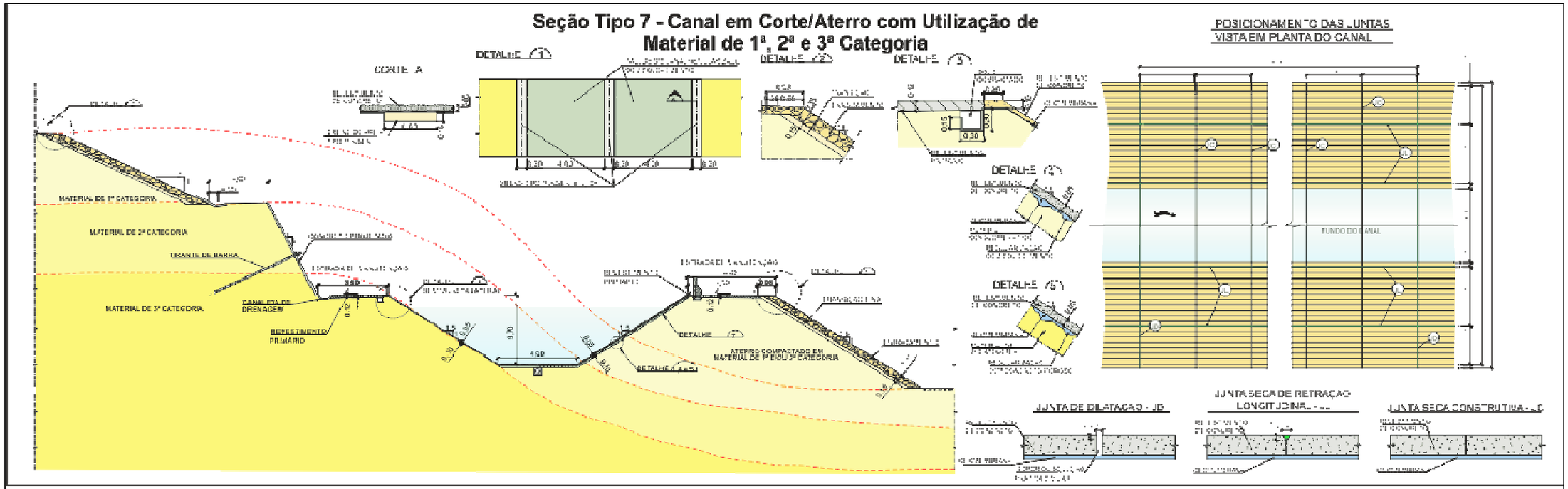


Figura 2.9 – Seções Tipo 7 e 8



As muretas foram previstas no projeto básico como elementos de contenção na seção dos canais dessas sobre-elevações de níveis, constituindo, dessa forma, obras essenciais ao funcionamento e preservação do sistema adutor.

De forma a confirmar esses níveis ao longo do sistema, na elaboração do projeto executivo procedeu-se a uma nova avaliação hidrodinâmica do sistema adutor, nos diversos segmentos de canal, através de modelação matemática, utilizando-se o software "Simulation of Irrigation Canals (SIC)" do Cemagref versão 4.27, para cálculo de regimes permanentes e transitórios a superfície livre e os resultados apresentados no documento **1230-NTC-2201-70-09-001 - Nota Técnica dos Transientes Hidráulicos - Simulação Hidrodinâmica do Sistema Adutor**. Objetivando uma maior segurança na proteção dos canais, foram adotadas neste estudo, simulações possíveis de ocorrerem e não consideradas no projeto básico.

Os resultados encontrados foram condizentes com os do Projeto Básico no que se refere aos trechos previstos com muretas, porém com relação às suas alturas, verificou-se a necessidade de pequenos ajustes. As muretas resultantes dos estudos do Projeto Executivo têm alturas úteis variando de 0,20m a 1,00m, considerando o bordo livre de 0,30m.

Nas **Tabelas 2.2** e **2.3** são mostradas, respectivamente, as seções, as dimensões e os trechos de canal onde serão implantadas as muretas.

2.1.9.2 Proteção em Solos Expansivos e Colapsíveis

Ao longo do desenvolvimento dos canais, especialmente entre os segmentos 2208 (em situações localizadas) e 2209 (numa extensão de 1.100m), foi constatada a intercalação de solos expansivos (argilito-siltito). Também foram encontrados solos expansivos em profundidade, em situações localizadas, no segmento 2205, em especial na Estaca 625.

Com relação aos solos colapsíveis, foram detectados através de investigações realizadas ao longo do eixo do canal, em situações localizadas, no segmento 2205, em especial entre na estaca 625, identificados em amostras superficiais constituídas de areia porosa, típica de solos colapsíveis. Também foram detectadas desde a estaca 2115 à Estaca 4445, abrangendo os segmentos 2211 a 2213, voltando a incidir no segmento 2216, a presença de solos superficiais que apresentaram elevado potencial de colapso frente ao umedecimento, tal comportamento é compatível com a presença de colúvio detectado em sondagens realizadas no trecho.

De forma a proteger os canais contra a expansibilidade e a colapsividade dos solos, foi emitido o documento **1230-NTC-2201-04-02-003 - Identificação de Solos Colapsíveis e Expansivos e Soluções de Engenharia a Serem Adotadas**, ou seja, uma nota técnica especial, com os procedimentos construtivos a serem adotados no caso de constatação da ocorrência desses solos, quando atravessados pelo sistema adutor.

Tabela 2.2 - Dimensões das Muretas

h (m)	H (m)	B (m)
0,20	0,62	0,20
0,40	0,82	0,40
0,60	1,02	
0,80	1,22	
1,00	1,42	0,60

Tabela 2.3 - Localização e Altura das Muretas

TRECHO	SEGMENTO DE CANAL		ESTACA		ALTURA MURETA h
	CÓDIGO	NOME	INÍCIO	FIM	(m)
LOTE 09	2208	Reservatório Braúnas - Reservatório Mandantes	1339 + 16,00	1489 + 16,00	0,20
			1489 + 16,00	1592 + 6,00	0,40
			1592 + 6,00	1624 + 15,80	0,60
	2211	Reservatório Salgueiro - Reservatório Muquém	3041 + 18,00	3211 + 8,00	0,20
			3211 + 8,00	3359 + 0,00	0,40
			3359 + 0,00	3461 + 12,00	0,60
LOTE 10	2212	Reservatório Muquém - Aqueduto Jacaré	3531 + 14,19	4028 + 7,48	0,60
	2213	Aqueduto Jacaré - Reservatório Cacimba Nova	4036 + 8,88	4089 + 13,00	0,60
			4089 + 13,00	4390 + 0,00	0,80
			4390 + 0,00	4567 + 13,64	1,00
	2216	Reservatório Bagres - Aqueduto Caetitu	5600 + 5,00	5743 + 6,52	0,20
	2217	Aqueduto Caetitu - Reservatório Copiti	5751 + 10,00	5771 + 11,00	0,20
			5771 + 11	5861 + 13,89	0,40

2.1.10 Drenagem Interna dos Canais

A drenagem interna dos canais tem como finalidade o escoamento das águas dos maciços (aterros e cortes) acumuladas sob a seção revestida (manta e placas de concreto), de forma a proteger a estrutura de revestimento contra sub-pressões (especialmente no caso dos trechos em corte) e erosões internas regressivas pelo eventual rompimento da manta (especialmente nos trechos em aterro).

O sistema de drenagem é compreendido de drenos laterais tipo “fingers” compostos de areia com 0,10m de espessura e 0,50m de largura situados a cada 4,0m; camada de areia ou de pedrisco de regularização do fundo do canal e tubos de concreto perfurado desenvolvendo-se ao longo do eixo em vala forrada com geotêxtil e envelopado com brita. Em determinados pontos nas transições de corte/aterro, se faz a derivação para caixas de medição de vazão de perfil triangular.

Os dispositivos do sistema de drenagem interna dos canais apresentados no Projeto Básico foram adotados no Projeto Executivo após a verificação do dimensionamento das vazões do sistema; a coerência das variações dos diâmetros indicadas e as distâncias máximas entre duas saídas consecutivas. Conservou-se a vazão unitária de 0,0126l/s/m. Os diâmetros de tubos em concreto de 300mm, 400mm, 500mm e 600mm, tem respectivos máximos de 440m, 530m, 780m e 1090m.

Alternativamente aos tubos de concreto foi indicada a utilização de tubos de drenagem em PVC ou PEAD perfurado. Para estes tubos as capacidades de escoamento máximo nas condições de projeto são:

- DN 230 - Qmax = 4,41l/s - L = 0 a 350m
- DN 340 - Qmax = 17,73l/s - L = 350 a 1090m;
- DN 450 - Qmax = 29,11l/s - L = 1090 a 2310m.

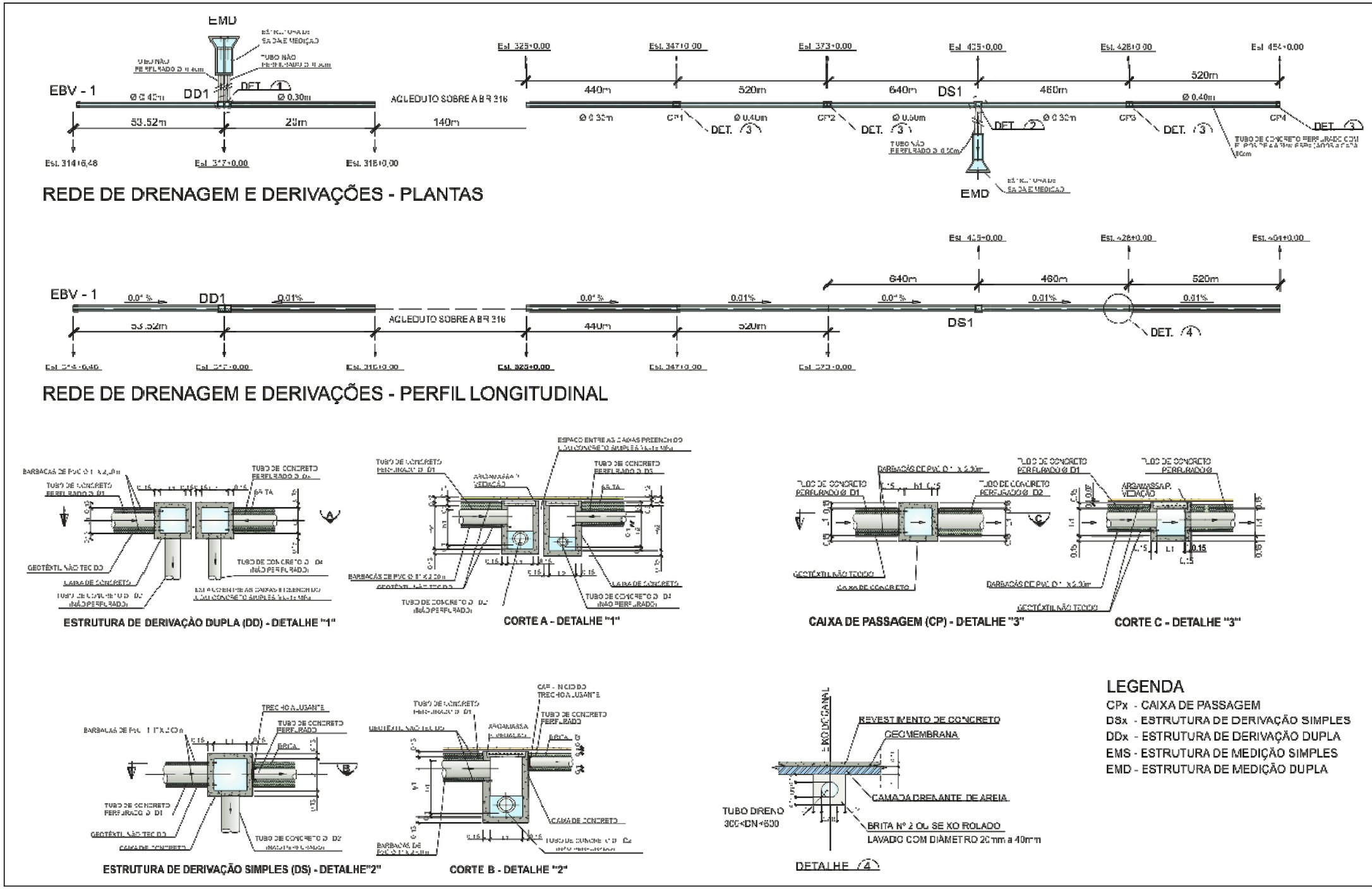
Entre a estação de bombeamento EBV-2 e o reservatório de Areias, a declividade do sistema de drenagem interna terá sentido inverso à declividade do canal e o esgotamento das águas se dará em um poço situado nas proximidades da estrutura de controle do reservatório.

No segmento de canal 2209 que interliga o reservatório Mandantes à EBV-3 e que não possui estrutura de controle na saída do reservatório Mandantes, a drenagem interna se faz com declividade no mesmo sentido da declividade do canal. As águas captadas são direcionadas ao poço no pátio externo dessa estação de onde se fará o esgotamento por bombeamento.

No segmento de canal 2214 não foi previsto sistema de drenagem interna devido a seção hidráulica ser revestida apenas em concreto poroso.

Na **Figura 2.10** são apresentados os desenhos esquemáticos das estruturas que compõem o sistema de drenagem interna dos segmentos de canais.

Figura 2.10 - Desenho Esquemático de Drenagem Interna do Canal



2.1.11 Sistema de Macro-Drenagem

O sistema de macro-drenagem dos segmentos de canal, concebido no projeto básico e detalhado no presente projeto executivo, são constituídos de dois subsistemas independentes, cada um exercendo sua função de captação das águas pluviais e seu direcionamento para a rede de drenagem natural, a saber:

- Subsistemas de drenagem lateral (valetas e drenos) e transversal (bueiros e overchute) ao longo dos segmentos de canal;
- Subsistema de drenagem dos taludes dos cortes no canal adutor.

2.1.11.1 Subsistemas de Drenagem Lateral

Na elaboração dos Projetos Executivos dos Sistemas de Drenagem do Lote C foram adotados os mesmos critérios, parâmetros e metodologia do projeto básico, tanto para a definição das vazões como para o dimensionamento das obras.

O subsistema de drenagem lateral é constituído de 106.908,79m de drenos sendo que 61.918,54m estão situados no Lote 09 de Obras e 44.990,25m no Lote 10.

Na **Tabela 2.4** estão apresentadas as extensões das obras por segmento de canal e por lote de obra.

O sistema de drenagem transversal é constituído de bueiros tubulares e celulares e overchute. No Lote 9 de obras foram detalhados 43 bueiros e 01 overchute e no Lote 10 foram detalhados 43 bueiros, totalizando 87 dispositivos de drenagem transversal no canal adutor, sendo as características das referidas obras apresentadas nas **Tabelas 2.5 e 2.6.**

Tabela 2.4 - Drenagem Lateral - Extensão dos Drenos

Lote de Obra	Segmento de Canal		Extensão (m)
9	2705	EBV-1 - Reservatório Areias	6.328,48
	2706	Reservatório Areias - EBV-2	3.225,71
	2707	EBV-2 - Reservatório Braúnas	3.542,99
	2708	Reservatório Braúnas - Reservatório Mandantes	13.529,32
	2709	Reservatório Mandantes - EBV-3	1.575,27
	2710	EBV-3 - Reservatório Salgueiro	969,37
	2711	Reservatório Salgueiro - Reservatório Muquém	32.747,40
Total do Lote 9			**61.918,54**
10	2712	Reservatório Muquém - Aqueduto Jacaré	9.785,91
	2713	Aqueduto Jacaré - Reservatório Cacimba Nova	13.730,30
	2714	Reservatório Cacimba Nova - EBV-4	1.158,29
	2715	EBV-4 - Reservatório Bagres	6.057,28
	2716	Reservatório Bagres - Aqueduto Caetitu	10.660,39
	2717	Aqueduto Caetitu - Reservatório Copiti	3.598,08
Total do Lote 10			**44.990,25**
Total Geral			**106.908,79**

Tabela - 2.5 - Obras de Travessia no Trecho do Lote C - Eixo Leste - Lote 09 de Obras - Localização, Características e Vazão de Projeto

Segmento de Canal	WBS	Obra	Tipo da Obra	Estaca da Obra	Vazão de projeto (m³/s)	Ângulo de Esconsidade
EBV-1 / Reserv. Areias	2705	Bueiro - 1	BSTC-1,0	386+9,86	0,804	78º53'28"
		Bueiro - 2	BSCC-1,0X1,5	428+1,86	2,150	91°32'22"
		Bueiro - 3	BSCC-1,0X1,5	468+0,52	0,670	111°48'43"
		Bueiro - 4	BSCC-1,0X1,5	493+15,00	1,010	116°37'39"
		Bueiro - 5	BSCC-1,0X1,5	538+15,30	1,404	59°2'47"
		Bueiro - 6	BSCC-2,0X2,0	567+18,54	6,745	71°41'53"
Reserv. Areias / EBV-2	2706	-	-	-	-	-
EBV-2 / Reserv. Braúnas	2707	Bueiro - 1	BSCC-1,5X1,5	935+12,85	0,829	96°49'19"
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	971+1,10	0,719	56°12'37"
Reserv. Braúnas / Reserv. Mandantes	2708	Bueiro - 1	BSTC-1,2	1097+11,91	0,690	90°0'0"
		Overchute - 2	OVC(100x110)	1226+1,76	1,143	
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	1251+13,47	1,246	83°59'41"
		Bueiro - 4	BSCC-1,5X1,5	1275+7,01	1,452	44°36'13"
		Bueiro - 5	BSTC-1,2	1299+17,71	1,594	96°19'3"
		Bueiro - 6	BSTC-1,2	1311+3,02	1,385	109°48'6"
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	1335+9,48	1,664	70°52'23"
		Bueiro - 8	BSCC-1,5X1,5	1362+2,98	3,421	77°34'18"
		Bueiro - 9	BSCC-1,5X1,5	1392+10,89	4,304	61°37'40"
		Bueiro - 10	BSCC-1,5X1,5	1433+10,59	2,284	78°24'55"
		Bueiro - 11	BSCC-1,5X1,5	1450+19,95	0,205	89°3'19"
		Bueiro - 12	BSTC-1,2	1462+10,08	0,365	117°21'34"
		Bueiro - 13	BSCC-1,5X1,5	1475+13,75	2,041	91°2'32"
		Bueiro - 14	BSCC-1,5X1,5	1497+10,51	1,540	88°45'11"
		Bueiro - 15	BSTC-1,2	1527+2,19	1,263	71°30'55"
		Bueiro - 16	BSCC-1,5X1,5	1546+11,98	1,205	79°11'3"
		Bueiro - 17	BSTC-1,2	1575+3,55	0,603	93°58'26"
		Bueiro - 18	BSCC-1,5X1,5	1593+10,58	4,004	89°7'59"
Reserv. Mandantes / EBV-3	2709	-	-	-	-	-
EBV-3 / Reserv. Salgueiro	2710	-	-	-	-	-
Reserv. Salgueiro / Reserv. Muquém	2711	Bueiro - 1	BTCC-3,0X3,0	2115+11,39	52,320	109°51'20"
		Bueiro - 2	BDCC-3,0X3,0	2150+18,05	38,340	89°13'33"
		Bueiro - 3	BSCC-2,5X2,5	2311+0,00	15,180	91°3'10"
		Bueiro - 4	BDCC-3,0X3,0	2398+0,00	37,100	90°55'0"
		Bueiro - 5	BDTC-1,2	2411+0,00	2,958	90°13'45"
		Bueiro - 6	BDCC-3,0X3,0	2661+7,01	38,200	98°49'22"
		Bueiro - 7	BSCC-2,0X2,0	2736+2,04	9,173	86°43'51"
		Bueiro - 8	BDCC-3,0X3,0	2766+5,15	49,850	83°9'54"
		Bueiro - 9	BDCC-2,5X2,5	2865+17,97	28,690	67°32'44"
		Bueiro - 10	BsextCC-3,0X3,0	2879+15,47	105,020	51°50'23"
		Bueiro - 11	BDCC-3,0X3,0	2995+17,07	42,370	73°26'10"
		Bueiro - 12	BSCC-2,5X2,5	3111+1,69	9,747	90°20'15"
		Bueiro - 13	BSCC-3,0X3,0	3190+10,32	22,530	116°10'12"
		Bueiro - 14	BSCC-2,5X2,5	3248+14,91	15,750	119°34'45"
		Bueiro - 15	BSCC-1,5X1,5	3312+9,81	1,523	48°36'49"
		Bueiro - 16	BDTC-1,2	3347+14,70	3,716	60°48'11"
		Bueiro - 17	BSTC-1,2	3360+18,95	2,304	99°29'56"
		Bueiro - 18	BSCC-2,0X2,0	3389+7,16	6,523	60°59'39"

Tabela - 2.6 - Obras de Travessia no Trecho do Lote C - Eixo Leste - Lote 10 de Obras - Localização, Características e Vazão de Projeto

Segmento de Canal	WBS	Obra	Tipo da Obra	Estaca da Obra	Vazão de projeto (m³/s)	Ângulo de Esconsidade
Reserv. Muquém / Aqueduto Jacaré	2712	Bueiro - 1	BSCC-1,5X1,5	3587+10,43	3,530	113°37'3"
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	3618+8,05	1,980	135°58'8"
		Bueiro - 3	BSCC-2,0X2,0	3635+0,00	6,470	90°0'13"
		Bueiro - 4	BSCC-2,0X2,0	3688+17,23	7,150	109°2'46"
		Bueiro - 5	BSCC-1,5X1,5	3756+8,73	2,070	143°48'48"
		Bueiro - 6	BSTC-1,2	3774+2,91	1,560	68°7'55"
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	3790+18,88	1,610	91°58'34"
		Bueiro - 8	BSCC-2,0X2,0	3807+12,33	4,820	117°14'27"
		Bueiro - 9	BTCC-3,0X3,0	3813+12,00	68,780	49°9'20"
		Bueiro - 10	BSCC-2,0X2,0	3855+14,00	6,990	122°47'7"
		Bueiro - 11	BSCC-1,5X1,5	3908+11,61	1,980	131°9'4"
Aqueduto Jacaré / Reserv. Cacimba Nova	2713	Bueiro - 1	BSTC-1,2	4084+7,12	0,620	44°56'46"
		Bueiro - 2	BDTC-1,2	4136+6,68	6,100	106°7'17"
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	4150+16,14	0,460	72°25'58"
		Bueiro - 4	BSTC-1,2	4184+4,43	2,240	74°27'36"
		Bueiro - 5	BSTC-1,2	4210+17,28	2,990	116°34'58"
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	4287+11,03	1,810	98°58'8"
		Bueiro - 8	BSTC-1,2	4301+12,41	2,140	79°14'14"
		Bueiro - 9	BDCC-1,5X1,5	4395+9,62	9,530	102°13'23"
		Bueiro - 10	BOCC-2,0X2,0	4448+18,36	125,260	91°26'18"
		Bueiro - 12	BTCC-2,0X2,0	4545+4,69	21,840	80°57'50"
Reserv. Cacimba Nova / EBV-4	2714	-	-	-	-	-
EBV4 / Reserv. Bagres	2715	Bueiro - 1	BSCC-1,5X1,5	4879+0,00	0,430	89°18'53"
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	4911+4,54	0,460	85°14'38"
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	4925+16,06	1,220	79°51'36"
		Bueiro - 6	BSCC-1,5X1,5	4987+1,54	4,270	68°3'48"
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	5019+12,95	2,950	92°40'51"
		Bueiro - 8	BSCC-1,5X1,5	5063+5,39	2,420	105°25'12"
		Bueiro - 10	BSCC-1,5X1,5	5090+16,93	6,860	127°12'42"
Reserv. Bagres / Aqueduto Caetitu	2716	Bueiro - 1	BSCC-2,0X2,0	5272+8,82	8,310	68°47'25"
		Bueiro - 2	BSCC-2,0X2,0	5281+10,77	10,430	95°16'0"
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	5317+18,32	4,390	36°30'25"
		Bueiro - 4	BSCC-2,0X2,0	5331+2,75	6,390	115°55'2"
		Bueiro - 5	BSCC-1,5X1,5	5368+10,94	5,270	116°25'21"
		Bueiro - 6	BSCC-2,0X2,0	5390+14,14	10,740	96°25'37"
		Bueiro - 7	BSCC-1,5X1,5	5447+16,29	2,900	101°16'41"
		Bueiro - 8	BSCC-1,5X1,5	5485+17,46	5,020	100°49'48"
		Bueiro - 9	BSCC-1,5X1,5	5511+1,18	3,030	79°44'3"
		Bueiro - 10	BDCC-2,5X2,5	5545+11,28	29,700	84°50'23"
		Bueiro - 11	BSCC-2,0X2,0	5584+4,63	9,760	92°4'52"
		Bueiro - 12	BSCC-1,5X1,5	5676+9,81	5,350	127°32'22"
		Bueiro - 13	BSCC-1,5X1,5	5693+13,53	2,660	104°39'19"
Aqueduto Caetitu / Reserv. Copiti	2717	Bueiro - 1	BSTC-1,2	5774+7,05	2,120	39°44'50"
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	5798+11,02	7,240	87°35'43"

2.1.11.2 Subsistema de Drenagem dos Taludes de Corte e Aterro

Nas bermas dos trechos em corte dos canais, assim como nas bermas intermediárias dos grandes cortes e grandes aterros, estão previstas canaletas de interceptação dos escoamentos superficiais dos taludes que direcionarão as águas captadas para a rede natural de drenagem.

As canaletas de drenagem para os taludes foram projetadas em concreto simples de seção retangular. Admitiu-se como parâmetros a menor largura de base de 0,30m e as alturas com bordo livre de 0,05m.

Os subsistemas de drenagem para as bermas de manutenção do canal são em concreto com seções em meia-cana e em seção retangular. As seções meia-cana terão diâmetro variando de 0,20m a 0,50m e as seções retangulares terão base variando de 0,30m a 0,50m.

As canaletas de drenagem seguem a mesma declividade no sentido das bermas (0,0001m/m) que é a mesma dos fundos dos canais. Nos casos dos segmentos de canais 2206, 2209 e 2214, conforme descrito no item 4.5, a declividade das canaletas de drenagem permanece a mesma porem no sentido inverso da declividade do fundo do canal, de forma a possibilitar a drenagem desses trechos para os reservatórios à montante.

Nas **Tabelas 2.7 e 2.8** estão apresentadas as características dos drenos de talude do canal e das bermas de manutenção.

O detalhamento do Sistema de Drenagem está apresentado no documento **1230-REL-2701-00-00-001 - Relatório Final do Projeto Executivo do Sistema de Drenagem.**

Tabela 2.7 - Drenos de Talude do Canal

Canal	Dreno	Estaca (Eixo do Canal)			Comprimento (m)	Comprimento Acumulado (m)	Cota		Declividade (m/m)	Base (m)	Altura (m)	Nota
							Berma (m)	Gl Dreno (m)				
2205	DT-2205-001-E	450	+	10	0,00	0,00	362,344	362,044	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		451	+	0	10,00	10,00	362,338	362,043	0,0001	0,3	0,3	
		452	+	0	20,00	30,00	362,336	362,041	0,0001	0,3	0,3	
		453	+	0	20,00	50,00	362,334	362,039	0,0001	0,3	0,3	
		454	+	0	20,00	70,00	362,332	362,037	0,0001	0,3	0,3	
		455	+	0	20,00	90,00	362,33	362,035	0,0001	0,3	0,3	
		456	+	0	20,00	110,00	362,328	362,033	0,0001	0,3	0,3	
		457	+	0	20,00	130,00	362,326	362,031	0,0001	0,3	0,3	
		458	+	0	20,00	150,00	362,324	362,029	0,0001	0,3	0,3	
		459	+	0	20,00	170,00	362,322	362,027	0,0001	0,3	0,3	
		460	+	0	20,00	190,00	362,32	362,025	0,0001	0,3	0,3	
		461	+	0	20,00	210,00	362,318	362,023	0,0001	0,3	0,3	
		462	+	0	20,00	230,00	362,316	362,021	0,0001	0,3	0,3	
	DT-2205-001-D	452	+	0	0,00	0,00	362,336	362,036	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		453	+	0	20,00	20,00	362,334	362,034	0,0001	0,3	0,3	
		454	+	0	20,00	40,00	362,332	362,032	0,0001	0,3	0,3	
		455	+	0	20,00	60,00	362,33	362,03	0,0001	0,3	0,3	
		456	+	0	20,00	80,00	362,328	362,028	0,0001	0,3	0,3	
		457	+	0	20,00	100,00	362,326	362,026	0,0001	0,3	0,3	
		458	+	0	20,00	120,00	362,324	362,024	0,0001	0,3	0,3	
		459	+	0	20,00	140,00	362,322	362,022	0,0001	0,3	0,3	
		460	+	0	20,00	160,00	362,32	362,02	0,0001	0,3	0,3	
		461	+	0	20,00	180,00	362,318	362,018	0,0001	0,3	0,3	
		461	+	10	10,00	190,00	362,317	362,017	0,0001	0,3	0,3	
2208	DT-2208-001-E	1196	+	0	0,00	0,00	401,043	400,695	-0,0001	0,3	0,35	Anti Fluxo
		1197	+	0	20,00	20,00	401,041	400,697	-0,0001	0,3	0,35	
		1198	+	0	20,00	40,00	401,039	400,699	-0,0001	0,3	0,35	
		1199	+	0	20,00	60,00	401,037	400,701	-0,0001	0,3	0,35	
		1200	+	0	20,00	80,00	401,035	400,703	-0,0001	0,3	0,35	
		1201	+	0	20,00	100,00	401,033	400,705	-0,0001	0,3	0,35	
		1202	+	0	20,00	120,00	401,031	400,707	-0,0001	0,3	0,35	
		1203	+	0	20,00	140,00	401,029	400,709	-0,0001	0,3	0,35	
		1204	+	0	20,00	160,00	401,027	400,711	-0,0001	0,3	0,35	
		1205	+	0	20,00	180,00	401,025	400,713	-0,0001	0,3	0,3	
		1206	+	0	20,00	200,00	401,023	400,715	-0,0001	0,3	0,3	
		1207	+	0	20,00	220,00	401,021	400,717	-0,0001	0,3	0,3	
		1208	+	0	20,00	240,00	401,019	400,719	-0,0001	0,3	0,3	
	DT-2208-001-E	1209	+	0	20,00	260,00	401,017	400,717	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1210	+	0	20,00	280,00	401,015	400,715	0,0001	0,3	0,3	
		1211	+	0	20,00	300,00	401,013	400,713	0,0001	0,3	0,3	
		1212	+	0	20,00	320,00	401,011	400,711	0,0001	0,3	0,3	
		1213	+	0	20,00	340,00	401,009	400,709	0,0001	0,3	0,3	
		1214	+	0	20,00	360,00	401,007	400,707	0,0001	0,3	0,3	
		1215	+	0	20,00	380,00	401,005	400,705	0,0001	0,3	0,3	
		1216	+	0	20,00	400,00	401,003	400,703	0,0001	0,3	0,3	

Tabela 2.7 - Drenos de Talude do Canal (Continuação)

Canal	Dreno	Estaca (Eixo do Canal)			Comprimento (m)	Comprimento Acumulado (m)	Cota		Declividade (m/m)	Base (m)	Altura (m)	Nota
							Berma (m)	Gl Dreno (m)				
2208	DT-2208-002-D	1197	+	0	0,00	0,00	401,041	400,697	-0,0001	0,3	0,35	Anti fluxo
		1198	+	0	20,00	20,00	401,039	400,699	-0,0001	0,3	0,35	
		1199	+	0	20,00	40,00	401,037	400,701	-0,0001	0,3	0,35	
		1200	+	0	20,00	60,00	401,035	400,703	-0,0001	0,3	0,35	
		1201	+	0	20,00	80,00	401,033	400,705	-0,0001	0,3	0,35	
		1202	+	0	20,00	100,00	401,031	400,707	-0,0001	0,3	0,35	
		1203	+	0	20,00	120,00	401,029	400,709	-0,0001	0,3	0,35	
		1204	+	0	20,00	140,00	401,027	400,711	-0,0001	0,3	0,35	
		1205	+	0	20,00	160,00	401,025	400,713	-0,0001	0,3	0,35	
		1206	+	0	20,00	180,00	401,023	400,715	-0,0001	0,3	0,35	
		1207	+	0	20,00	200,00	401,021	400,717	-0,0001	0,3	0,3	
		1208	+	0	20,00	220,00	401,019	400,719	-0,0001	0,3	0,3	
	DT-2208-002-D	1209	+	0	20,00	240,00	401,017	400,717	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1210	+	0	20,00	260,00	401,015	400,715	0,0001	0,3	0,3	
		1211	+	0	20,00	280,00	401,013	400,713	0,0001	0,3	0,3	
		1212	+	0	20,00	300,00	401,011	400,711	0,0001	0,3	0,3	
		1213	+	0	20,00	320,00	401,009	400,709	0,0001	0,3	0,3	
		1214	+	0	20,00	340,00	401,007	400,707	0,0001	0,3	0,3	
		1214	+	10	10,00	350,00	401,006	400,706	0,0001	0,3	0,3	
	DT-2208-003-E	1231	+	10	0,00	0,00	400,973	400,673	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1232	+	0	10,00	10,00	400,972	400,672	0,0001	0,3	0,3	
		1233	+	0	20,00	30,00	400,97	400,67	0,0001	0,3	0,3	
		1234	+	0	20,00	50,00	400,968	400,668	0,0001	0,3	0,3	
		1235	+	0	20,00	70,00	400,966	400,666	0,0001	0,3	0,3	
		1236	+	0	20,00	90,00	400,964	400,664	0,0001	0,3	0,3	
		1237	+	0	20,00	110,00	400,962	400,662	0,0001	0,3	0,3	
		1238	+	0	20,00	130,00	400,96	400,66	0,0001	0,3	0,3	
		1239	+	0	20,00	150,00	400,958	400,658	0,0001	0,3	0,3	
		1239	+	12	12,00	162,00	400,9568	400,6568	0,0001	0,3	0,3	
	DT-2208-004-D	1232	+	0	0,00	0,00	400,971	400,671	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1233	+	0	20,00	20,00	400,969	400,669	0,0001	0,3	0,3	
		1234	+	0	20,00	40,00	400,967	400,667	0,0001	0,3	0,3	
		1235	+	0	20,00	60,00	400,965	400,665	0,0001	0,3	0,3	
		1236	+	0	20,00	80,00	400,963	400,663	0,0001	0,3	0,3	
		1237	+	0	20,00	100,00	400,961	400,661	0,0001	0,3	0,3	
		1238	+	0	20,00	120,00	400,959	400,659	0,0001	0,3	0,3	
		1238	+	10	10,00	130,00	400,958	400,658	0,0001	0,3	0,3	
	DT-2208-005-E	1510	+	0	0,00	0,00	400,415	400,115	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1511	+	0	20,00	20,00	400,413	400,113	0,0001	0,3	0,3	
		1512	+	0	20,00	40,00	400,411	400,111	0,0001	0,3	0,3	
		1513	+	0	20,00	60,00	400,409	400,109	0,0001	0,3	0,3	
		1514	+	0	20,00	80,00	400,407	400,107	0,0001	0,3	0,3	
		1515	+	0	20,00	100,00	400,405	400,105	0,0001	0,3	0,3	
		1516	+	0	20,00	120,00	400,403	400,103	0,0001	0,3	0,3	
		1517	+	0	20,00	140,00	400,401	400,101	0,0001	0,3	0,3	
		1518	+	0	20,00	160,00	400,399	400,099	0,0001	0,3	0,3	
		1518	+	10	10,00	170,00	400,398	400,098	0,0001	0,3	0,3	

Tabela 2.7 - Drenos de Talude do Canal (Continuação)

Canal	Dreno	Estaca (Eixo do Canal)			Comprimento (m)	Comprimento Acumulado (m)	Cota		Declividade (m/m)	Base (m)	Altura (m)	Nota
							Berma (m)	Gl Dreno (m)				
2208	DT-2208-006-E	1532	+	0	0,00	0,00	400,371	400,071	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1533	+	0	20,00	20,00	400,369	400,069	0,0001	0,3	0,3	
		1534	+	0	20,00	40,00	400,367	400,067	0,0001	0,3	0,3	
		1535	+	0	20,00	60,00	400,365	400,065	0,0001	0,3	0,3	
		1536	+	0	20,00	80,00	400,363	400,063	0,0001	0,3	0,3	
		1537	+	0	20,00	100,00	400,361	400,061	0,0001	0,3	0,3	
		1538	+	0	20,00	120,00	400,359	400,059	0,0001	0,3	0,3	
		1539	+	0	20,00	140,00	400,357	400,057	0,0001	0,3	0,3	
		1539	+	10	10,00	150,00	400,356	400,056	0,0001	0,3	0,3	
	DT-2208-007-E	1616	+	0	0,00	0,00	400,203	399,903	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1617	+	0	20,00	20,00	400,201	399,901	0,0001	0,3	0,3	
		1618	+	0	20,00	40,00	400,199	399,899	0,0001	0,3	0,3	
2209	DT-2209-001-E	1776	+	0	0,00	0,00	410,615	410,315	-0,0001	0,3	0,3	Anti fluxo recebe efluente dreno da EBV3
		1777	+	0	20,00	20,00	410,617	410,317	-0,0001	0,3	0,3	
		1778	+	0	20,00	40,00	410,619	410,319	-0,0001	0,3	0,3	
		1779	+	0	20,00	60,00	410,621	410,321	-0,0001	0,3	0,3	
		1780	+	0	20,00	80,00	410,623	410,323	-0,0001	0,3	0,3	
		1781	+	0	20,00	100,00	410,625	410,325	-0,0001	0,3	0,3	
		1782	+	0	20,00	120,00	410,627	410,327	-0,0001	0,3	0,3	
		1783	+	0	20,00	140,00	410,629	410,329	-0,0001	0,3	0,3	
		1784	+	0	20,00	160,00	410,631	410,331	-0,0001	0,3	0,3	
		1785	+	0	20,00	180,00	410,633	410,333	-0,0001	0,3	0,3	
	DT-2209-001-D	1775	+	0	0,00	0,00	410,613	410,179	-0,0001	0,3	0,3	Anti fluxo
		1776	+	0	20,00	20,00	410,615	410,181	-0,0001	0,3	0,3	
		1777	+	0	20,00	40,00	410,617	410,183	-0,0001	0,3	0,3	
		1778	+	0	20,00	60,00	410,619	410,185	-0,0001	0,3	0,3	
		1779	+	0	20,00	80,00	410,621	410,187	-0,0001	0,3	0,3	
		1780	+	0	20,00	100,00	410,623	410,189	-0,0001	0,3	0,3	
		1781	+	0	20,00	120,00	410,625	410,191	-0,0001	0,3	0,3	
		1782	+	0	20,00	140,00	410,627	410,193	-0,0001	0,3	0,3	
		1783	+	0	20,00	160,00	410,629	410,195	-0,0001	0,3	0,3	
		1784	+	0	20,00	180,00	410,631	410,197	-0,0001	0,3	0,3	
		1785	+	0	20,00	200,00	410,633	410,199	-0,0001	0,3	0,3	
2213	DT-2213-001-E	4247	+	0	0,00	0,00	455,29	454,99	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		4248	+	0	20,00	20,00	455,288	454,988	0,0001	0,3	0,3	
		4249	+	0	20,00	40,00	455,286	454,986	0,0001	0,3	0,3	
		4250	+	0	20,00	60,00	455,284	454,984	0,0001	0,3	0,3	
		4251	+	0	20,00	80,00	455,282	454,982	0,0001	0,3	0,3	
		4252	+	0	20,00	100,00	455,28	454,98	0,0001	0,3	0,3	
		4253	+	0	20,00	120,00	455,278	454,978	0,0001	0,3	0,3	
		4254	+	0	20,00	140,00	455,276	454,976	0,0001	0,3	0,3	
		4255	+	0	20,00	160,00	455,274	454,974	0,0001	0,3	0,3	
		4256	+	0	20,00	180,00	455,272	454,972	0,0001	0,3	0,3	
		4257	+	0	20,00	200,00	455,27	454,97	0,0001	0,3	0,3	
		4258	+	0	20,00	220,00	455,268	454,968	0,0001	0,3	0,3	
		4258	+	10	10,00	230,00	455,267	454,967	0,0001	0,3	0,3	

Onde:

- **E** e **D** ⇒ Letras que após a identificação do dreno indicam o talude esquerdo e direito do canal respectivamente;
- **Cota Gl Dreno** ⇒ Cota da Geratriz Inferior do Dreno.

Tabela 2.8 - Drenos das Bermas de Manutenção do Canal

Canal	Estaca (Eixo do Canal)						Comprimento (m)	Cota Berma (m)		Cota fundo Dreno (m)		Declividade (m/m)	Meia-Cana	Calha Retangular	
	Início			Fim				Início	Fim	Início	Fim		Diâmetro	Base	Altura
2205	361	+	0,00	382	+	0,00	420,00	362,518	362,476	362,118	362,076	0,0001	0,40	0,00	0,00
	390	+	0,00	403	+	0,00	260,00	362,460	362,434	362,060	362,034	0,0001	0,40	0,00	0,00
	437	+	10,00	465	+	0,00	550,00	362,366	362,310	361,666	361,556	0,0002	0,00	0,40	0,70
	472	+	10,00	489	+	0,00	330,00	362,295	362,260	361,895	361,862	0,0001	0,40	0,00	0,00
	502	+	0,00	523	+	10,00	430,00	362,236	362,193	361,736	361,693	0,0001	0,50	0,00	0,00
	546	+	0,00	557	+	0,00	220,00	362,148	362,126	361,748	361,726	0,0001	0,40	0,00	0,00
	632	+	10,00	652	+	10,00	400,00	361,975	361,935	361,575	361,535	0,0001	0,00	0,30	0,40
2206	785	+	0,00	857	+	10,37	1.450,37	361,670	361,523	360,870	360,580	0,0002	0,00	0,50	0,80
2207	919	+	0,00	921	+	10,00	50,00	401,514	401,509	401,314	401,309	0,0001	0,20	0,00	0,00
	962	+	0,00	964	+	10,00	50,00	401,428	401,423	401,228	401,223	0,0001	0,20	0,00	0,00
	979	+	10,00	987	+	10,00	160,00	401,395	401,379	400,995	400,979	0,0001	0,40	0,00	0,00
2208	1062	+	5,89	1089	+	0,00	534,11	401,310	401,257	400,610	400,557	0,0001	0,00	0,30	0,70
	1130	+	10,00	1136	+	10,00	120,00	401,174	401,162	400,874	400,862	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1142	+	0,00	1153	+	10,00	230,00	401,151	401,128	400,751	400,728	0,0001	0,40	0,00	0,00
	1154	+	10,00	1161	+	10,00	140,00	401,126	401,112	400,826	400,812	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1172	+	0,00	1177	+	0,00	100,00	401,091	401,081	400,791	400,781	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1177	+	0,00	1235	+	0,00	1.160,00	401,081	400,965	400,281	399,933	0,0003	0,00	0,50	0,80
	1235	+	0,00	1248	+	0,00	260,00	400,965	400,939	400,065	399,987	0,0003	0,00	0,50	0,90
	1258	+	0,00	1274	+	0,00	320,00	400,919	400,887	400,419	400,387	0,0001	0,00	0,30	0,50
	1276	+	10,00	1292	+	0,00	310,00	400,882	400,851	400,482	400,451	0,0001	0,00	0,30	0,40
	1292	+	0,00	1293	+	0,00	20,00	400,851	400,849	400,451	400,449	0,0001	0,00	0,30	0,40
	1313	+	10,00	1317	+	10,00	80,00	400,808	400,800	400,508	400,500	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1323	+	0,00	1332	+	0,00	180,00	400,789	400,771	400,489	400,471	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1340	+	10,00	1347	+	0,00	130,00	400,754	400,740	400,454	400,441	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1417	+	0,00	1421	+	0,00	80,00	400,601	400,593	400,401	400,393	0,0001	0,20	0,00	0,00
	1424	+	0,00	1428	+	0,00	80,00	400,587	400,579	400,287	400,279	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1436	+	0,00	1449	+	10,00	270,00	400,563	400,536	400,063	400,036	0,0001	0,50	0,00	0,00
	1454	+	0,00	1460	+	0,00	120,00	400,527	400,515	400,227	400,215	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1464	+	0,00	1467	+	0,00	60,00	400,507	400,501	400,207	400,201	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1467	+	0,00	1470	+	10,00	70,00	400,501	400,494	400,201	400,194	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1488	+	0,00	1493	+	0,00	100,00	400,459	400,449	400,159	400,149	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1501	+	10,00	1507	+	10,00	120,00	400,432	400,418	400,032	400,020	0,0001	0,40	0,00	0,00
	1508	+	0,00	1522	+	10,00	290,00	400,419	400,392	399,819	399,790	0,0001	0,00	0,30	0,60
	1529	+	10,00	1544	+	0,00	290,00	400,376	400,347	399,776	399,747	0,0001	0,00	0,30	0,60
	1548	+	0,00	1553	+	10,00	110,00	400,339	400,328	400,039	400,028	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1556	+	10,00	1562	+	0,00	110,00	400,322	400,311	400,022	400,011	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1566	+	0,00	1572	+	0,00	120,00	400,303	400,291	400,003	399,991	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1578	+	0,00	1582	+	0,00	80,00	400,279	400,271	400,079	400,071	0,0001	0,20	0,00	0,00
	1586	+	10,00	1625	+	0,00	770,00	400,242	400,185	399,542	399,465	0,0001	0,00	0,40	0,70

Tabela 2.8 - Drenos das Bermas de Manutenção do Canal (Continuação)

Canal	Estaca (Eixo do Canal)						Comprimento (m)	Cota Berma (m)		Cota fundo Dreno (m)		Declividade (m/m)	Meia-Cana	Calha Retangular	
	Início			Fim				Início	Fim	Início	Fim		Diâmetro	Base	Altura
2209	1723	+	18,84	1742	+	0,00	361,16	400,900	400,900	400,600	400,528	0,0002	0,00	0,30	0,30
	1742	+	0,00	1762	+	0,00	400,00	400,900	400,900	400,500	400,420	0,0002	0,00	0,40	0,40
	1762	+	0,00	1784	+	12,49	452,49	400,900	400,900	400,300	400,210	0,0002	0,00	0,50	0,60
2210	1830	+	0,00	1884	+	16,00	1.096,00	459,972	459,863	459,472	459,362	0,0001	0,00	0,30	0,50
2211	1945	+	10,00	1984	+	0,00	770,00	459,830	459,751	459,330	459,253	0,0001	0,00	0,30	0,50
	2049	+	10,00	2065	+	10,00	320,00	459,622	459,590	459,322	459,290	0,0001	0,30	0,00	0,00
	2164	+	0,00	2169	+	0,00	100,00	459,393	459,383	459,193	459,183	0,0001	0,20	0,00	0,00
	2175	+	0,00	2199	+	10,00	490,00	459,371	459,322	458,971	458,922	0,0001	0,40	0,00	0,00
	2265	+	10,00	2282	+	0,00	330,00	459,189	459,157	458,889	458,856	0,0001	0,30	0,00	0,00
	2479	+	10,00	2498	+	0,00	370,00	458,761	458,725	458,361	458,324	0,0001	0,40	0,00	0,00
	2521	+	10,00	2522	+	10,00	20,00	458,676	458,678	458,476	458,474	0,0001	0,20	0,00	0,00
	2539	+	10,00	2563	+	10,00	480,00	458,642	458,594	458,242	458,194	0,0001	0,40	0,00	0,00
	2569	+	10,00	2582	+	0,00	250,00	458,581	458,557	458,381	458,356	0,0001	0,20	0,00	0,00
	2687	+	10,00	2720	+	10,00	660,00	458,346	458,280	458,046	457,980	0,0001	0,30	0,00	0,00
	2797	+	10,00	2812	+	0,00	290,00	458,127	458,097	457,727	457,698	0,0001	0,40	0,00	0,00
	2819	+	0,00	2831	+	10,00	250,00	458,083	458,057	457,783	457,758	0,0001	0,30	0,00	0,00
	2843	+	0,00	2849	+	10,00	130,00	458,035	458,024	457,835	457,822	0,0001	0,20	0,00	0,00
	2850	+	10,00	2857	+	0,00	130,00	458,020	458,007	457,720	457,707	0,0001	0,30	0,00	0,00
	2904	+	10,00	2963	+	0,00	1.170,00	457,912	457,795	457,412	457,295	0,0001	0,00	0,30	0,50
	3017	+	0,00	3080	+	10,00	1.270,00	457,687	457,560	457,187	457,060	0,0001	0,00	0,30	0,50
	3087	+	0,00	3105	+	0,00	360,00	457,547	457,511	457,047	457,011	0,0001	0,50	0,00	0,00
	3122	+	10,00	3171	+	0,00	970,00	457,476	457,379	456,976	456,879	0,0001	0,50	0,00	0,00
	3173	+	10,00	3178	+	0,00	90,00	457,374	457,365	457,174	457,165	0,0001	0,20	0,00	0,00
	3180	+	10,00	3181	+	10,00	20,00	457,360	457,358	457,160	457,158	0,0001	0,20	0,00	0,00
	3199	+	0,00	3223	+	10,00	490,00	457,325	457,274	456,825	456,776	0,0001	0,50	0,00	0,00
	3254	+	0,00	3306	+	10,00	1.050,00	457,213	457,108	456,413	456,308	0,0001	0,00	0,50	0,80
	3321	+	10,00	3336	+	0,00	290,00	457,077	457,049	456,677	456,648	0,0001	0,40	0,00	0,00
	3354	+	0,00	3356	+	0,00	40,00	457,013	457,009	456,813	456,809	0,0001	0,20	0,00	0,00
	3370	+	0,00	3381	+	0,00	220,00	456,981	456,956	456,681	456,659	0,0001	0,30	0,00	0,00
	3404	+	0,00	3416	+	0,00	240,00	456,911	456,889	456,511	456,487	0,0001	0,40	0,00	0,00
	3419	+	0,00	3461	+	10,00	850,00	456,883	456,798	456,283	456,198	0,0001	0,00	0,40	0,60
2212	3531	+	10,00	3580	+	0,00	970,00	456,793	456,697	456,193	456,096	0,0001	0,00	0,50	0,60
	3593	+	10,00	3600	+	0,00	130,00	456,670	456,657	456,370	456,357	0,0001	0,30	0,00	0,00
	3600	+	0,00	3609	+	10,00	190,00	456,657	456,639	456,257	456,238	0,0001	0,40	0,00	0,00
	3659	+	10,00	3673	+	10,00	280,00	456,538	456,510	456,138	456,110	0,0001	0,40	0,00	0,00
	3677	+	0,00	3682	+	10,00	110,00	456,503	456,492	456,303	456,292	0,0001	0,20	0,00	0,00
	3695	+	10,00	3750	+	0,00	1.090,00	456,466	456,357	455,566	455,457	0,0001	0,00	0,50	0,90
	3750	+	0,00	3754	+	0,00	80,00	456,357	456,349	456,157	456,149	0,0001	0,20	0,00	0,00
	3759	+	10,00	3770	+	10,00	220,00	456,339	456,316	456,039	456,017	0,0001	0,30	0,00	0,00
	3817	+	10,00	3825	+	0,00	150,00	456,222	456,207	455,922	455,907	0,0001	0,30	0,00	0,00
	3825	+	0,00	3852	+	10,00	550,00	456,207	456,152	455,607	455,552	0,0001	0,00	0,30	0,60
	3870	+	10,00	3900	+	0,00	590,00	456,116	456,057	455,516	455,457	0,0001	0,00	0,30	0,60
	3900	+	0,00	3904	+	0,00	80,00	456,057	456,049	455,457	455,449	0,0001	0,00	0,30	0,60
	3916	+	0,00	3967	+	0,00	1.020,00	456,025	455,923	455,525	455,423	0,0001	0,00	0,40	0,50

Tabela 2.8 - Drenos das Bermas de Manutenção do Canal (Continuação)

Canal	Estaca (Eixo do Canal)						Comprimento (m)	Cota Berma (m)		Cota fundo Dreno (m)		Declividade (m/m)	Meia-Cana	Calha Retangular	
	Início			Fim				Início	Fim	Início	Fim		Diâmetro	Base	Altura
2213	4088	+	10,00	4115	+	0,00	530,00	455,607	455,554	455,107	455,054	0,0001	0,00	0,30	0,50
	4115	+	0,00	4118	+	0,00	60,00	455,554	455,548	455,054	455,048	0,0001	0,00	0,30	0,50
	4152	+	10,00	4163	+	10,00	220,00	455,479	455,457	455,079	455,057	0,0001	0,40	0,00	0,00
	4164	+	10,00	4174	+	0,00	190,00	455,455	455,436	455,155	455,136	0,0001	0,30	0,00	0,00
	4218	+	0,00	4265	+	0,00	940,00	455,348	455,254	454,548	454,454	0,0001	0,00	0,50	0,80
	4265	+	0,00	4281	+	0,00	320,00	455,254	455,222	454,354	454,322	0,0001	0,00	0,50	0,90
	4309	+	0,00	4340	+	0,00	620,00	455,166	455,104	454,466	454,404	0,0001	0,00	0,50	0,70
	4340	+	0,00	4369	+	0,00	580,00	455,104	455,046	454,404	454,288	0,0002	0,00	0,50	0,70
	4410	+	10,00	4415	+	0,00	90,00	454,963	454,954	454,663	454,654	0,0001	0,30	0,00	0,00
	4415	+	0,00	4424	+	0,00	180,00	454,954	454,936	454,554	454,536	0,0001	0,40	0,00	0,00
	4479	+	10,00	4490	+	0,00	210,00	454,825	454,804	454,425	454,404	0,0001	0,40	0,00	0,00
	4490	+	0,00	4535	+	0,00	900,00	454,804	454,714	454,104	454,014	0,0001	0,00	0,50	0,70
	4558	+	10,00	4566	+	0,00	150,00	454,667	454,652	454,367	454,352	0,0001	0,30	0,00	0,00
2214	4785	+	0,00	4806	+	0,00	420,00	454,648	454,606	454,048	454,006	0,0001	0,00	0,40	0,60
	4806	+	0,00	4828	+	0,00	440,00	454,606	454,560	454,006	453,918	0,0002	0,00	0,50	0,60
2215	4860	+	9,68	4872	+	0,00	230,32	510,482	510,457	509,982	509,959	0,0001	0,00	0,30	0,50
	4884	+	10,00	4908	+	10,00	480,00	510,434	510,384	509,834	509,786	0,0001	0,00	0,40	0,60
	4912	+	10,00	4918	+	10,00	120,00	510,376	510,364	509,976	509,964	0,0001	0,40	0,00	0,00
	5027	+	10,00	5039	+	10,00	240,00	510,146	510,122	509,746	509,722	0,0001	0,40	0,00	0,00
	5096	+	10,00	5121	+	10,00	500,00	510,008	509,958	509,508	509,458	0,0001	0,50	0,00	0,00
2216	5220	+	10,00	5266	+	0,00	910,00	509,907	509,816	509,307	509,216	0,0001	0,00	0,30	0,60
	5266	+	0,00	5268	+	0,00	40,00	509,816	509,812	509,216	509,212	0,0001	0,00	0,30	0,60
	5288	+	10,00	5291	+	10,00	60,00	509,771	509,765	509,571	509,565	0,0001	0,20	0,00	0,00
	5297	+	10,00	5311	+	10,00	280,00	509,753	509,725	509,353	509,325	0,0001	0,40	0,00	0,00
	5417	+	0,00	5440	+	0,00	460,00	509,514	509,468	509,014	508,968	0,0001	0,50	0,00	0,00
	5453	+	0,00	5472	+	0,00	380,00	509,442	509,404	509,042	509,004	0,0001	0,40	0,00	0,00
	5496	+	10,00	5501	+	0,00	90,00	509,355	509,346	509,155	509,146	0,0001	0,20	0,00	0,00
	5622	+	0,00	5626	+	0,00	80,00	509,104	509,096	508,904	508,896	0,0001	0,20	0,00	0,00
	5626	+	0,00	5666	+	0,00	800,00	509,096	509,016	508,596	508,516	0,0001	0,00	0,40	0,50
	5698	+	10,00	5710	+	10,00	240,00	508,951	508,927	508,551	508,527	0,0001	0,40	0,00	0,00
	5719	+	10,00	5724	+	0,00	90,00	508,909	508,900	508,709	508,700	0,0001	0,20	0,00	0,00
2217	5779	+	0,00	5788	+	10,00	190,00	508,715	508,696	508,415	508,396	0,0001	0,30	0,00	0,00
	5815	+	0,00	5861	+	10,00	930,00	508,643	508,550	508,043	507,950	0,0001	0,00	0,50	0,60

2.2 ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO

As quatro estações de bombeamento que integram o Lote C foram detalhadas no Projeto Executivo, apresentado no documento **1230-REL-2601-00-00-002 - Relatório Final dos Projetos Executivos das Estações De Bombeamento EBV-1, EBV -2, EBV -3 e EBV-4**, conforme Projeto Básico, seguindo um mesmo padrão de arranjo geral, constituído do seguinte conjunto de obras:

- Um forebay de montante situado no final de um segmento de canal, no qual é feita a tranquilização e captação de água;
- Um forebay de jusante que recebe as águas aduzidas, no final do qual se inicia um segmento de canal;
- Edifício da casa de bombas provido de quatro conjuntos elevatórios com capacidade unitária de 7,0m³/seg.
- Sistema de adução composto de duas tubulações de recalque de aço carbono ASTM A 36, com espessura de 25,4mm e diâmetro interno de 2.235mm, cada uma, com instalação enterrada no aterro do forebay de jusante;
- Uma estrutura de deságüe situada no final do recalque e na entrada do forebay de jusante;
- Uma subestação rebaixadora de alimentação elétrica da estação de bombeamento (força e iluminação). O projeto Executivo das Subestações das EBVs faz parte do escopo da empresa fornecedora e montadora dos equipamentos.

As alturas geométricas das estações de bombeamento, apresentadas na **Tabela 2.9** são, nos casos das EBV-2, EBV-3 e EBV-4, determinadas pelos níveis d'água nos forebays de montante e jusante. No caso da EBV-1 a altura geométrica é determinada pela cota do nível de montante do reservatório de Itaparica, que opera entra as cotas 299,00m e 304,00m, e a de jusante pela cota do nível do forebay.

Tabela 2.9 – Características das Estações de Bombeamento

ESTAÇÃO	NÍVEL DÁGUA NORMAL (m)		ALTURA GEOMÉTRICA (m)	VAZÃO TOTAL (m³/s)	POTÊNCIA OPERACIONAL TOTAL (kW)
	MONTANTE	JUSANTE			
EBV-1	304,00	362,23	58,23	28,00	21.200
EBV-2	361,12	401,08	39,96	28,00	14.800
EBV-3	399,57	459,51	59,94	28,00	22.000
EBV-4	454,07	509,99	55,92	28,00	21.200

Nas **Figuras 2.11 a 2.14** são apresentados os desenhos esquemáticos das estações de bombeamento EBV-1, EBV-2, EBV-3 e EBV-4.

Figura 2.11 – Desenho Esquemático da Estação de Bombeamento EBV-1

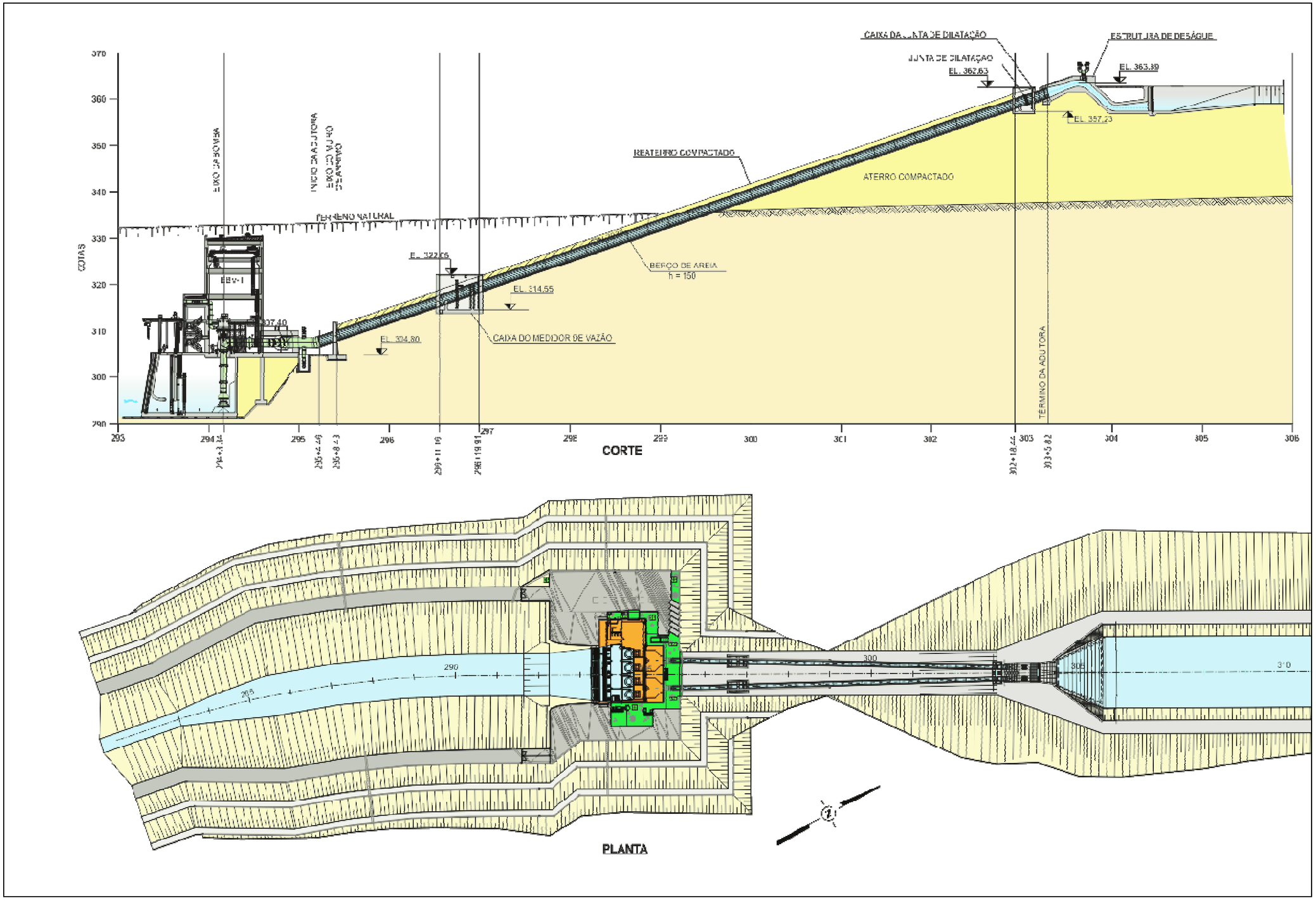


Figura 2.12 – Desenho Esquemático da Estação de Bombeamento EBV-2

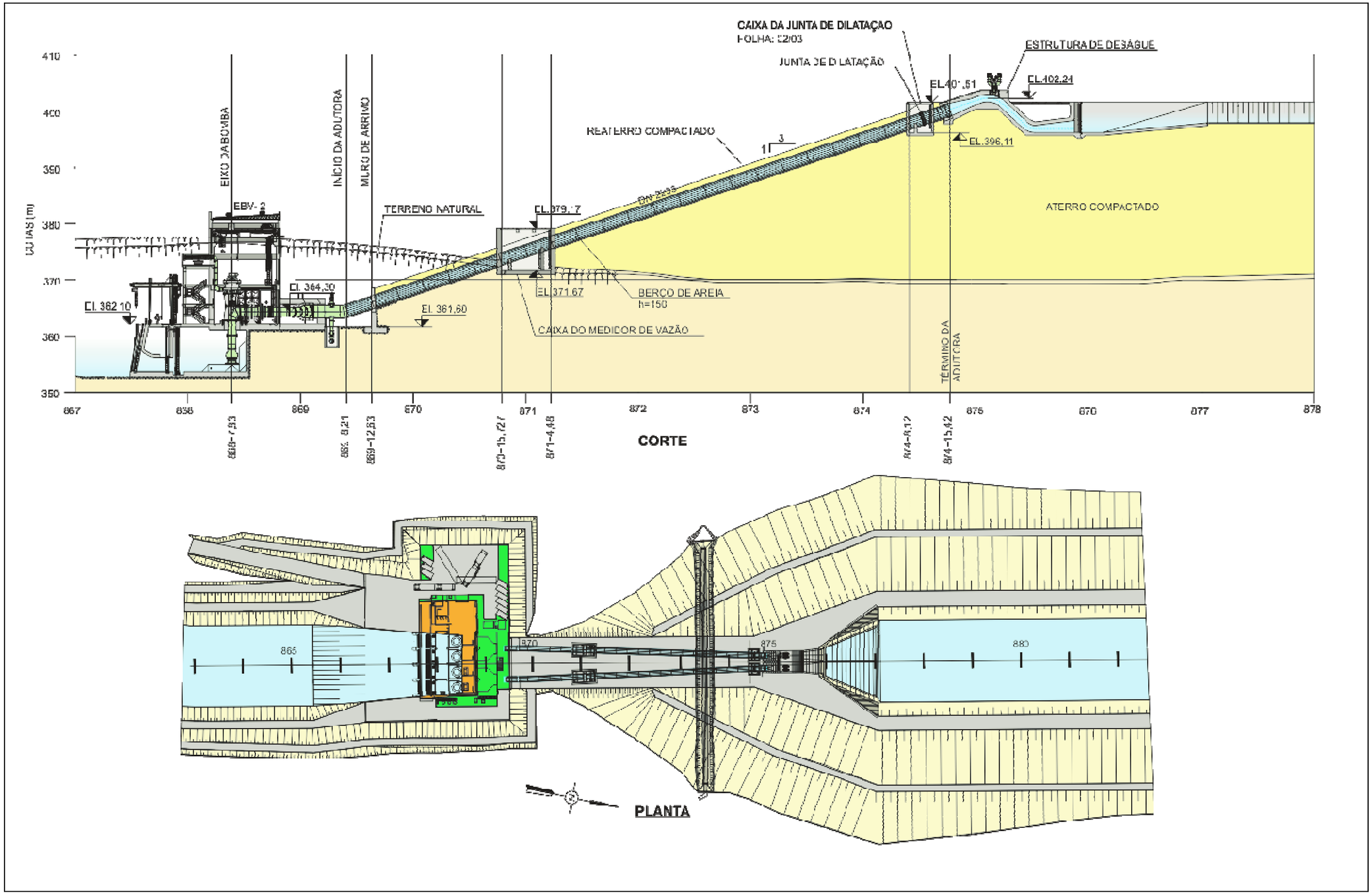


Figura 2.13 – Desenho Esquemático da Estação de Bombeamento EBV-3

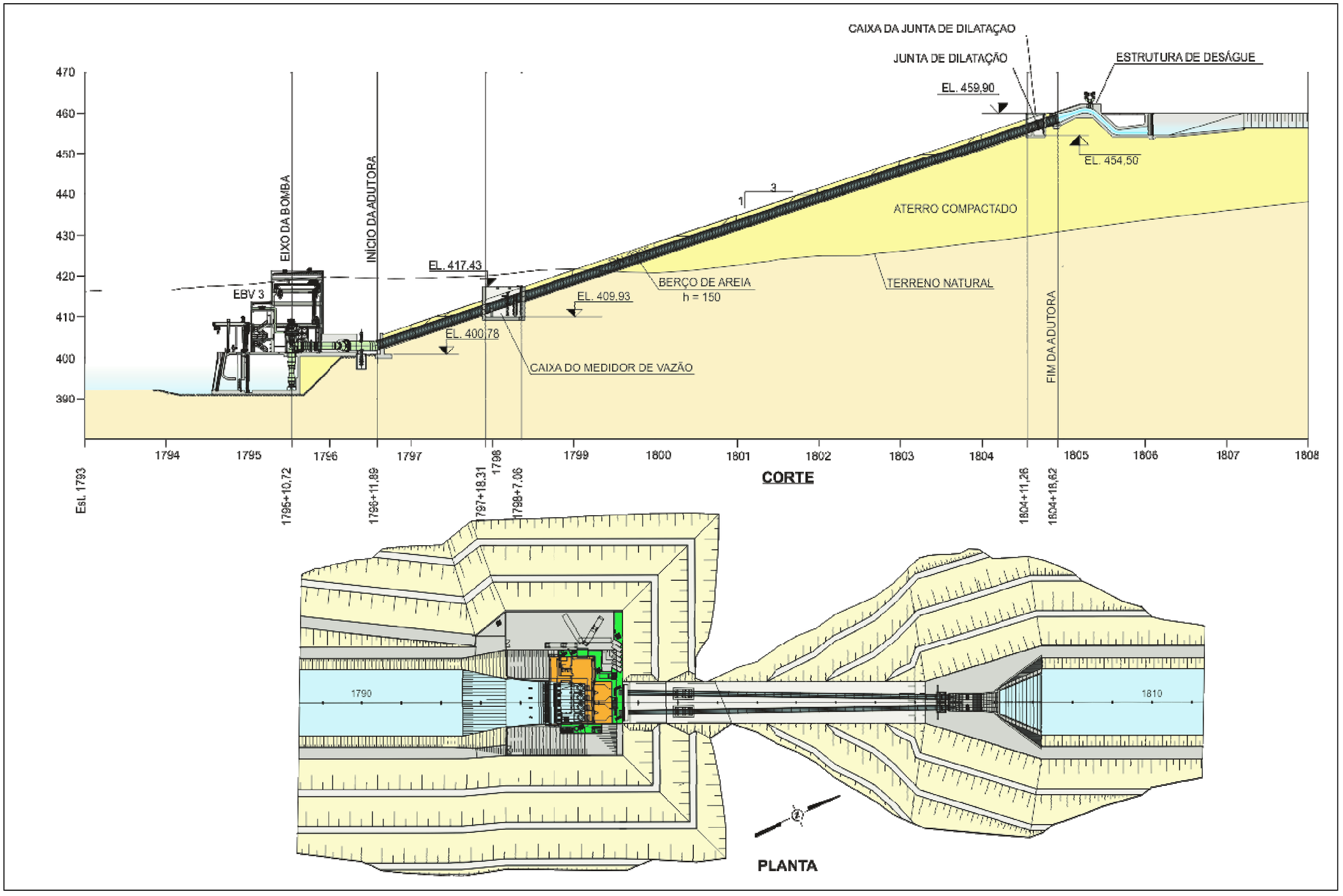
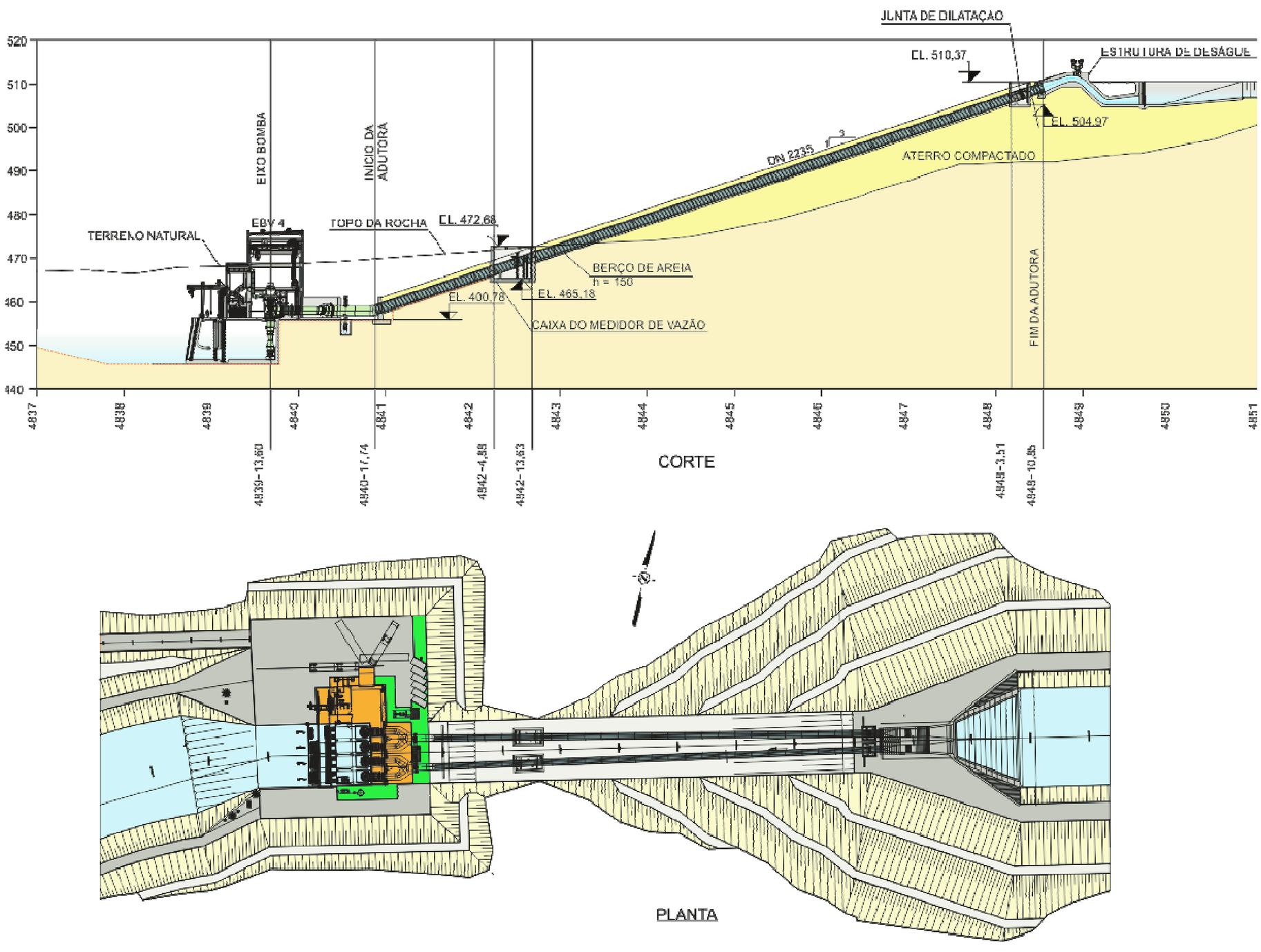


Figura 2.14 – Desenho Esquemático da Estação de Bombeamento EBV-4



2.2.1 Características Geológico-Geotécnica dos Sítios das Estações

A faixa de implantação do Eixo Leste está inserida na província tectônica denominada Região de Dobramentos do Nordeste. O substrato rochoso é formado na sua maior parte por um complexo de rochas metamórficas granito-gnáissico-migmatítico pré-cambriano, que constituem o embasamento cristalino e, subordinadamente, rochas da sequência sedimentar cretácea da Bacia do Jatobá.

Os sítios das Estações de Bombeamento EBV-1 e EBV-3 estão localizados na área de domínio das rochas sedimentares da Bacia Jatobá. Os sítios das Estações EBV-2 e EBV-4 encontram-se inseridos na área de domínio das rochas cristalinas.

Na área de implantação da EBV-1 registra-se a formação conglomerática com blocos centimétricos e decimétricos de gnaisse e de granito envoltos em matriz silto-arenosa. Estima-se que a matriz ocupa de 20 a 25% em volume do conjunto conglomerático e apresenta razoável nível de cimentação que se eleva com a profundidade.

No local da estação de bombeamento EBV-2 as sondagens realizadas na fase de Projeto Executivo confirmaram os resultados obtidos na fase de elaboração do Projeto Básico. Sob camadas de cerca de 2,0 m de solo residual de alteração (1ª categoria) e de 2,0 m, em média, de rocha pouco a medianamente alterada de migmatito (2ª categoria), está a camada de rocha sã (3ª categoria), sobre a qual se assenta o edifício da estação.

No sítio de implantação da EBV-3 detecta-se a existência de camadas de conglomerado com intercalações de camadas de agilito/siltito expansivos e de solos residuais. Os conglomerados apresentam-se com matriz areno-argilosa com cerca de 90% do volume total. Os blocos de gnaisse e granito são centimétricos, ocorrendo de forma dispersa e ocasional, blocos decimétricos.

No sítio da Estação de Bombeamento EBV-4 a fundação se dá em rocha sã de biotita gnaisse em contato com o quartzito (materiais de 3ª categoria) que se eleva até uma profundidade média de 4,0 m a partir do terreno natural. Da superfície até cerca de 2,0m de profundidade existe um capeamento de solo coluvionar argilo/arenoso com fragmento de rochas (1ª categoria).

2.2.2 Arquitetura

2.2.2.1 O Partido Arquitetônico

Adotou-se o mesmo partido arquitetônico para as quatro estações de bombeamento do Lote C com o objetivo de:

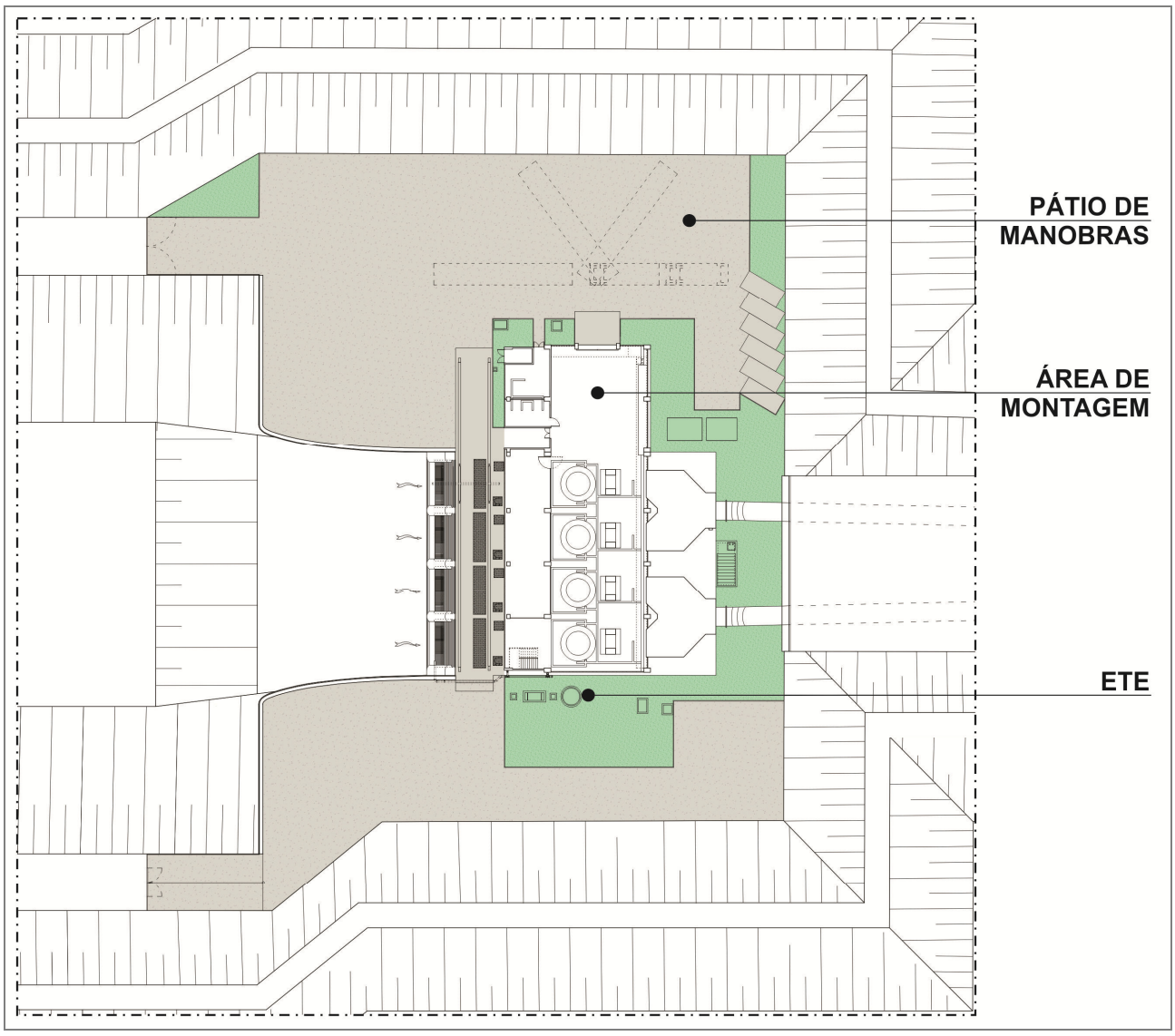
- Proporcionar identidade arquitetônica ao conjunto das unidades elevatórias do projeto;
- Proporcionar um padrão aos detalhes arquitetônicos, materiais e soluções construtivas de modo a facilitar a execução e a fiscalização das obras.

O projeto executivo das estações de bombeamento foi desenvolvido a partir da concepção do projeto básico e evoluiu em alguns aspectos importantes como o avanço e definição da fachada do edifício de apoio como planos tratados com elementos vazados (cobogós). Isto torna essa fachada independente e a deixa sem interferências dos pilares e vigas. O edifício da casa de bombas tem a verticalidade marcada através do recuo de vigas e cobogós.

2.2.2.2 Agenciamento Urbano

O tratamento para as áreas externas se divide basicamente em áreas pavimentadas e jardins:

Figura 2.15 – Áreas Pavimentadas (Tom Cinza) e Jardins (Tom Verde)



2.2.2.2.1 Áreas Pavimentadas

Conferem toda área transitável do pátio externo das estações de bombeamento. O pátio de manobras é mais amplo em função da circulação de veículos do tipo semi-reboque (SR), os quais se deslocarão até a área de montagem do edifício da estação onde os equipamentos mecânicos transportados por eles poderão ser içados através da ponte rolante. O acesso à área onde se localiza a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) será feito sobre a plataforma do pórtico rolante, cujo tráfego se dará apenas por veículos de menor porte.

A pavimentação dessas áreas será feita ora a partir do solo compactado (EBV1 e EBV3) ora a partir do solo rochoso (EBV2 e EBV4) com camadas de sub-base, base e asfalto especificamente preparados para suportar as cargas relativas ao uso, conforme

apresentado no documento **1230-REL-2052-00-00-001 – Relatório Final do Projeto Executivo do Sistema Viário**.

O agenciamento externo deve concordar com as bermas laterais que acompanham o canal, permitindo o acesso ao pátio da estação de bombeamento.

Nos acessos pelas estradas laterais, os pátios serão limitados por portões de controle acompanhados por alambrados em alguns trechos da área da estação identificados no projeto.

2.2.2.2.2 Jardins

Para se fazer o tratamento dos jardins, adotou-se o uso da vegetação nativa da caatinga, pela melhor adaptação ao ambiente e por se tratar de uma vegetação rica em espécies de valor paisagístico. Apesar de suas condições severas, o bioma Caatinga apresenta uma surpreendente diversidade de ambientes, proporcionados pela variação de tipos de vegetação, em geral caducifólia, xerófila e, por vezes, espinhosa, condicionadas aos tipos de solos e à disponibilidade de água. Os diferentes tipos de caatinga incluem características arbustiva e arbórea, o carrasco e as formações abertas com domínio de cactáceas e bromeliáceas, entre outros.

As espécies vegetais implantadas nos jardins deverão ser de pequeno e médio porte como as assinaladas na **Tabela 2.10.**

Tabela 2.10 – Vegetação Adotada no Projeto

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	PORTE	CARACTERÍSTICA
Mandacarú	Cereus Mill.	Médio	Cactáceo típico do semiárido brasileiro pouco exigente quanto ao solo e é capaz de resistir à períodos longos de escassez de água.
Xique Xique	Pilosocereus Gounellei.	Pequeno	Este cacto possui tronco ereto com ramos laterais e fortes espinhos. Seus frutos são comestíveis e ricos em sais minerais.
Coroa de Frade	Melocactus Zehntneri.	Pequeno	Espécie de cacto também encontrada na região, resistente ao clima e de fácil adaptação à locais de poucas chuvas.
Urucum	Bixa Orellana.	Médio	Arbusto com folhas pontuadas e dentadas, seus frutos são cápsulas ovóides contendo sementes de coloração vermelha, principal motivo da exploração da planta.
Caroá	Neoglaziovia Variegata	Pequeno	É uma planta da família das bromeliáceas. Nativa do nordeste brasileiro, possui poucas folhas lineares que fornecem longas fibras de grande resistência e durabilidade que são bastante utilizados na confecção de artesanato.
Macambira	Bromelia Laciniosa	Pequeno	Bromélia de folhas rígidas e espinhosas encontrada na região do nordeste brasileiro e é indicada para locais de acesso restrito.

Nos jardins serão colocados pedregulhos a fim de representar melhor o ambiente natural das espécies escolhida. Algumas dessas espécies nascem e se desenvolvem juntamente às pedras como observado na **Figura 2.16**.

Figura 2.16 – Espécies Naturais da Região

Imagem.4.1 – Vegetação local- Cactos

Imagem 4.2– Cactos, arbustos e bromélias

Imagem 4.3 – Vegetação local - bromélia

Imagem 4.4 – Vegetação local – bromélia

2.2.2.3 Edifício da Estação

A estrutura da estação de bombeamento, composta por pilares, vigas e lajes será em concreto armado. O edifício pode ser analisado em duas partes: a parte inferior que fica submersa (poço de sucção) abaixo do pátio da estação, que atende apenas às exigências hidromecânicas, e a superior que fica aparente, acima de sua cota do pátio, que recebeu tratamento arquitetônico compatibilizado com os equipamentos hidromecânicos e elétricos da estação como demonstrado na **Figura 2.17**.

2.2.2.3.1 Parte inferior

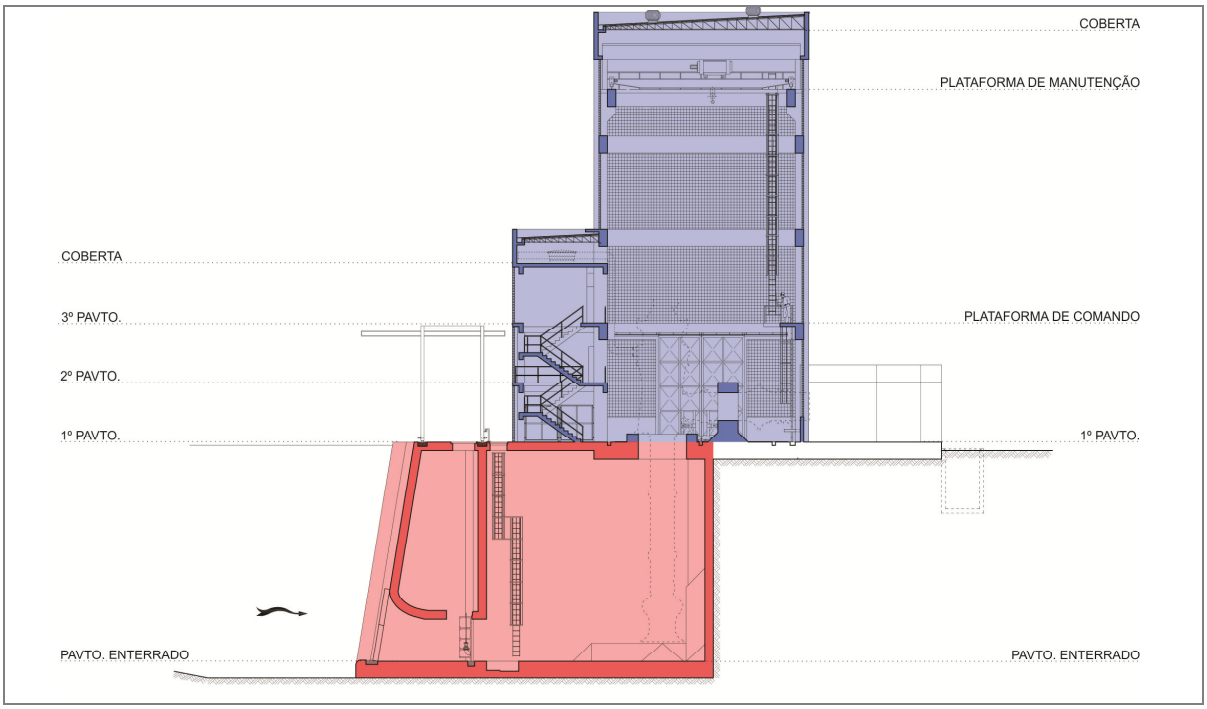
A estrutura dos poços de sucção (formada pela laje de fundo, paredes e pilares) é dimensionada para atender aos critérios de projeto, incluindo carga dos equipamentos mecânicos (bombas, motores, etc.), sobrecargas acidentais e efeitos sísmicos. Essa estrutura apoia-se diretamente sobre a superfície do solo ou das rochas escavadas e é, por sua vez, parte da fundação do edifício que se ergue a partir do nível da plataforma dos equipamentos mecânicos.

2.2.2.3.2 Parte superior

A parte superior estará também apoiada sobre a estrutura inferior a partir da edificação de pilares, vigas e lajes do prédio dos equipamentos eletromecânicos. É dividida em dois edifícios, conforme descrição a seguir:

- Edifício da casa de bombas – em um só pavimento, com pé direito maior, onde ficam localizados a área de manutenção e montagem, os blocos de ancoragens internos, passarelas e os locais onde serão instalados os equipamentos mecânicos;
- Edifício de apoio – concebido com três pavimentos. No primeiro pavimento estão distribuídas as salas para o gerador, para o grupo diesel e para o compressor, além de contar com um almoxarifado cercado por alambrado; o segundo pavimento é composto apenas pela sala de quadros elétricos; e o terceiro pavimento, onde estão localizados os banheiros, a sala de controle e a sala de painéis elétricos. O acesso a esses pavimentos se dá através de escadas protegidas por guarda-corpos.

Figura 2.17 – Divisão da Estrutura: Submersa e Aparente



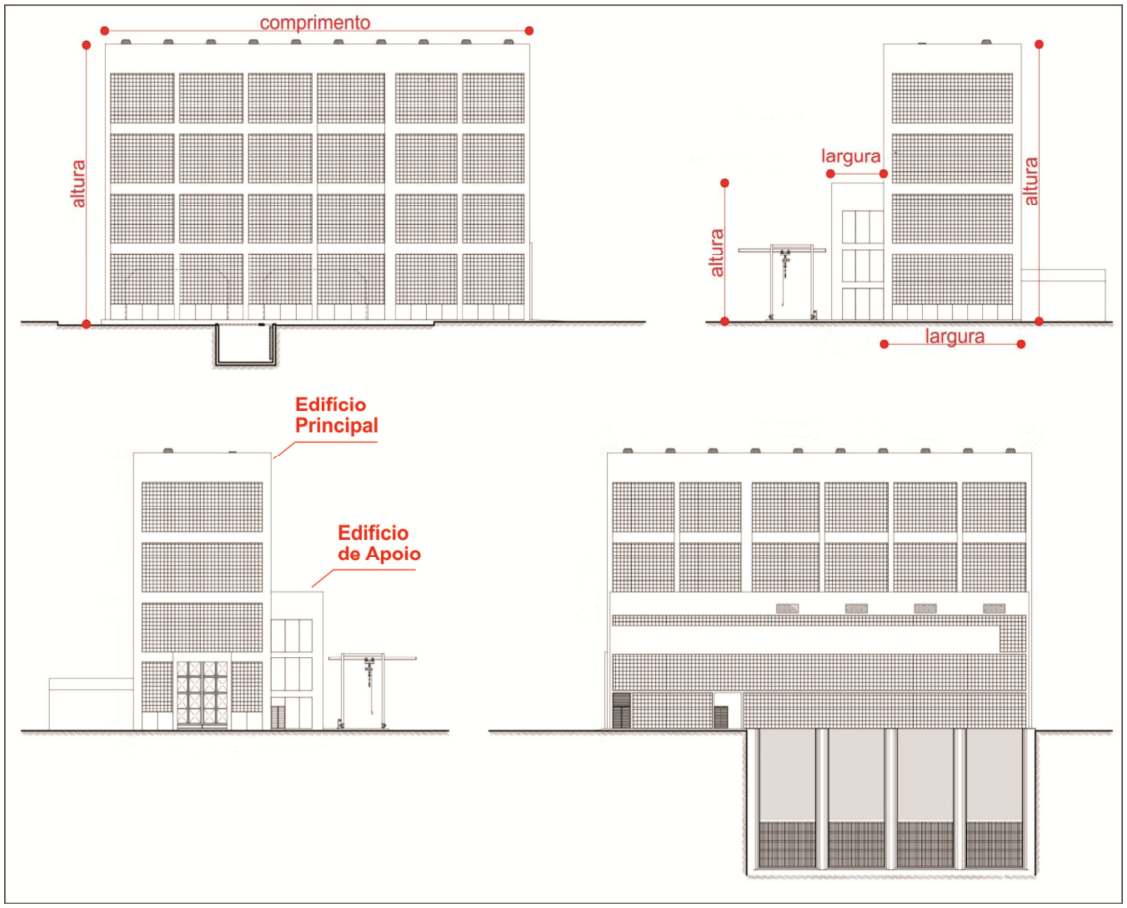
Os pilares e vigas em concreto não receberão revestimento e ficarão, assim, com o concreto à mostra. É importante salientar a intenção de deixar a estrutura aparente a fim de destacar a verdade estrutural. Para isso é necessário se ter um bom acabamento desses elementos para garantir a qualidade arquitetônica do edifício.

As fachadas e as dimensões gerais (larguras, alturas e comprimentos) de cada estação estão indicadas na **Figura 2.18** e na **Tabela 2.11** apresentados a seguir. Note-se que as dimensões das estações são variáveis devido a necessidade de adequação de seus edifícios às dimensões requeridas pelos equipamentos eletromecânicos.

Tabela 2.11 – Dimensões Gerais das Estações de Bombeamento

ESTAÇÃO	LARGURA	ALTURA	COMPRIMENTO
Edifício Principal			
EBV-1	12,70m	25,20m	39,16m
EBV-2	12,70m	20,00m	39,16m
EBV-3	12,70m	20,00m	33,72m
EBV-4	12,70m	20,00m	33,72m
Edifício de Apoio			
EBV-3	4,80m	12,50m	39,91m
EBV-4	4,80m	12,50m	39,91m

Figura 2.18 – Fachadas



2.2.2.3.3 Vedações das Fachadas

As vedações das fachadas não têm função estrutural e são empregados três tipos de materiais como descrito a seguir:

- Alvenaria de blocos de concreto (14x19x39cm) emassada e pintada com tinta acrílica na cor branco neve – 2 demãos;
- Módulos de bloco de elemento vazado em concreto (cobogó) quadricular na cor natural de 32x32x10cm na estação de bombeamento EBV-1;

- Módulos de bloco de elemento vazado em concreto (cobogó) tipo veneziana na cor natural de 30x30x7cm nas estações de bombeamento EBV-2, EBV-3 e EBV-4; e
- Placas monolíticas de concreto utilizadas como parte constituinte das fachadas dos edifícios de apoio das estações de bombeamento.

Os elementos vazados (cobogós) correspondem à maior parte da vedação, pois são a melhor opção por se tratar de um recurso bastante utilizado na arquitetura brasileira (principalmente na Região Nordeste), com a finalidade de dar resposta às questões de iluminação e ventilação, uma vez que permitem a permeabilidade de luz ao ambiente interno, bem como atendem ao conforto térmico a partir da ventilação permanente e renovação do ar na edificação.

2.2.2.3.4 Revestimentos Internos

Os tipos de revestimentos internos encontrados nas estações de bombeamento foram definidos a partir da necessidade de uso de cada ambiente. Os materiais definidos para os pisos, paredes e tetos dos ambientes internos estão dispostos na **Tabela 2.12** segundo nomenclatura utilizada nos desenhos, com a descrição do referido material e do local onde se encontram.

2.2.2.3.5 Sala de Controle

Como observado na **Tabela 2.12** anterior, a sala de controle recebeu uma atenção especial com relação ao tratamento termoacústico, visto que esse ambiente será utilizado por operadores, eventualmente durante muito tempo, fazendo-se necessário estabelecer um ambiente favorável para a realização das suas atividades.

As portas de acesso são em madeira semi-oca cujo interior será preenchido por lã de vidro para diminuir as interferências acústicas provenientes do funcionamento das máquinas na estação de bombeamento.

Esse ambiente possui vedação em cobogó e em esquadrias de alumínio e vidro que permitirão a passagem de iluminação natural ao mesmo tempo que isolarão o ambiente para seu resfriamento através de condicionadores de ar. Além disso, todas as esquadrias contarão com proteção acústica a partir de duas camadas de vidro, o que diminuirá a penetração de ruídos no interior da sala de controle.

As paredes que delimitam esse ambiente também contarão com alvenaria dupla em blocos de concreto preenchida por lã de vidro, visando também a redução de ruídos nessa sala. O teto desse ambiente receberá forro de gesso a fim de minimizar os efeitos termoacústicos locais.

2.2.2.3.6 Banheiros

Os banheiros (feminino e masculino) têm piso e paredes revestidos em cerâmica e o teto com forro de gesso.

2.2.2.3.7 Esquadrias

- **Esquadrias Externas**

  Definem-se por esquadrias externas a porta de entrada do edifício, os portões de acesso ao grupo diesel, à sala do gerador e à área de montagem, este último do tipo de correr.

- **Esquadrias Internas**

  Por esquadrias internas entende-se as portas e janelas dos ambientes de uso no interior da estação de bombeamento. As portas serão em madeira ou em alumínio conforme descrito na **Tabela 2.13**.

Tabela 2.12 – Resumo Geral dos Revestimentos Internos

TIPO	DESCRIÇÃO	LOCAL
PISO	Piso de alta resistência, à base de resina epóxi. Espessura média de 3mm, cor cinza escuro.	Todo pavimento térreo.
PISO	Revestimento Cerâmico .30x.30m, cor branca. Juntas em 3mm.	Banheiros, quadros elétricos.
PISO	Concreto com alinhamento regular da superfície garantindo a eliminação de efeitos destrutivos do fluxo das águas.	Poço de sucção.
PISO	Piso de borracha antiderrapante.	Sala de quadros elétricos, Escada em concreto, Sala de controle, sala de painéis elétricos.
PAREDE	Parede em alvenaria de bloco de concreto, sem revestimento.	Grupo diesel, almoxarifado, compressor, painéis elétricos, escada.
PAREDE	Cobogós pré-moldados em concreto com 9 furos, tamanho 32 x 32 x 10cm.	Grupo diesel, almoxarifado, compressor, escada, área de manutenção, quadros elétricos, painéis elétricos, escada.
PAREDE	Parede em alvenaria rebocada, revestida com Cerâmica 30x30cm, cor branca. Juntas de 3mm.	Banheiros.
PAREDE	Concreto com alinhamento regular da superfície garantindo a eliminação de efeitos destrutivos do fluxo das águas.	Poço de sucção.
PAREDE	Placas pré-moldadas em concreto, acabamento aparente com aplicação de selador impermeabilizante e furos de içamento preenchidos internamente.	Sala do gerador, escada.
PAREDE	Parede em alvenaria de bloco de concreto, revestidas com Cerâmica 30x30cm, cor branca. Juntas de 3mm.	Banheiros.
PAREDE	Parede em alvenaria dupla de bloco de concreto com preenchimento em lã de vidro ou rocha para isolamento acústico, emassada e pintada com tinta acrílica semi-fosca na cor branco neve.	Sala de controle.
TETO	Laje em concreto aparente.	Gerador, grupo diesel, compressor, almoxarifado, escada, quadros elétricos, painéis elétricos.
TETO	Telha trapezoidal em liga de alumínio com tratamento termoacústico e acabamento liso envernizado nas duas faces, inclinação (i) = 5%.	Área de manutenção.
TETO	Concreto com alinhamento regular da superfície garantindo a eliminação de efeitos destrutivos do fluxo das águas.	Poço de sucção.
TETO	Forro de gesso emassado e pintado com tinta látex na cor branco neve.	Sala de controle, banheiros.
OUTROS	Bancada em Granito polido tipo 'Cinza Andorinha'.	Banheiros.
OUTROS	Louças sanitárias Linha Ravena, cor Branca e metais Linha Targa. Vaso de caixa acoplada e cuba de embutir oval. Torneira baixa. DECA ou similar.	Banheiros.
OUTROS	Alambrado em tubo de aço galvanizado e tela ondulada quadriculada, 50x50mm, fios de 3mm, com pintura eletrostática na cor preta.	Almoxarifado.
OUTROS	Divisórias de concreto pintado com esmalte sintético na cor camurça. (mínimo 2 demãos)	Banheiros.
OUTROS	Guarda-corpo de aço galvanizado Ø 50mm.	Escadas, plataformas e sala de quadros elétricos.

Tabela 2.13 – Características Gerais das Esquadrias

NOME	DESCRIÇÃO	DIMENSÃO	ÁREA	TIPO	AÇÃO	LOCAL
P01	Porta Externa	5.00x6.15m	30.75m²	Esquadria de ferro com 2 folhas	Correr	Área de Manutenção
P02	Porta Externa	1.24x2.25m	2.79m²	Esquadria de alumínio com 2 folhas	Giro	Grupo Diesel
P03	Porta Interna	1.00x2.25m	2.25m²	Esquadria de alumínio	Giro	Sala do Comprensor
P04	Porta Externa	1.20x2.25m	2.70m²	Esquadria de alumínio com 2 folhas	Giro	Área de Manutenção
P05	Porta Interna	1.40x2.25m	3.15m²	Esquadria de ferro com tela	Giro	Almoxarifado
P06	Porta Interna	0.90x2.25m	2.02m²	Esquadria de madeira c/ tratamento acústico	Giro	Sala de Controle
P07	Porta Interna	0.70x2.10m	1.47m²	Esquadria de madeira	Giro	Sanitários
P08	Porta Interna	0.60x1.70m	1.02m²	Esquadria de madeira	Giro	Sanitário (Divisórias)
P09	Porta Externa	1.75x3.30m	5.77m²	Esquadria de ferro c/ 2 folhas e 1 bandeira fixa	Giro	Sala do Gerador
J01	Janela	2.00x1.00m	2.00m²	Esquadria de alumínio com 2 folhas	Correr	Sala de Painéis Elétricos
J02	Janela	1.20x1.00m	1.20m²	Esquadria de alumínio com 2 folhas	Correr	Sala de Painéis Elétricos
J03	Janela	2.00x1.00m	2.00m²	Esquadria de alumínio c/ 2 folhas e tratamento acústico	Correr	Sala de Controle
J04	Janela	1.20x0.92m	1.10m²	Esquadria de alumínio c/ 2 folhas e tratamento acústico	Correr	Sala de Controle

2.2.2.3.8 Cobertura

A cobertura das estações não desempenha função estrutural no edifício. Está previsto o apoio de treliças metálicas nas platibandas e nas calhas de concreto armado sobre a ponte rolante e sob a cobertura de telhas metálicas, de modo que o sistema de coberta como um todo não esteja sujeito a nenhum trabalho.

As coberturas dos dois blocos (casa de bombas e edifício de apoio) serão feitas do mesmo material: telhas metálicas trapezoidais, com tratamento termo acústico, apoiadas nas treliças metálicas chumbadas nas platibandas em concreto, como especificado nos detalhes de coberta.

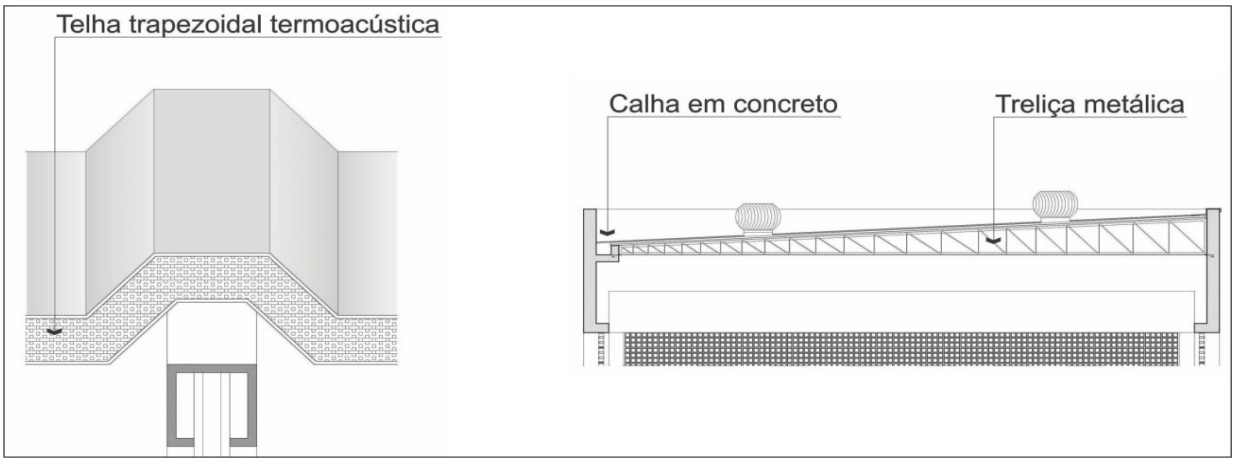
A cobertura de cada bloco é do tipo “uma água”. As águas pluviais captadas são encaminhadas para uma calha em concreto que, por sua vez, direcionará essas águas

para um tubo de queda (protegido contra acúmulo de resíduos) que desce pela fachada posterior[1] da estação.

As platibandas têm altura suficiente para resguardar a cobertura, de forma que as telhas e treliças não interfiram na leitura da fachada.

Entre a cobertura e a última laje do bloco da sala de controle e equipamentos elétricos, está um reservatório de água com capacidade para 1.000 litros, a ser utilizado nos sanitários e no tanque de serviço localizado na área de montagem (pavimento térreo).

Figura 2.19 – Detalhes da Coberta



2.2.3 Serviços de Campo Realizados

2.2.3.1 Serviços Topográficos

Os serviços topográficos realizados para apoio à elaboração dos Projetos Executivos das Estações de Bombeamento compreenderam a locação dos eixos das estações e o levantamento planialtimétrico dos seus sítios. O eixo foi estaqueado a cada 20 metros, a partir do qual procedeu-se à realização de seções topográficas com pontos cotados a cada 10 metros. A partir dos dados levantados, foram elaboradas plantas topográficas na escala de 1:2.000 e 1:500.

Os serviços executados estão referenciados ao banco de marcos de apoio topográfico implantado ao longo de todo o sistema adutor do Eixo Leste do PISF. A implantação desses marcos foi feita pelo Consórcio Gerenciador LOGOS-CONCREMAT no trecho correspondente às Estações EBV-1, EBV-2 e EBV-3 e pelo Consórcio Projetista TECHNE-PROJETEC-BRLi no trecho onde se situa a EBV-4.

No documento **1230-REL-2030-02-01-001- Relatório Final dos Serviços Topográficos** são apresentados todos os dados levantados em campo, bem como os desenhos e a descrição geral dos serviços realizados.

2.2.3.2 Serviços Geotécnicos

Nos sítios das Estações de Bombeamento foram realizadas prospecções geotécnicas compreendidas de sondagens mistas (percussão e rotativa), locadas com base nas sondagens de mesma natureza realizadas na fase de Projeto Básico.

Nas seções dos projetos de escavação dos sítios são mostrados os horizontes da classificação dos materiais em 1ª, 2ª e 3ª categorias. No documento **1230-REL-2020-00-00-001 - Relatório Final dos Serviços Geotécnicos** constam todas as informações de campo e de laboratório colhidas na campanha de estudos geotécnicos dos sítios das quatro estações.

2.2.4 Componentes Hidromecânicos

2.2.4.1 Tomada d'água

As tomadas d'água das estações de bombeamento compreendem as estruturas de concreto e os equipamentos projetados para permitirem a entrada de água do forebay de montante no poço de sucção das bombas.

2.2.4.1.1 Grades

As estações de bombeamento são providas, individualmente, de quatro tomadas d'água, correspondentes às quatro unidades de bombeamento. Cada uma delas é equipada com um jogo de dois painéis de grade, superior e inferior, inclinado, do tipo removível, sendo que o painel inferior é dotado de bandeja para retenção de detritos. As características gerais das grades estão relacionadas na **Tabela 2.14**.

Os painéis das grades são compostos de barras verticais, de perfil retangular, montadas sobre um quadro de aço estrutural com a finalidade de impedir a passagem de corpos estranhos com dimensões iguais ou superiores a 80mm.

Quando colocados ou removidos, nas ranhuras, os painéis são guiados por escorregamento sobre sapatas revestidas com bronze sobre pista de aço inoxidável. A remoção e a colocação dos painéis, movimentados isoladamente, é realizada com o auxílio da viga pescadora através de pórtico rolante da tomada d'água.

As peças fixas da soleira e guias laterais das grades são de construção soldada em aço carbono ASTM A 36. As peças de apoio e de guia lateral são revestidas de barras de aço inoxidável AISI 304.

As peças fixas de apoio e vedação lateral são constituídas de viga formada de chapas soldadas, em aço carbono ASTM A 36, revestida de aço inoxidável AISI 304 nas zonas de apoio das cabeceiras e soleira.

Em cada adução, as peças fixas se estendem desde a soleira até o coroamento da respectiva tomada d'água.

2.2.4.1.2 Comporta Ensecadeira

Na entrada de cada tomada d'água, é instalada ranhura com guias para colocação da comporta ensecadeira, a qual permite a manutenção no interior do poço de sucção.

A comporta ensecadeira é constituída de painel único de construção soldada, com paramento e plano de vedação voltado para o lado contrário da água retida, guiados por sapatas guias instaladas nas cabeceiras e manobrado em meio equilibrado, com o auxílio da viga pescadora através de pórtico rolante da tomada d'água.

Para equilíbrio de pressões nas faces de montante e jusante da comporta ensecadeira, está instalado um sistema de "by-pass" incorporado ao painel, composto de 2 (duas) válvulas de enchimento, operadas simultaneamente pelo próprio peso da viga pescadora.

A estocagem do painel da comporta ensecadeira é feita através de dispositivos de calagem instalados em cada uma das ranhuras.

As peças fixas de apoio, vedação lateral e vedação superior, são constituídas de viga formada de chapas soldadas, em aço carbono ASTM A 36, revestida de aço inoxidável AISI 304 nas zonas de apoio das cabeceiras, soleira e vedações.

Em cada adução, as peças fixas se estendem desde a soleira até o coroamento da respectiva Tomada d'Água.

Existe uma única comporta ensecadeira que poderá ser utilizada em qualquer uma das aduções.

Na **Tabela 2.15** podem estão apresentadas as características das comportas ensecadeiras.

2.2.4.1.3 Viga Pescadora

A viga pescadora é constituída de uma estrutura principal com vigas de construção soldada em aço estrutural ASTM A 36, dotada de ganchos, sistema de tirantes de acionamento dos ganchos e rodas de guia.

A viga pescadora é guiada nas peças fixas de guia lateral da comporta ou da grade por meio de rodas biflangeadas.

Uma única viga pescadora aciona as grades e a comporta ensecadeira para cada estação de bombeamento.

As características da viga pescadora estão apresentadas na **Tabela 2.16**.

2.2.4.1.4 Pórtico Rolante

Cada tomada d'água das Estações de Bombeamento está dotada de pórtico rolante que se deslocará em local descoberto sobre as ranhuras de operação da comporta ensecadeira e das grades, com o objetivo de movimentar esses equipamentos nos serviços de operação e manutenção.

O pórtico rolante é constituído de 4 (quatro) pernas, interligadas duas a duas, fabricado em estrutura de aço, ASTM A 36, formando um conjunto rígido que suporta um carro suspenso equipado com uma talha elétrica.

O comando da talha é feito através de botoeira. A botoeira está instalada junto a uma das pernas do pórtico, sobre uma plataforma de operação, propiciando ampla visão e facilidade de operação.

A alimentação elétrica do pórtico em 380V, 60Hz trifásico é feita através de barramento, instalado ao longo parede de montante do edifício da Estação de Bombeamento.

Na **Tabela 2.17** estão apresentadas as características dos pórticos rolantes.

Tabela 2.14 – Características Gerais das Grades das Tomadas d'Água das Estações de Bombeamento

ITENS	UND.	EBV-1	EBV-2	EBV-3	EBV-4
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (TAG)		2610-GRAD-001	2620-GRAD-001	2630-GRAD-001	2640-GRAD-001
QUANTIDADE DE ADUÇÕES		4	4	4	4
QUANTIDADE DE VÃOS POR ADUÇÃO		1	1	1	1
QUANTIDADE DE PAINÉIS DE GRADES POR VÃO		2	2	2	2
QUANTIDADE DE JOGOS DE PEÇAS FIXAS POR ESTAÇÃO		4	4	4	4
QUANTIDADE DE GRADES NESTA 1ª FASE DO PROJETO		4	4	4	4
QUANTIDADE DE VIGAS PESCADORAS POR ESTAÇÃO		1	1	1	1
LARGURA DE UM PAINEL DA GRADE ENTRE PATINS DE DESLIZAMENTO	m	5,36	5,36	4,00	4,00
ALTURA DE UM PAINEL DA GRADE	m	2,31	2,31	2,31	2,31
ELEVAÇÃO DA SOLEIRA DA GRADE	m	292,40	353,68	392,02	446,56
ELEVAÇÃO DO COROAMENTO	m	305,30	362,10	401,28	456,30
NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO MAXIMORUM DE MONTANTE	m	305,00	361,80	400,48	455,50
NÍVEL D'ÁGUA NORMAL DE MONTANTE	m	304,00	361,12	399,57	454,07
NÍVEL D'ÁGUA MÍNIMO DE MONTANTE	m	298,64	359,68	398,02	452,56
INCLINAÇÃO DO PARAMENTO COM A VERTICAL	(º)	9,50	9,50	9,50	9,50
VAZÃO DE PROJETO POR ADUÇÃO	m³/s	7,00	7,00	7,00	7,00

Tabela 2.15 – Características Gerais das Comportas Ensecadeiras das Estações de Bombeamento

ITENS	UND.	EBV-1	EBV-2	EBV-3	EBV-4
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (TAG)		2610-COES-001	2620-COES-001	2630-COES-001	2640-COES-001
QUANTIDADE DE ADUÇÕES		4	4	4	4
QUANTIDADE DE COMPORTAS		1	1	1	1
QUANTIDADE DE PAINÉIS POR COMPORTA		1	1	1	1
QUANTIDADE DE JOGOS DE PEÇAS FIXAS POR ESTAÇÃO		4	4	4	4
QUANTIDADE DE VIGAS PESCADORAS POR ESTAÇÃO		1	1	1	1
VÃO LIVRE	m	5,16	5,16	3,80	3,80
LARGURA ENTRE CABECEIRAS	m	5,46	5,46	4,10	4,10
ALTURA LIVRE	m	2,50	2,50	2,50	2,50
ALTURA DO PAINEL	m	2,64	2,64	2,64	2,64
ELEVAÇÃO DA SOLEIRA	m	292,40	353,68	392,02	446,56
ELEVAÇÃO DO COROAMENTO	m	305,30	362,10	401,28	456,30

Tabela 2.16 – Características da Viga Pescadora das Estações de Bombeamento

ITENS	UND.	EBV-1	EBV-2	EBV-3	EBV-4
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (TAG)		2610-VGPE-001	2620- VGPE -001	2630- VGPE -001	2640- VGPE -001
LARGURA ENTRE RODAS GUIAS	m	5,64	5,64	4,28	4,28

Tabela 2.17 – Características dos Pórticos Rolantes das Estações de Bombeamento

ITENS	UND.	EBV-1	EBV-2	EBV-3	EBV-4
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (TAG)		2610-PRRL-001	2620-PRRL-001	2630-PRRL-001	2640-PRRL-001
CAPACIDADE NOMINAL - GANCHO	kN	90,00	75,00	75,00	75,00
VÃO LIVRE	m	3,54	4,05	3,90	3,90
COMPRIMENTO - CAMINHO DE ROLAMENTO	m	37,79	37,79	32,90	32,90
NÍVEL SUPERIOR - GANCHO	m	310,12	366,92	406,10	461,12
CURSO - GANCHO	m	17,22	12,80	13,60	14,00
NÍVEL DE REFERÊNCIA - CAMINHO DE ROLAMENTO	m	305,30	362,10	401,28	456,30

2.2.4.2 Casa de bombas

2.2.4.2.1 Ponte Rolante

Cada uma das Casas de Bombas está equipada com uma ponte rolante, que será utilizada na fase de construção e montagem da Estação de Bombeamento para o içamento e transporte dos conjuntos montados mais pesados das bombas e motores, bem como auxiliar nas montagens parciais desses equipamentos. Posteriormente, durante a fase de operação da Estação, será utilizada na manutenção geral dos equipamentos da Casa de Bombas.

Para serviços de médio porte, a ponte rolante está equipada com um guincho auxiliar.

A ponte rolante se desloca sobre um caminho de rolamento, fixado acima das faces superiores das vigas de concreto. O comando é feito da passarela situada junto à parede de jusante da Estação de Bombeamento.

A alimentação elétrica da ponte rolante em 380V, 60Hz, trifásico é realizada por meio de um barramento, constituído de quatro barras de perfis de aço, instaladas ao longo da parede de montante da Estação.

Na **Tabela 2.18** estão apresentadas as características das pontes rolantes.

2.2.4.2.2 Conjunto Moto-Bomba

As Estações de Bombeamento são equipadas com bombas do tipo, semi-axial, eixo vertical de poço úmido, com acionamento direto por motor elétrico síncrono, 6,9kV, 60Hz, através de acoplamento flexível.

Cada Estação de Bombeamento tem quatro grupos moto bombas, e na primeira etapa, estão instalados apenas dois conjuntos. A operação nominal prevê o funcionamento conjunto, em paralelo, de duas bombas, abastecendo um único conduto.

No recalque de cada grupo moto-bomba foi construído um bloco de ancoragem, por solicitação do fabricante da bomba, para suportar todos os esforços provenientes da adutora. Entre o flange de recalque da bomba e o flange da tubulação engastada no bloco, há uma junta para evitar a transmissão de esforços.

A jusante do bloco de ancoragem está instalada uma válvula de retenção de fechamento rápido e suave, e uma válvula de bloqueio, tipo borboleta. Esta válvula operará sempre totalmente aberta. A mesma será fechada somente para permitir a manutenção da bomba e da válvula de retenção instalada a montante. Entre as duas válvulas está prevista a instalação de um acoplamento rígido para permitir a montagem e desmontagem das válvulas.

A tubulação de recalque de cada bomba tem diâmetro de 1600mm, a interligação com a adutora de recalque é realizada para cada duas unidades, através de uma peça de bifurcação em ângulo de 90º, constituída de duas entradas de DN 1600 e uma saída de DN 2235.

Tabela 2.18 – Características Gerais das Pontes Rolantes das Estações de Bombeamento

ITENS	UND.	EBV-1	EBV-2	EBV-3	EBV-4
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (TAG)		2610-PTRL-001	2620-PTRL-001	2630-PTRL-001	2640-PTRL-001
CAPACIDADE NOMINAL-GANCHO PRINCIPAL	kN	500,00	410,00	450,00	450,00
CAPACIDADE NOMINAL - GANCHO AUXILIAR	kN	110,00	75,00	70,00	70,00
VÃO	m	10,60	10,60	10,60	10,60
COMPRIMENTO - CAMINHO DE ROLAMENTO	m	37,30	37,30	31,80	31,80
NÍVEL SUPERIOR - GANCHO PRINCIPAL	m	325,30	377,25	416,43	471,45
NÍVEL SUPERIOR - GANCHO AUXILIAR	m	324,29	376,55	415,45	470,47
CURSO - GANCHO PRINCIPAL	m	16,30	11,35	11,95	11,95
CURSO - GANCHO AUXILIAR	m	31,40	22,37	22,93	22,93

⇒ ***Estudos em Modelo Reduzido – Estações de Bombeamento EBV-1 e EBV-2***

A SULZER, empresa fabricante dos grupos moto-bombas das EBV-1 e EBV-2, executou os estudos em modelo reduzido para as bombas, e os resultados estão nos documentos 1585-MMO-2610-80-10-003 – Relatório de Modelo Reduzido e 1580-MMO-2620-80-10-003 – Relatório de Modelo Reduzido, confirmando os valores garantidos em sua proposta.

Nas **Figuras 2.20 e 2.21** estão apresentadas curvas obtidas nos ensaios para as EBV-1 e EBV-2 respectivamente.

Foram, também, efetuados os ensaios em modelo reduzido para os poços de sucção das EBV-1 e EBV-2 com a finalidade de determinar as dimensões finais do projeto hidráulico e a definição das nervuras anti-vórtices. Os resultados estão apresentados nos 1585-MMO-2610-80-10-005 – Relatório de Modelo Reduzido do Poço de Sucção e 1580-MMO-2620-80-10-005-– Relatório de Modelo Reduzido do Poço de Sucção.

Nas **Figuras 2.22 e 2.23** estão apresentados a geometria final dos poços de sucção com suas respectivas nervuras anti-vórtices para a Estação de Bombeamento EBV-1 também aplicável na Estação de Bombeamento EBV-2.

⇒ ***Estudos em Modelo Reduzido – Estações de Bombeamento EBV-3 e EBV-4***

Para os poços de sucção das Estações de Bombeamento EBV-3 eEBV-4 a KSB não realizou estudos em modelo reduzido utilizando testes já efetuados para outros

projetos, dos quais, foram extrapolados os valores das dimensões para as câmaras de sucção bem como para definição das nervuras anti-vórtices. Os resultados estão apresentados nos documentos 1585-REL-2630-80-10-002 - Relatório de Teste da Câmara de Sucção com Modelo Reduzido e 1580-REL-2640-80-10-002 - Relatório de Teste da Câmara de Sucção com Modelo Reduzido.

Nos documentos 1585-DES-2630-80-21-002 e 1585-DES-2640-80-21-002, Plano de Fundação Bomba KSB SEZN, estão indicadas as dimensões do poço de sucção e nervuras anti-vórtices para as Estações de Bombeamento EBV-3 e EBV-4.

Na **Figura 2.24** está apresentada a curva obtida por similaridade para a Estação de Bombeamento EBV-4.

As bombas das Estações de Bombeamento EBV-1 e EBV-2 são dotadas de rotor único e possuem mancais de guia, intermediários, localizados ao longo do eixo, do tipo lubrificado e resfriado pelo próprio líquido bombeado e um mancal guia conjugado com o mancal de escora localizado no cabeçote da bomba.

As bombas das EBV-3 e EBV-4 são dotadas de dois rotores, e possuem mancais de guia, intermediários, localizados ao longo do eixo, do tipo lubrificado e resfriado pelo próprio líquido bombeado e um mancal guia conjugado com o mancal de escora localizado no cabeçote da bomba.

O mancal conjugado guia e escora das bombas da EBV-1 e EBV-2 é do tipo de rolamento de rolos cônicos, imerso em óleo, com refrigeração por circulação de água.

O mancal conjugado guia e escora das bombas da EBV-3 e EBV-4 é do tipo deslizante, imerso em óleo, com refrigeração por circulação de água. Para as EBV-1, EBV-2, EBV-3 e EBV-4 o motor elétrico, de fabricação da WEG, é provido de um sistema de resfriamento por circulação de ar em circuito aberto que circula através das áreas interpolares das bobinas do rotor, o enrolamento da armadura e o núcleo passando através do estator. A admissão de ar é efetuada através de aberturas localizadas nas paredes laterais da blindagem do motor (“housing”) e providas de filtros, o ar de exaustão é conduzido por duto de seção retangular até a parede montante da casa de bombas.

O motor elétrico é dotado de dois mancais, um superior de guia e escora, localizado acima do rotor e outro inferior de guia localizado na estrutura da carcaça do estator. O mancal superior é do tipo imerso em óleo, auto lubrificante, constituído de um rotor de aço e as partes anexas, e uma seção não rotativa que inclui as sapatas girantes revestidas com metal patente, com refrigeração por circulação de água. O mancal guia inferior é também do tipo imerso em óleo, auto lubrificante, de deslizamento e com refrigeração natural.

Na **Tabela 2.19** estão apresentadas as características das bombas das 04 Estações de Bombeamento

Figura 2.20 – Curvas Obtidas nos Ensaios de Modelo Reduzido da Estação de Bombeamento EBV-1

SULZER | Nº Doc. LOGOS CONCREMAT: 1585-MMO-2610-80-10-003 | Folha 13 de 31 | Rev.: 0
P4 | Nº Doc. SULZER: 152693-024

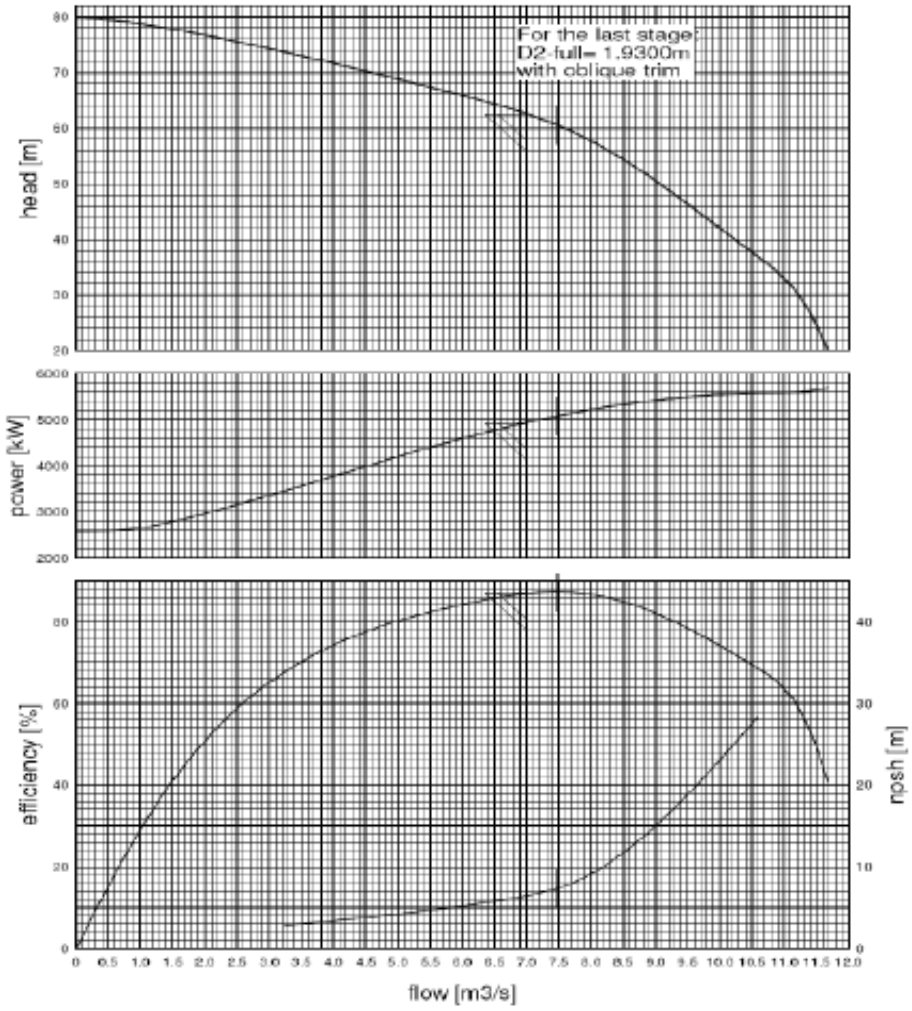
Relatório de Modelo Reduzido - Bomba Centrífuga

SULZER

Investigation Report / IR-No. 900-258

Pump type and plant:	BK 1400-1870-1s/033 Sao Francisco River EBV-1	SULZER

				Design point:	
Pump Medium:	Water	Shaft speed:	360 rpm	flow Q	=7.0000 m3/s
Density:	997.0 kg/m3	Stage Number:	1	head H	=62.50 m
Temperature:	25.00 °C	nq:	43	power P	=4929.56 kW
kinem. Viscosity:	0.900 cSt	Basis:	BK_K08	efficiency	=86.81 %
				npsh-avail	=12.06 m



Revision:	0	1	2	Drwg No: 4-104.179.006
Name/Date:	WM 07.11.07			

Fig. 9: Bowl characteristic for the full size pump of EBV-1 calculated from measurement of model pump

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO DE PROPRIEDADE DA SULZER, SENDO PROÍBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DE SUA FINALIDADE

Figura 2.21 – Curvas Obtidas nos Ensaios de Modelo Reduzido da Estação de Bombeamento EBV-2

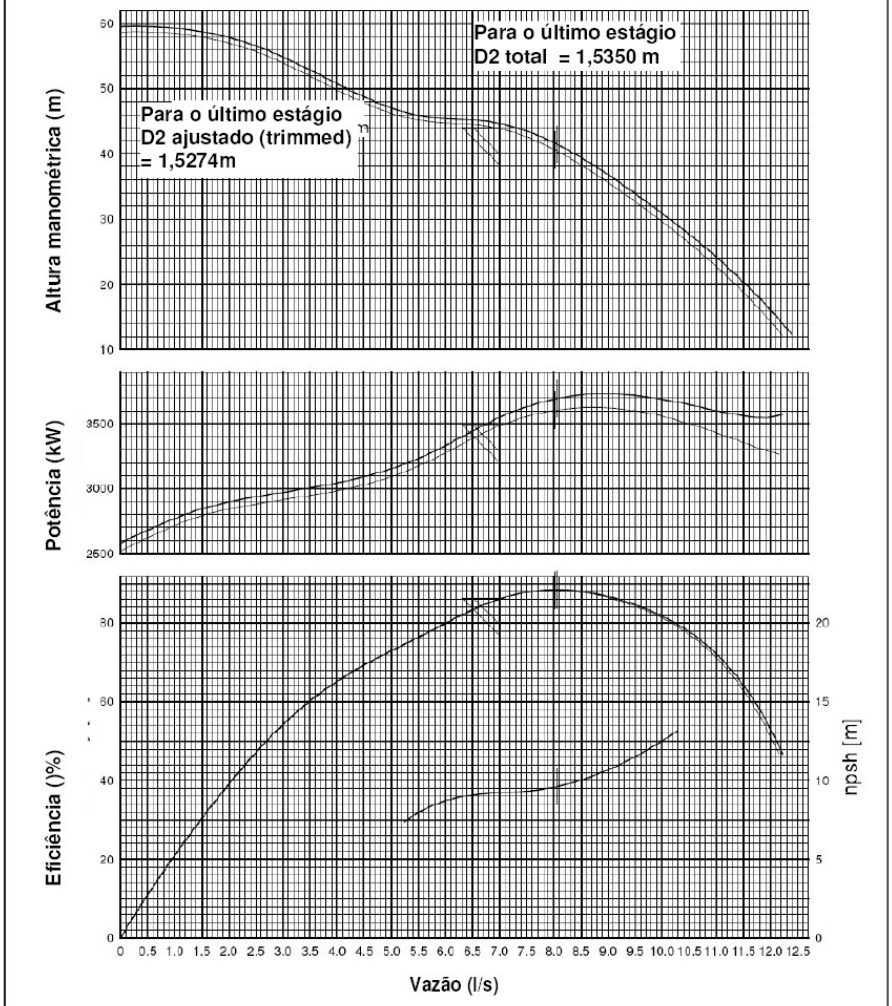
SULZER	Nº Cliente : 1580-MMO-2620-80-10-003	Folha 13 de 31	Rev.: 02
	E4	Nº Doc. SULZER : 152962-024	

Relatório de Modelo Reduzido - Bomba Centrífuga

SULZER

Relatório de Investigação / IR-No. 900-259

Tipo da Bomba e Instalação:	Sao Francisco EBV-2 BKn 1400-1470-1s/030			SULZER
Material bombeado:	Água	Veloc. do eixo	400 rpm	Ponto de projeto:
Densidade:	997,0 kg/m³	N ° de estágios	1	Vazão Q 7.0000 m³/s
Temperatura:	25,00 ºC	nq	68	Alt. Manométrica H 43,90 m
Viscosidade Cinética:	0,900 cSt	Base:	BKn K16	Potência P 3486,46(kW)
				Eficiência 86,21%
				NPSH disponível 12,36 m

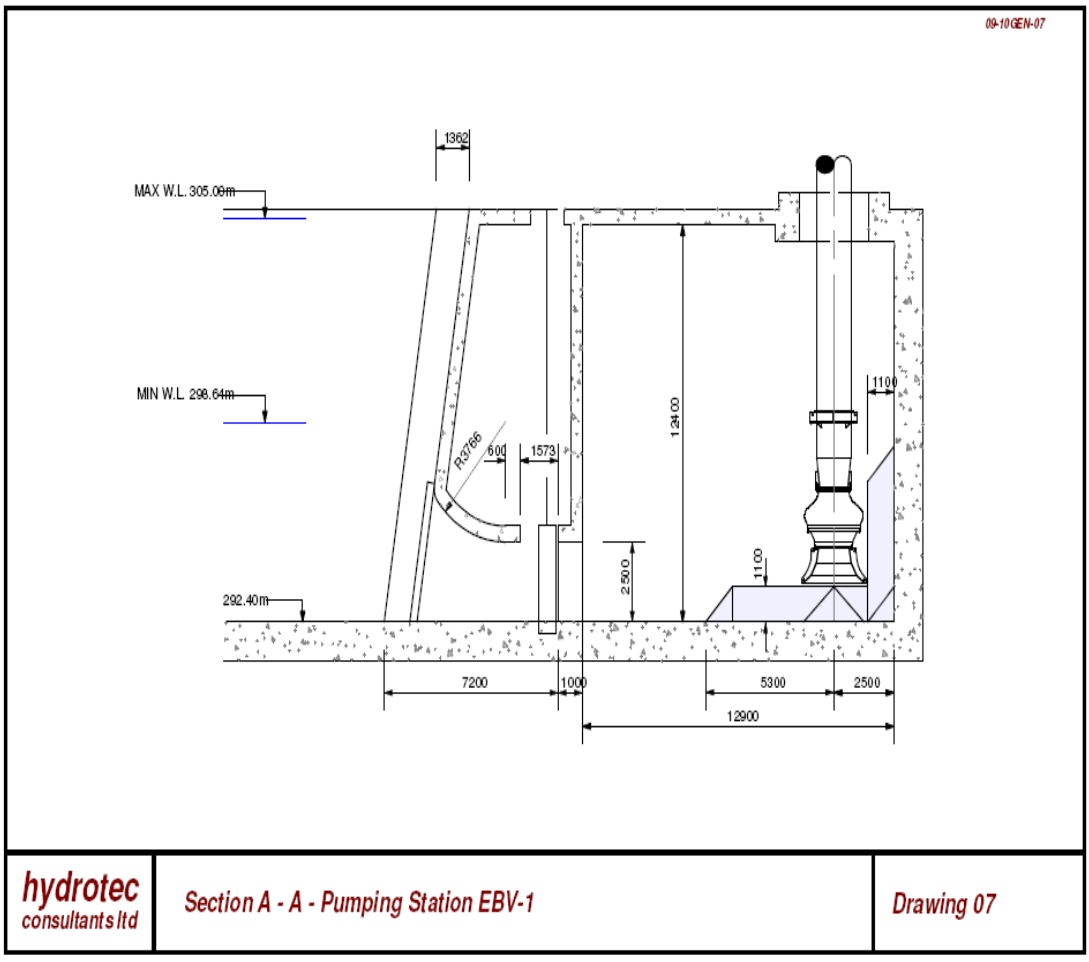


Revision:	0	1	2	Drwg No: 4-104.179.008
Name/Date:	WM 08.11.07			

Figura 7: Características do corpo difusor para a bomba real EBV-2 calculado a partir de medidas do modelo da bomba

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO DE PROPRIEDADE DA SULZER, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DE SUA FINALIDADE

Figura 2.22 – Geometria dos Poços de Sucção Resultante dos Ensaios de Modelo Reduzido da Estação de Bombeamento EBV-1



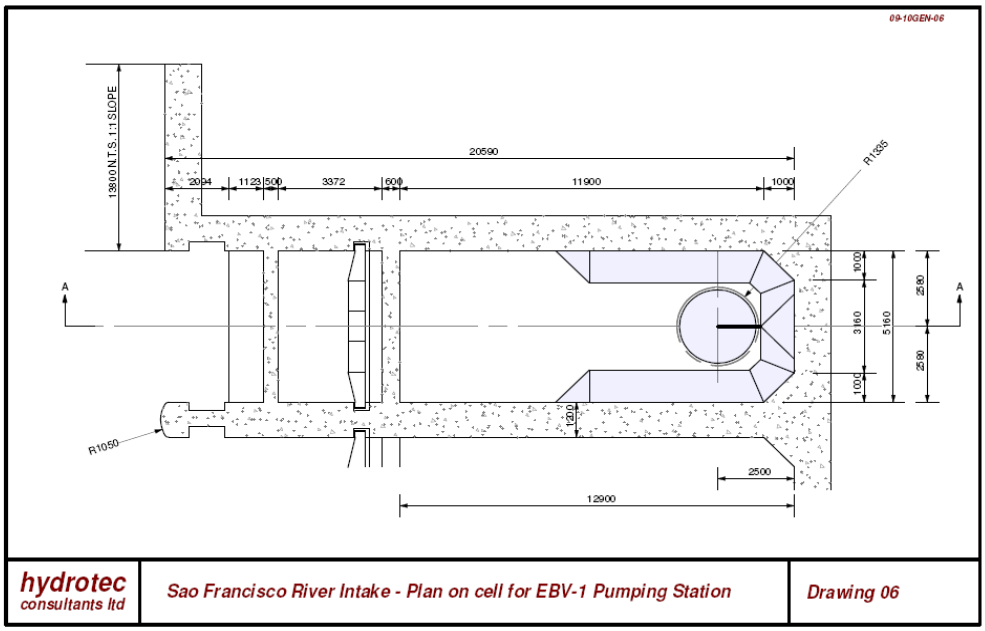
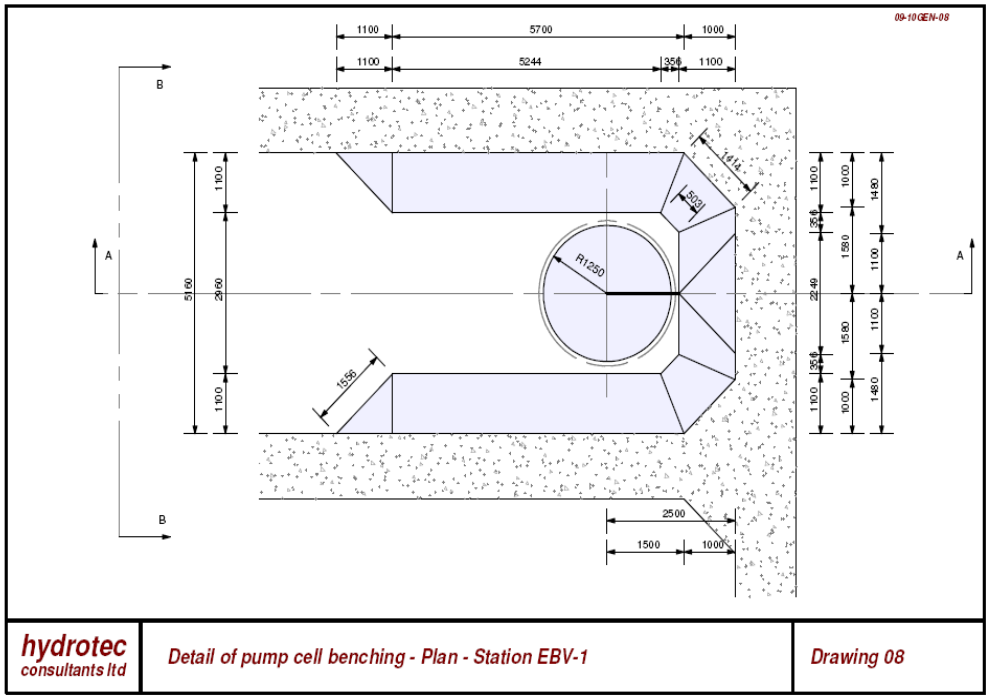


Figura 2.23 – Geometria das Nervuras Anti-Vórtice dos Poços de Sucção Resultante dos Ensaios de Modelo Reduzido da Estação de Bombeamento EBV-1



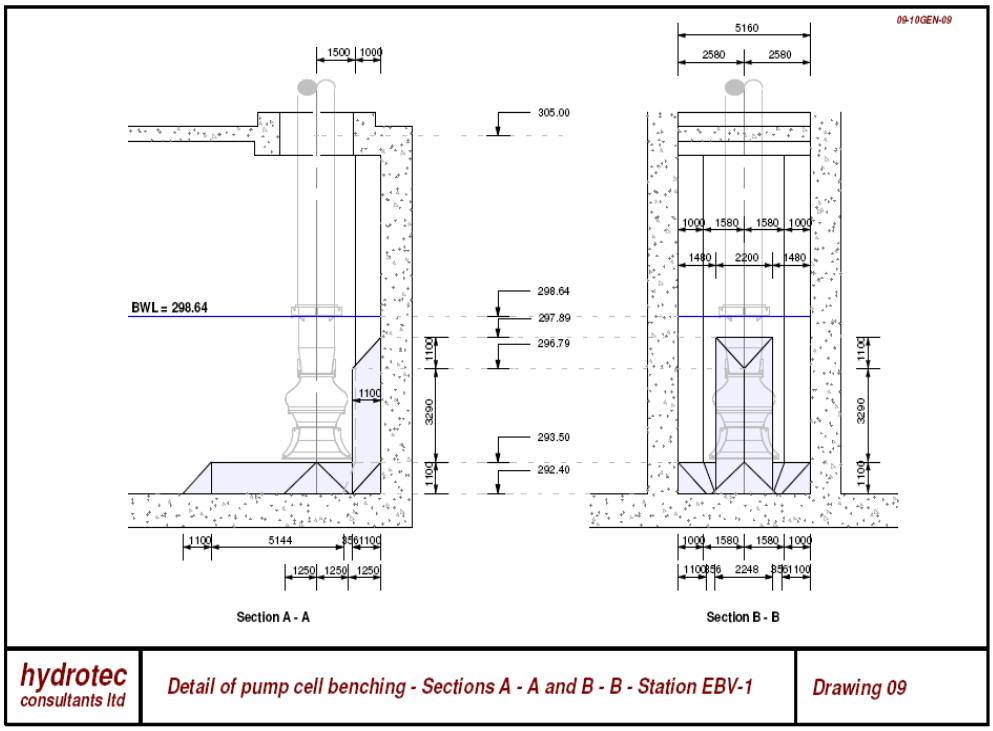


Figura 2.24 – Curva Característica Obtida por Similaridade de Ensaios de Modelos Reduzidos para a Estação de Bombeamento EBV-4

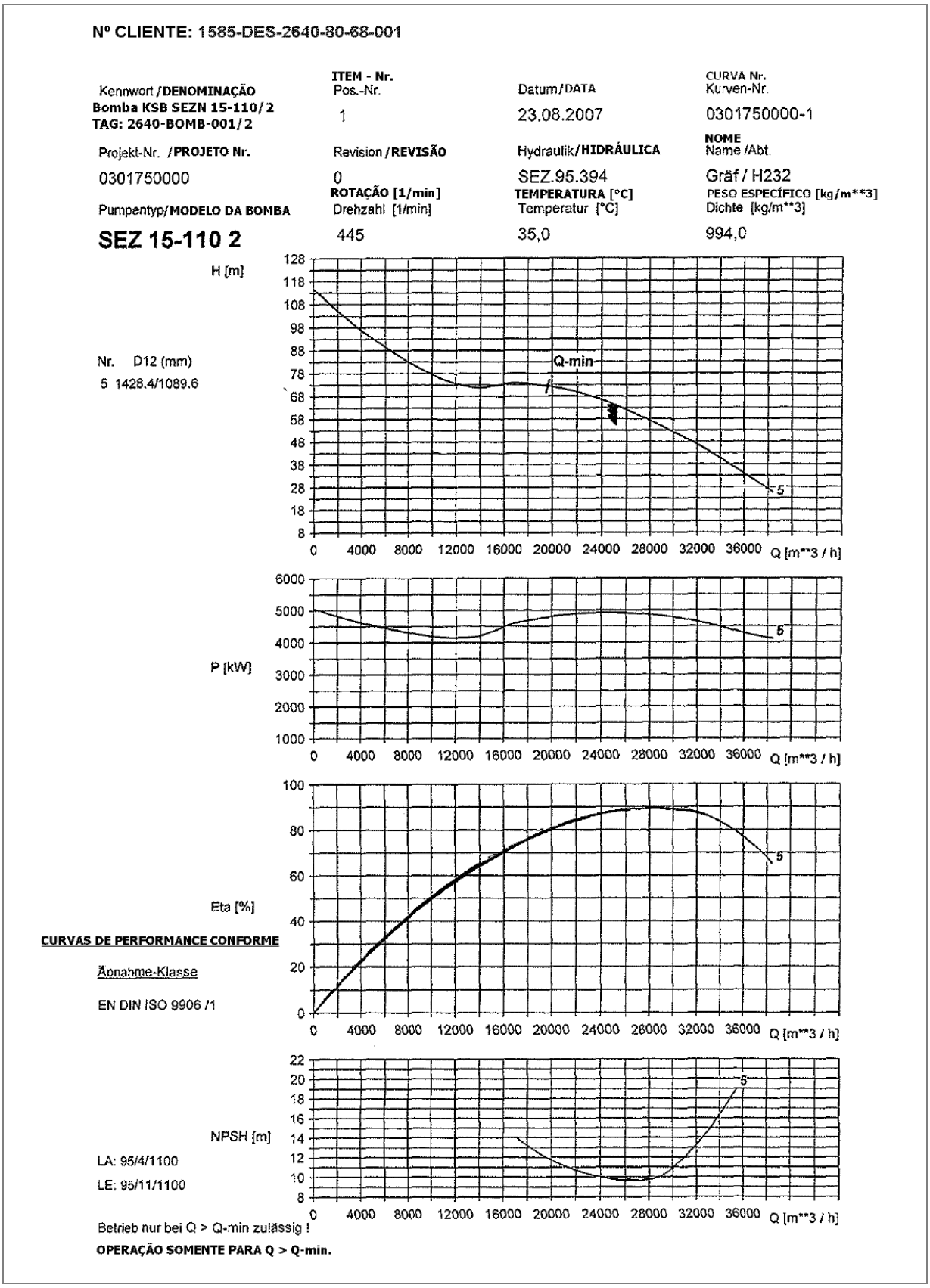


Tabela 2.19 – Características Gerais das Bombas

DESCRIÇÃO	UND.	EBV-1	EBV-2	EBV-3	EBV-4
FABRICANTE		SULZER	SULZER	KSB	KSB
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (TAG)		2610-BOMB-001/2610-BOMB-002	2620-BOMB-001/2620-BOMB-002	2630-BOMB-001/2630-BOMB-002	2640-BOMB-001/2640-BOMB-002
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL	MCA	**61,78**	**43,15**	**63,94**	**59,68**
ROTAÇÃO	RPM	360	400	450	450
VAZÃO	M³/S	7	7	7	7
POTENCIA CONSUMIDA	KW	4.917	3.433	4.991,20	4.658,66
RENDIMENTO GARANTIDO	%	86	86	88	88
PESO DA BOMBA	KG	46.965	34.366	31.600	54.708
MOTOR ELÉTRICO					
FABRICANTE	UND.	WEG	WEG	WEG	WEG
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (TAG)		2610-MOTO-001/2610-MOTO-001	2620-MOTO-001/2620-MOTO-001	2630-MOTO-001/2630-MOTO-001	2640-MOTO-001/2640-MOTO-001
TENSÃO NOMINAL	V	6.900	6.900	6.900	6.900
TIPO DE LIGAÇÃO		Y	Y	Y	Y
POTENCIA	KW	5.300	3.700	5.500	5.300
Nº DE POLOS		20	18	16	16
FREQÜÊNCIA	HZ	60	60	60	60
CORRENTE NOMINAL	A	455,3	318,5	471,5	454,4
FATOR DE POTENCIA		1	1	1	1
CLASSE DE ISOLAMENTO		F	F	F	F
GRAU DE PROTEÇÃO		IP23	IP23	IP23	IP23
PESO MOTOR	KG	35.000	32.500	35.000	35.000

Observação: Os dados acima foram colhidos junto aos fabricantes dos equipamentos, vencedores das licitações de fornecimento realizada pelo Ministério da Integração Nacional.

2.2.4.3 Sistemas Auxiliares Mecânicos

2.2.4.3.1 Medições Hidráulicas

Os projetos e fornecimento dos equipamentos do sistema de medição hidráulica, nível e vazão, é da responsabilidade da empresa vencedora da concorrência do Sistema Digital de Supervisão e Controle – SDSC.

2.2.4.3.2 Drenagem Interna

O sistema de drenagem interna coleta todas as águas despejadas no interior da casa de bombas, provenientes de percolação, descarga de equipamentos, vazamentos de tubulações e limpeza de pisos, e conduzir por gravidade, através de canaletas e tubulações, para cada caixa separadora de água/óleo situada na área externa.

Da caixa separadora a água é dirigida por gravidade, através de tubulação enterrada, até o canal de adução da estação de bombeamento. O óleo é coletado em uma caixa especifica de onde será retirado.

2.2.4.3.3 Esgotamento dos Poços de Sucção das Unidades

O sistema de esgotamento tem a finalidade de esgotar e manter seco os poços de sucção das bombas para permitir os trabalhos de inspeção e manutenção nas estruturas civis e equipamentos.

O esgotamento é realizado por uma bomba do tipo submersível, de instalação removível, com acoplamento automático ao pedestal de descarga, acionada por motor elétrico, trifásico, 380VCA, 60Hz, para atender a qualquer um dos quatros poços, através de tubulação descarregando no poço de adução à montante da comporta ensecadeira.

Para o dimensionamento da bomba de esgotamento adotou-se o tempo de quatro horas para o esvaziamento total do volume de água armazenado em cada um dos poços.

Em cada um dos poços está instalada a tubulação de descarga com os acessórios necessários.

Na **Tabela 2.20** estão apresentados os dados gerais do esgotamento dos poços de sucção.

Tabela 2.20 – Dados Gerais do Esgotamento dos Poços de Sucção

ITEM	ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO				
	UND.	EBV-1	EBV-2	EBV-3	EBV-4
VOLUME A ESGOTAR	m^3	781,75	539,11	425,22	446,88
TEMPO DE ESGOTAMENTO	h	4,00	4,00	4,00	4,00
VAZÃO	m^3/s	0,05	0,04	0,03	0,03
AMT	m	13,30	9,00	9,50	10,10

2.2.4.3.4 Sistema de Abastecimento de Água

O sistema de abastecimento de água foi projetado para atender as estações de bombeamento e as subestações abaixadoras de 230kV/6,9kV.

A captação é feita através de tomada de água bruta, diretamente na tubulação de descarga da bomba. A água é conduzida através de tubulação até a estação compacta de tratamento de água. A água tratada é bombeada para um reservatório no teto do edifício de apoio da estação de bombeamento e para um reservatório situado na subestação abaixadora 230kV/6,9kV.

O sistema é composto basicamente de uma rede de distribuição de água para cada unidade, interligada por uma tubulação principal e de uma rede de coleta e de

distribuição. O sistema utilizará a pressão disponível no reservatório superior para distribuir a água a todos os pontos.

A estação compacta de tratamento d'água está instalada ao tempo, sobre base de concreto, em área determinada, em cada uma das Estações de Bombeamento.

A estação compacta de tratamento d'água tem capacidade de produção diária de 3.000 (três mil) litros e incorpora as etapas de tratamento químico, floculação, decantação, filtração e desinfecção, que em conjunto asseguram um tratamento eficaz para a remoção de cor, turbidez e matérias em suspensão, obtendo-se assim água para uso potável.

2.2.4.3.5 Sistema de Esgotamento Sanitário

O esgoto sanitário é coletado pelos ramais de descarga e conduzido por gravidade para uma estação compacta de tratamento de esgoto, onde passa por processo no reator anaeróbio de fluxo ascendente, formado por reator UASB e filtro anaeróbio, e o rejeito líquido transferido para o reservatório coletor de efluente, com capacidade de tratamento de uma contribuição de esgoto de 3.000 litros por dia.

A estação compacta de tratamento de esgoto sanitário está instalada em área determinada, em cada uma das Estações de Bombeamento, conforme indicado nos desenhos de referência.

A estação compacta de tratamento de esgoto e todas as unidades e acessórios componentes operam em regime contínuo e os processos são executados automaticamente em fluxo contínuo à medida que a contribuição de esgoto a ser tratada entra no sistema.

Os rejeitos sólidos retidos na fossa são removidos na limpeza através das tampas de acesso.

2.2.4.3.6 Ar comprimido de Serviços Gerais

O sistema de ar comprimido de serviços gerais é destinado à limpeza de equipamentos e alimentação de ferramentas durante os trabalhos de manutenção.

O sistema é composto por um conjunto portátil montado sobre rodas, constituído de compressor/reservatório de ar/válvulas e acessórios.

Uma mangueira para ar comprimido, com comprimento de aproximadamente 20 metros, é utilizada para atendimento de todos os pontos da Estação de Bombeamento.

O compressor de ar é do tipo alternativo, de pistão, resfriado a ar; descarga livre efetiva: 283 l/min; pressão de descarga: 6,9bar, acionado por: motor elétrico trifásico, tensão de 380Vca, 60Hz;e dotado de reservatório de ar, incorporado, com 100 litros de capacidade.

2.2.4.3.7 Sistema Antiincêndio

O sistema de proteção antiincêndio é composto por um conjunto de extintores portáteis do tipo CO_2, pó químico seco e água pressurizada, de acionamento manual, e instalação em paredes ou no piso, para o combate a incêndios nas diversas áreas internas e externas da Estação de Bombeamento somados a um sistema de detecção e placas de sinalização.

O número, massa unitária e tipo dos extintores foram estabelecidos de acordo com o risco e o tipo de ocupação, dos diversos locais a serem protegidos contra o incêndio.

O projeto dos extintores portáteis atende aos requisitos da norma NFPA 10 – “Portable Fire Extinghishers”, publicada pela “National Fire Protection Association”, em sua última revisão, bem como as recomendações das normas ABNT e das Portarias da SUSEP aplicáveis.

Nas **Tabelas 2.21 a 2.23** estão apresentados os equipamentos que constituem o sistema antiincêndio para as 04 Estações de Bombeamento.

2.2.4.3.8 Sistema de Ventilação

A ventilação das estações de bombeamento é do tipo natural. Foi adotado para auxiliar na renovação do ar através de exaustores eólicos, de circulação natural, com vazão individual de 4.000 m³/h, instalados nas coberturas das estações de bombeamento.

2.2.4.3.9 Ar Condicionado

O sistema de ar condicionado tem por finalidade manter as condições de temperatura e umidade relativa do ar, adequadas aos equipamentos instalados no interior da sala de comando da Estação de Bombeamento e na sala de painéis, bem como ao pessoal de operação que permanecerem nestas salas.

O sistema está projetado para manter a temperatura do ar no interior dos ambientes tratados na faixa de 23 a 25ºC, e a umidade relativa ao redor de 44%, considerando-se as condições climáticas na região. O condicionamento de ar nestes ambientes é feito por condicionadores autônomos tipo “split”, com condensação a ar.

2.2.4.3.10Refrigeração dos Mancais

Tabela 2.21 – Especificação, Localização e Quantidade de Extintores por Estação de Bombeamento

EBV-1						
ESPECIFICAÇÃO			Quantidade			
Tipo	Capacidade		TERREO	1º PAV	2º PAV	TOTAL
	(kg)	(litro)				
PQS	4			1	1	2
PQS	6		7			7
PQS	12		5			5
CO2	6			2	3	5
AP		10			1	1

EBV-2						
ESPECIFICAÇÃO			Quantidade			
Tipo	Capacidade		TERREO	1º PAV	2º PAV	TOTAL
	(kg)	(litro)				
PQS	4			1	1	2
PQS	6		7			7
PQS	12		5			5
CO2	6			2	3	5
AP		10			1	1

EBV-3						
ESPECIFICAÇÃO			Quantidade			
Tipo	Capacidade		TERREO	1º PAV	2º PAV	TOTAL
	(kg)	(litro)				
PQS	4			1	1	2
PQS	6		7			7
PQS	12		5			5
CO2	6			2	3	5
AP		10			1	1

EBV-4						
ESPECIFICAÇÃO			Quantidade			
Tipo	Capacidade		TERREO	1º PAV	2º PAV	TOTAL
	(kg)	(litro)				
PQS	4			1	1	2
PQS	6		7			7
PQS	12		5			5
CO2	6			2	3	5
AP		10			1	1

Tabela 2.22 – Especificação, Localização e Quantidade de Equipamentos dos Sistemas de Detecção

EBV-1				
ESPECIFICAÇÃO	Quantidade			
Tipo	TERREO	1º PAV	2º PAV	TOTAL
Iluminação de emergência	3	2	2	7
Iluminação de emergência com balizamento	5	2	4	11
Acionador manual alarme	5	3	3	11
Detector de fumaça pontual	7	6	4	17
Avisador sonoro e visual	5	2	3	10

EBV-2				
ESPECIFICAÇÃO	Quantidade			
Tipo	TERREO	1º PAV	2º PAV	TOTAL
Iluminação de emergência	3	2	2	7
Iluminação de emergência com balizamento	5	2	4	11
Acionador manual alarme	5	3	3	11
Detector de fumaça pontual	7	6	4	17
Avisador sonoro e visual	5	2	3	10

EBV-3				
ESPECIFICAÇÃO	Quantidade			
Tipo	TERREO	1º PAV	2º PAV	TOTAL
Iluminação de emergência	3	2	2	7
Iluminação de emergência com	5	2	4	11
Acionador manual alarme	5	3	3	11
Detector de fumaça pontual	7	6	4	17
Avisador sonoro e visual	5	2	3	10

EBV-4				
ESPECIFICAÇÃO	Quantidade			
Tipo	TERREO	1º PAV	2º PAV	TOTAL
Iluminação de emergência	3	2	2	7
Iluminação de emergência com balizamento	5	2	4	11
Acionador manual alarme	5	3	3	11
Detector de fumaça pontual	7	6	4	17
Avisador sonoro e visual	5	2	3	10

Tabela 2.23 – Placas de Sinalização por Estação de Bombeamento

TIPO	MODELO	QUANTIDADE E TAMANHO
01		Quantidade 6 Tamanho: 25x35 cm (H x L)
02		Quantidade: 12 Tamanho: 25x35 cm (H x L)
03		Quantidade: 4 Tamanho: 25x35 cm (H x L)
04		Quantidade: 2 Tamanho: 35x22 cm (L x H)

Tabela 2.24 – Dados Gerais dos Sistemas de Ventilação das Estações de Bombeamento

ESTAÇÃO	TAXA RENOVAÇÃO POR HORA	VAZÃO EXAUSTOR (m^3/h)	QUANTIDADE DE EXAUSTOR
EBV-1	10	4.000	28
EBV-2	10	4.000	20
EBV-3	10	4.000	20
EBV-4	10	4.000	20

2.2.4.3.11 Esgotamento das Adutoras de Recalque

A jusante da peça de bifurcação das tubulações de recalque de cada duas unidades de bombeamento está instalada uma tubulação de esgotamento das adutoras de recalque com a finalidade de esgotamento de toda a água contida, permitindo os serviços de inspeção e manutenção das tubulações.

Toda a água é descarregada no forebay de montante da estação de bombeamento.

2.2.4.4 Adutoras de Recalque

Em cada uma das Estações de Bombeamento, há dois condutos forçados, os quais interligam as descargas das bombas à estrutura de deságue situada na entrada do forebay de jusante.

As tubulações que constituem os condutos forçados são executadas em chapa de aço carbono ASTM A 36, espessura de 25,4 mm e com 4,80 m de comprimento e foram ligadas em campo através de solda elétrica.

A sua instalação é feita sobre o aterro do forebay de jusante, semienterrada de 1,0 m de sobre a geratriz inferior.

No trecho inicial de cada conduto estão instaladas ventosas e uma medição de vazão do tipo ultrassônico.

A extremidade de jusante está engastada na estrutura de deságue e a montante desta peça está instalada uma junta de dilatação para absorver as possíveis variações de extensão em razão do gradiente de temperatura.

Toda a tubulação é revestida interna e externamente com pintura de acordo com a AWWA C 210, e também estão dotadas de sistema de proteção catódica por corrente impressa.

Na **Tabela 2.25** estão apresentadas as características das adutoras de recalque.

Tabela 2.25 – Características Gerais das Adutoras de Recalque

ESTAÇÃO	UND.	EBV-1	EBV-2	EBV-3	EBV-4
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (TAG)		2610-TUBL-001	2620-TUBL-001	2630-TUBL-001	2640-TUBL-001
DIAMETRO INTERNO	mm	2.235	2.235	2.235	2.235
ESPESSURA	mm	25,4	25,4	25,4	25,4
EXTENSÃO TRECHO RETO	m	161,37	107,21	166,73	153,11

2.2.4.5 Estrutura de Deságue

A estrutura de deságue, do tipo sifão, tem a finalidade de evitar o retorno de água do forebay de jusante nas paradas do sistema.

Foram elaborados os estudos de transientes hidráulicos para cada um dos sistemas adutores das estações de bombeamento. Os resultados indicaram a necessidade de instalação de válvulas de admissão e expulsão de ar na estrutura de deságue quando da partida e parada dos conjuntos moto bombas para permitir a escorva automática durante as operações de bombeamento, bem como, de evitar a formação de pressão negativa na tubulação quando de uma eventual parada de emergência das unidades de bombeamento, proporcionando a operação dentro das condições de segurança do sistema.

Para atender as condições acima definidas, serão instaladas, em cada estrutura de desague, duas válvulas borboleta com acionamento de abertura através de contrapeso e fechamento através de cilindro hidráulico e uma central de óleo hidráulica com painel elétrico de comando, controle, sinalização e proteção, com instalação abrigada no piso de operação.

Na **Tabela 2.26** estão indicados os valores das sobre e sub pressões na estrutura de deságue.

Tabela 2.26 – Condição Normal de Funcionamento – Duas Bombas em Funcionamento – (Sistema com Proteção)

EBV	NÍVEL D'ÁGUA DE JUSANTE (m)	COTA DA GERATRIZ INFERIOR DO SIFÃO (m)	COTA TOPO DO SIFÃO (m)	H SUBPRESSÃO (m) (Nota 1)	Hg (m)	Hg - H SUBP. (m)	H SOBREPRESSÃO (m)
1	358,82	362,75	364,05	55,15	63,60	8,45	372,31
2	397,74	401,62	402,92	37,42	41,40	3.98	405,38
3	356,23	460,13	461,43	57,43	61,50	4,07	463,07
4	506,72	510,59	511,89	52,89	57,40	4,51	521,28

Nota 1 - Altura de subpressão referida à geratriz superior da tubulação na saída da EB, na seção da estrutura de deságüe.

2.2.5 Componentes Elétricos

Este item tem por objetivo apresentar as funcionalidades dos sistemas elétricos projetados para as estações de bombeamento do Lote C, bem como os principais critérios e parâmetros utilizados na elaboração dos projetos elétricos a nível executivo.

2.2.5.1 Linhas e Subestações de 230 kV

Os projetos executivos dos sistemas de alimentação elétrica das estações de bombeamento (linhas e subestações) são da responsabilidade das empresas fornecedoras e montadoras, segundo estratégia de implantação do PISF adotada pelo Ministério da Integração Nacional.

As linhas de transmissão de 230 kV para alimentação das estações de bombeamento serão derivadas da linha de 230 kV Paulo Afonso Bom Nome.

As quatro subestações de 230 kV, situadas nas proximidades de cada uma das estações de bombeamento EBV-1, EBV-2 EBV-3 e EBV4 foram projetadas com arranjo de barra dupla (diferentemente do projeto básico que previa barra simples) equipadas com vãos de linha de transmissão de 230 kV, vãos de transformadores de força de 230/6,9 kV e linhas curtas de 6,9 kV para alimentar as barrar I e II dos cubículos de média tensão das estações.

As linhas de transmissão de 6,9kV foram projetadas para transportar as potências necessárias ao fornecimento de alimentação das motobombas e serviços auxiliares das estações de bombeamento. Essas linhas são equipadas com dois condutores por fase com bitolas de 954 MCM para as estações EBV-1, EBV-3 e EBV-4 e 636 MCM para a a estação EBV-2. Essas linhas foram projetadas com estruturas autoportante, com tensão de isolamento de 7,2 kV e tensão nominal de 6,9 kV.

Elas foram projetadas para interligar os transformadores TR01 e TR02 de 230/6,9kV/20MVA as EBV-1, EBV-3 e EBV-4 e 230/6,9kV/16MVA a EBV-2.

Essas linhas interligam os secundários dos transformadores TR01 e TR02 com os barramentos de 6,9 kV instalados nos cubículos de 6,9 kV das estações de bombeamento.

Outras subestações de 6,9/13,8 kV, foram projetadas para o suprimento de energia das estruturas de controle, tomadas de água de uso difuso e tomadas de água de canal, através de linhas de distribuição em 13,8 V que se desenvolve ao longo do sistema adutor. Os sistemas de serviços auxiliares de corrente alternada e contínua do conjunto dessas obras e das estações de bombeamento, são independentes.

Os comandos, controles, proteções, medições e supervisão dos equipamentos são todos digitais. Também estão projetadas casas de comando independente para a instalação e operação dos equipamentos alocados dentro das subestações. As malhas de terra para essas subestações são interligadas com as malhas das estações de bombeamento.

2.2.5.2 Conjuntos Moto-bombas e Equipamentos Associados

As estações de bombeamentos são projetadas para operarem com quatro bombas, com potências de 5.300 kW nas estações EBV-1 e EBV-4; 3.700 kW na EBV-2 e 5.500 kW na EBV-3.

As partidas e paradas dessas bombas serão feitas através de sistemas de partida suave (softstarter), sendo um sistema para cada motor. Os motores das bombas com as potências descritas acima são do tipo síncrono, trifásico, 6,9 kV, de montagem vertical e estão equipados com os respectivos sistemas de excitação.

Para proteção contra surtos de tensão oriundos de manobras de disjuntores, estão projetados equipamentos de surto (capacitor em paralelo com para-raios) os quais estão instalados nos cubículos de média tensão que alimenta cada motor. Os motores das unidades 1 e 2 serão alimentados, através de cabos isolados singelos, a partir da barra I do sistema de média tensão, enquanto que os motores das unidades 3 e 4 serão alimentados da barra II.

Os circuitos de média tensão dos motores são constituídos de três equipamentos ligados em série, quais sejam os disjuntores de média tensão, os cubículos de excitação e os softstarters. Nos cubículos dos disjuntores e nos softstarters estão projetados transformadores de corrente e de potencial para alimentar os circuitos de proteção, medição e supervisão dos motores. Todas as proteções e medições dos motores são digitais e estão instaladas nos cubículos dos disjuntores e dos softstarters dos respectivos motores. Estão projetados dois conjuntos de proteção, sendo um principal e outro alternativo. A supervisão das atuações dessas proteções será feita pelo Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC), bem como os sistemas de medições inclusive os controles de temperaturas dos motores.

2.2.5.2.1 Sistemas de Distribuição em Média Tensão

Os sistemas de distribuição em média tensão são constituídos de duas entradas em 6,9kV vindas dos secundários dos transformadores TRF0-01 e TRFO-02 de 230/6,9 kV, quatro alimentadores para alimentação das moto-bombas e dois alimentadores para alimentação dos transformadores TRSA-1 e TRSA-2 de 6.900-380/220V dos serviços auxiliares de corrente alternada.

O sistema de barramentos é equipado com três disjuntores, sendo dois de entradas nas barras I e II e o terceiro é o disjuntor de interligação dessas barras. Em condições normais o transformador TRFO 01 alimenta a barra I e o transformador TRFO 02 alimenta a barra II. Caso haja a perda de um dos alimentadores, o disjuntor associado a esse alimentador abrirá e o disjuntor de interligação fecha para alimentar barra que faltou tensão uma vez que cada transformador de 230 kV está dimensionado para alimentar todas as bombas e os demais serviços das estações de bombeamento.

Os comandos de aberturas e fechamentos dos disjuntores de média tensão serão feitos por comando local ou remotamente através do Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC). Todas as entradas e saídas dos cabos nos cubículos de média tensão serão feitas pela parte inferior. Os cubículos de média tensão serão instalados no segundo piso das estações de bombeamento.

2.2.5.2.2 Sistemas dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada

Os serviços auxiliares de corrente alternada de 380 V são alimentados a partir de três fontes sendo duas dos transformadores TRSA-1 e TRSA-2 de 225 kVA/6.900-380 V e a outra de um grupo diesel de emergência de 75 kVA. Para o uso dessas fontes, estão previstas duas barras de 380 V denominadas de barra I e barra II que serão interligadas através de um disjuntor motorizado. O transformador TRSA-1 alimenta a barra I e o TRSA-2 alimenta a barra II através dos disjuntores entradas que são motorizados. Em

condições normais os disjuntores de entradas nos barramentos operarão fechados e o de interligação aberto.

O grupo diesel de emergência está previsto para ser conectado a qualquer uma das duas barras através de contatores intertravados eletricamente. A seleção da barra a ser alimentada pelo grupo diesel de emergência será feita através do Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC). O grupo diesel de emergência terá a sua partida automática quando houver a perda de energia no sistema de 230 kV, por perda da linha de transmissão de 230 kV ou qualquer outro motivo. Quando houver a perda de energia do sistema de 230 kV os disjuntores de entradas das fontes de alimentação dos transformadores TRSA-1 e TRSA-2 abrirão automaticamente e o disjuntor de interligação das barras fechará após a confirmação que os dois disjuntores de entrada estarão abertos.

Quando houver a perda do fornecimento de energia do sistema de 230 kV, o Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) fará rejeição de algumas cargas das duas barras, acionará a partida do grupo diesel, fechará o contator do grupo diesel selecionado e fechará os contatores de algumas cargas de emergência, tais como iluminação interna e externa, aquecimento dos motores de moto-bombas, etc.

Para atender as alimentações dos serviços auxiliares, foram projetados dez quadros (QDCA) sendo um para a instalação dos disjuntores motorizados de entrada e de interligação das barras e os outros para a instalação de gavetas de alimentação dos circuitos de corrente alternada das estações de bombeamento. Cada carga a ser atendida terá dois circuitos, sendo um da barra I e outro da II, qual seja haverá dupla alimentação.

Estão previstas gavetas de reserva para futura utilização. Para evitar o paralelismo dos transformadores TRSA-1 e TRSA-2 está previsto intertravamentos elétricos em cada gaveta. O comando, controle, medições e supervisão serão feitos no Sistema Digital de Supervisão e controle (SDSC).

2.2.5.2.3 Sistemas dos Serviços Auxiliares de Corrente Contínua

Os serviços auxiliares de corrente contínua são constituídos de duas baterias de 150Ah/10 h, dois carregadores retificadores de bateria de 10kVA e duas barras interligadas através de disjuntores motorizados, qual seja terá duas fontes de alimentação para as barras I e II. Para receber os fornecimentos dessas fontes de alimentação, estão previstas duas barras de 125 Vcc denominadas de barra I e barra II que estão interligadas através de quatro disjuntores motorizados. Normalmente a bateria 1 e o seu carregador associado alimenta a barra I, enquanto que a bateria 2 e seu carregador alimenta a barra II. Quando houver necessidade de uma manutenção, preventiva ou corretiva, qualquer bateria ou carregador pode alimentar as duas barras. Em condições normais os disjuntores de entradas dos conjuntos bateria carregador operarão fechados e os disjuntores de interligação operarão abertos.

Para atendimento das alimentações dos circuitos de corrente contínua, estão projetados dois quadros (QDCC) cada um equipado com 20 disjuntores de caixa moldada. Cada carga a ser atendida terá dois circuitos, sendo um da barra I e outro da II, qual seja haverá dupla alimentação. Estão previstos 16 disjuntores de reserva para futura utilização. Para evitar o paralelismo das duas baterias está previsto o uso de quatro diodos para cada carga a ser alimentada, os quais são ligados de modo invertido. Esses diodos serão instalados nos quadros a serem alimentados pelos circuitos de corrente contínua. O comando, controle, medições e supervisão serão feitos no Sistema Digital de Supervisão e controle (SDSC).

2.2.5.2.4 Iluminação Externa

Os projetos de iluminação externa foram elaborados a partir das divisões das áreas externas em três categorias: área de acesso às estações de bombeamento; a área dos pátios e jardins e a área de serviços de manutenção.

Para as áreas de acesso foram adotados os níveis de iluminamento próximo de 5,0 lux. Nas áreas de jardins foram adotados níveis de iluminamento variando de 5,0 a 10,0 lux. Para as áreas de serviços de manutenção foram adotados níveis de iluminamento variando de 25 a 50 lux.

A instalação dos sistemas de iluminação externa é constituída com poste reto metálico de 9,0m, luminária pública tipo pétala fechada em alumínio para lâmpadas vapor metálico de luz branca, projetores de sobrepor orientáveis com carcaça metálica para instalação de lâmpadas de vapor metálico de luz branca, eletrodutos rígidos em aço, fotocélulas e cabos singelos para alimentação dos circuitos de iluminação.

Para atender os níveis de iluminamento com os postes de 9 m, foi requerida a instalação de duas luminárias em cada poste. As potências e os fluxos luminosos são de 400W, 35000 lumens para os refletores e 400W, 56.500 lumens para as luminárias públicas. Para o suprimento de energia das luminárias públicas e refletores foram projetados quatorze circuitos com potências diferentes que serão alimentados a partir de um quadro de iluminação e força denominado QDIF.

2.2.5.2.5 Iluminação Interna

Os projetos foram elaborados para atender a iluminação das salas do grupo diesel de emergência; sala dos transformadores dos serviços auxiliares TRSA-1 e TRSA-2; hall de entrada; hall da escada; almoxarifado; sala dos cubículos de média tensão; sala dos painéis elétricos; sala de comando; área de circulação e banheiros (feminino e masculino).

Os níveis de iluminamento médio calculados para cada ambiente são:

Sala do grupo diesel de emergência com 230 lux; sala dos transformadores dos serviços auxiliares TRSA-1 e TRSA-2 com 198 lux; hall de entrada com 218 lux; hall da escada com 190 lux; almoxarifado com 218 lux; sala dos cubículos de média tensão com 246 lux; sala dos painéis elétricos com 328 lux; sala de comando com 367 lux; área de circulação com 224 lux; banheiros com 229 lux.

A instalação dos sistemas de iluminação interna é constituída de luminárias industriais tipo pendente com duas lâmpadas fluorescente de 28W e luminárias industriais tipo embutida com duas lâmpadas fluorescentes de 28W, bem como projetores de sobrepor orientáveis com carcaças metálicas para lâmpadas de vapor metálico de luz branca com potência de 400W e fluxo luminoso de 35.000 lumens.

Nos projetos dos sistemas estão incluídas células fotoelétricas para garantir o iluminamento dos ambientes a serem iluminados, com vistas a garantir o bom funcionamento dos sistemas dos circuitos fechado de televisão (CFTV) que serão implantados nas estações de bombeamento. Para assegurar o funcionamento dos circuitos, foi projetado que essas células fotoelétricas serão ligadas em paralelo com interruptores instalados nos ambientes a serem iluminados, qual seja esses interruptores serão acionados em caso de perda de qualquer célula fotoelétrica.

Com relação ao suprimento de energia das luminárias e refletores foram projetados sete circuitos com potências diferentes que serão alimentados a partir de um quadro de iluminação e força denominado QDIF.

2.2.5.2.6 Sistemas de Vias de Cabos de Média Tensão

Os sistemas de vias de cabos são compostos de três vias, sendo uma para os cabos de média tensão, outro para os cabos de comando, controle, proteção, medição e supervisão convencional e a terceira para os cabos de comando, controle, proteção, medição e supervisão do Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC).

Essas vias de cabos estão projetadas para utilizar diversos componentes, quais seja leito sem- pesado, junções simples para leitos, curvas verticais, curvas horizontais, curvas de inversão, tê horizontal, isoladores de suspensão, vergalhões de rosca total para suspensão dos leitos e eletrodutos de aço.

As vias de cabos de média tensão servem para fazer o caminhamento desde as chegadas dos cabos nas estações de bombeamento, entradas dos cabos dos transformadores TRFO-1 E TRFO-2, até as entradas nos cubículos de média tensão que estão instalados na segunda laje das estações.

Os cabos para alimentar os motores, transformadores dos serviços auxiliares TRSA-1 e TRSA-2 são encaminhados por leitos fazendo os trajetos a partir dos cubículos de média tensão associados a esses equipamentos até aos respectivos equipamentos.

2.2.5.2.7 Sistemas de Aterramento

As malhas de terra têm arranjos reticulados com cabos de cobre nu, com bitola de 70 mm² para garantir que as tensões de toque, tensões de passo estejam com os valores toleráveis pelo corpo humano, bem como as resistências de aterramento apresentem valores compatíveis com as instalações das estações.

Para os cálculos dos reticulados foram utilizados métodos computacional e foram feitas as medições das resistividades, pelo método de Wenner, nos solos de cada estação de bombeamento.

As malhas de terra das estações de bombeamento serão interligadas com as malhas das subestações de 230kV através de dois cabos de cobre nú com bitola de70mm². Para o dimensionamento do reticulado foi considerado o peso de uma pessoa com 70kg e para o cálculo da seção dos condutores horizontais foi considera um nível de curto circuito de 20kA e um tempo de 0,6seg.

Os projetos contemplam os aterramentos de todas as ferragens das estruturas das estações de bombeamento com vistas a estabelecer os mesmos potenciais em todos os pisos. Todos os rabichos para os aterramentos dos equipamentos e ferragens das estruturas das estações têm bitola de 70mm².

Outra finalidade das malhas de terra é fazer o escoamento das correntes de descargas atmosféricas para a terra através dos Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA).

2.2.5.2.8 Sistema de Proteção contra Descargas Atmosférica-SPDA

O sistema de proteção contra descargas atmosférica é constituído de para-raios tipo Franklyn, conectados às malhas de terra através de cabos bitola de 70mm². Os cabos de descidas para a malha de terra estão localizados nos cantos das estações.

2.2.3 Obras Civis

2.2.3.1 Escavações, Aterros, Reaterros e Proteção dos Taludes

O sistema adutor do Eixo Leste do PISF se desenvolve em sentido contrário ao caimento topográfico entre o ponto de cumeada no limite da bacia e o rio São Francisco. Os sítios escolhidos para implantação das estações de bombeamento estão localizados justamente nas meia-encostas dos patamares topográficos a serem vencidos pela adução de águas dessas estações elevatórias. Isto tem como consequência a execução de grandes escavações necessárias à construção dos forebays de jusante e das casas de bombas. Por outro lado, devido às grandes alturas geométricas de elevação das estações de forma a garantir nível para o escoamento gravitário nos segmentos de canais, os forebays de jusante exigem grandes aterros que são construídos aproveitando-se grande parte dos materiais escavados a montante.

2.2.3.1.1 Estação EBV-1

Na estação de bombeamento EBV-1 a escavação tem uma altura máxima de 42m, com taludes de 1,0V:1,0H e bermas intermediárias de 3,0m de largura, situadas a cada 10,0m de altura. As bermas-estradas que possibilitarão o acesso à manutenção do forebay têm 6,5m do lado direito e do lado esquerdo. O acesso ao pátio da estação se dará pelo lado esquerdo em estrada asfaltada por onde se transportará o equipamento pesado da estação.

No caso específico dessa estação, onde as perdas por infiltração não implicam em custos operacionais pelo fato do seu forebay de montante estar situado no final do canal de aproximação que capta as águas do reservatório de Itaparica, o seu revestimento será feito com gabiões do tipo colchão Reno. Assim, os taludes da seção molhada foram abatidos para a condição de 1,0V:2,0H uma vez que estarão saturados.

Os reaterros serão feitos entre as paredes do poço de sucção da estação e os taludes escavados utilizando-se concreto ciclópico (fck=10 MPa) encimado por materiais das escavações do forebay de montante (com eliminação de blocos maiores que 15 cm.

Os taludes remanescentes das escavações, situados acima da secção molhada do forebay, serão protegidos com aplicação de concreto projetado reforçado com fibra de polipropileno. Estão previstos a implantação de drenos tipo barbacã distribuídos no talude, a cada 2,0m. São previstas juntas de dilatação a cada 4,0m no concreto projetado.

O aterro do forebay de jusante é projetado utilizando-se o material conglomerático das escavações de montante. Tem seção com altura máxima de 25m, taludes de 1,0V:1,5H, sem bermas intermediárias. Na parte do aterro do forebay onde serão apoiadas as tubulações de recalque, o talude é de 1,0V:3,0H. As bermas-estradas têm revestimento primário, largura de 6,0m, com acesso lateral pelo talude direito, podendo ser circulada através de duas passagens: uma situada sobre a estrutura de deságüe e outra localizada na transição do canal com o aqueduto da BR 316.

Os taludes externos do forebay de jusante serão revestidos com enrocamento fino sobre transição graduada de brita e areia. O fundo da seção molhada do forebay, com 34,0m de largura e os taludes laterais em 1,0V:1,5H serão revestidos com geomembrana de polipropileno de alta densidade (PEAD), com 1,0mm de espessura, ou geomembrana de PVC de 1,00mm, recoberta com placas de concreto simples com fibra sintética de

polipropileno ou náilon cuja finalidade é a de reduzir os fissuramentos nas placas. As espessuras das placas de revestimento do forebay são de 7,0cm no fundo e 5,0cm nas laterais (taludes).

2.2.3.1.2 Estação EBV-2

Os sítios do forebay de montante e da casa de bombas da estação de bombeamento EBV-2 estão situados no embasamento cristalino, onde o afloramento rochoso se dá a cerca de 2,5m de profundidade. As escavações têm profundidade máxima de 25,0m com taludes de 1,0V:1,5H na seção molhada e 2V:1H nas partes superiores. No local de construção do poço de sucção da estação, previu-se a escavação em talude vertical onde será feita a concretagem das paredes do poço contra-barranco, não havendo, portanto, reaterros.

As bermas estradas para manutenção do forebay têm 3,5m de largura em ambos os lados e a estrada de acesso ao pátio da estação é feita lateralmente por estrada asfaltada com 6,0m de largura, através de corte com 8,2% de declividade.

Os forebays de montante e de jusante têm seção molhada 34,0m de largura de fundo e taludes de 1,0V:1,5H sendo toda seção revestida com geomembrana de polipropileno de alta densidade (PEAD), com 1,0mm de espessura, ou geomembrana de PVC de 1,00mm. No forebay de montante a manta está assentada sobre concreto de regularização do fundo e dos taludes. Nos dois forebays, a membrana é recoberta com placas de concreto simples provido de fibra sintética de polipropileno ou náilon cuja finalidade é a de reduzir os fissuramentos nas placas. As espessuras das placas de revestimento do forebay são de 7,0cm no fundo e 5,0cm nas laterais (taludes).

Dada as condições geotécnicas dos taludes remanescentes das escavações situados acima da seção molhada, não se prevê nenhum dispositivo especial de proteção, sendo necessária somente a criação de uma berma de 3,0m através da retirada das camadas de solos e rocha muito alterada, acompanhando a topografia do topo rochoso.

O aterro do forebay de jusante da EBV-2 é, em parte, construído com materiais escavados à montante e materiais provenientes de jazidas. Com altura máxima de 32,0m, seus taludes externos são de 1,0V:1,5H revestido com enrocamento fino sobre transição graduada de areia e brita. Na parte do aterro do forebay onde serão apoiadas as tubulações de recalque, o talude é de 1,0V:3,0H. As bermas-estradas têm revestimento primário, largura de 6,0m, com acesso dos dois lados pelas bermas do canal do segmento 2207, podendo ser circulada através de uma passagem situada sobre a estrutura de deságue.

2.2.3.1.3 Estação EBV-3

No local de implantação da EBV-3, o conglomerado tem características diferentes do que ocorre no sítio da EBV-1. As escavações nesta estação têm uma altura máxima de 32,0metros, com taludes de 1,0V:1,5H e bermas intermediárias de 3,0m de largura, situadas a cada 10,0m de altura. As bermas-estradas que possibilitarão o acesso à manutenção do forebay têm 6,0m de ambos os lados, contando com revestimento primário. O acesso ao pátio da estação de bombeamento será feito lateralmente através de estrada asfaltada com largura de 6,0m em um corte com 8,0% de declividade.

Devido a presença de veios e bolsões de argilito-siltito expansivos nos taludes e na fundação da casa de bombas dessa estação, decidiu-se pela retirada e substituição desses materiais. As soluções adotadas foram:

- ***Fundação da casa de bombas da estação:*** Serão retirados os materiais expansivos e substituídos por CCR (concreto compactado a rolo) a uma altura de 4,0m em relação a laje de fundo da estação e largura mínima de 4,0m em relação às paredes do poço de sucção.
- ***Fundo e taludes do forebay de montante:*** Serão retirados os materiais expansíveis a 2,5 m de profundidade em relação aos taludes e ao fundo do forebay e substituídos por solos inertes compactados.
- ***Taludes remanescentes acima das partes molhadas:*** Serão retirados os materiais expansivos a 2,00 m de profundidade e substituídos por solos inertes compactados.

Os entornos do CCR e das paredes do poço de sucção da casa de bombas, serão reaterrados com solo compactado, de forma a recompor o pátio da estação.

Os projetos das escavações e substituição dos solos expansivos foram elaborados com base nos dados disponíveis em sondagens e nas escavações parciais realizadas. Dessa forma, se necessário, serão adequados às reais condições de espessura e mergulho das camadas dos solos expansivos, a serem efetivamente identificadas após a finalização das escavações complementares das obras, nas suas cotas e dimensões normais em relação aos projetos da casa de bombas e do forebay.

A proteção dos taludes remanescentes das escavações do forebay de montante e da estação de bombeamento, situados acima da parte molhada do sistema, é prevista com utilização de enrocamento fino sobre camada de transição graduada. Nos taludes situados no entorno da estação de bombeamento, previu-se a utilização de geogrelha sobre o enrocamento, de forma a garantir a segurança de pessoas e equipamentos contra eventuais despencamentos de blocos.

O aterro do forebay de jusante é projetado utilizando-se o material conglomerático das escavações de montante, livres de contaminação dos solos expansivos. Tem seção com altura máxima de 34,0m, taludes de 1,0V:1,5H, com bermas intermediárias a cada 10,0 m. Na parte do aterro do forebay onde serão apoiadas as tubulações de recalque, o talude é de 1,0V:3,0H. As bermas-estradas têm revestimento primário, largura de 6,0m, com acesso lateral pelas bermas dos canais do segmento 2210, podendo ser circuladas através de uma passagem situada sobre a estrutura de deságue.

Os taludes externos do forebay de jusante serão revestidos com enrocamento fino sobre transição graduada de brita e areia. O fundo da seção molhada do forebay, com 34,0m de largura e os taludes laterais em 1,0V:1,5H serão revestidos com geomembrana de polipropileno de alta densidade (PEAD), com 1,0mm de espessura, ou geomembrana de PVC de 1,00mm, recoberta com placas de concreto simples com fibra sintética de polipropileno ou náilon cuja finalidade é a de reduzir os fissuramentos nas placas. As espessuras das placas de revestimento do forebay são de 7,0cm no fundo e 5,0cm nas laterais (taludes).

2.2.3.1.4 Estação EBV-4

O forebay de montante e a casa de bombas da estação de bombeamento EBV-4 estão situados no embasamento cristalino, onde o afloramento rochoso está, em média, a 7,0m de profundidade. As escavações têm profundidade máxima de 23,0m com taludes de 1,0V:1,5H na seção molhada e 1V:1H nas partes superiores. No local de construção do poço de sucção da estação, previu-se a escavação em talude vertical onde será feita a concretagem das paredes do poço contra-barranco, não havendo, portanto, reaterros.

As bermas estradas para manutenção do forebay têm 3,5m de largura em ambos os lados e a estrada de acesso ao pátio da estação é feita lateralmente por estrada asfaltada, com 6,0m de largura, através de corte com 8,0% de declividade.

Os forebays de montante e de jusante têm seção molhada 34,0m de largura de fundo e taludes de 1,0V:1,5H. O forebay de jusante tem toda seção revestida com geomembrana de polipropileno de alta densidade (PEAD), com 1,0mm de espessura, ou geomembrana de PVC de 1,00mm, recoberta com placas de concreto simples provido de fibra sintética de polipropileno ou náilon cuja finalidade é a de reduzir os fissuramentos nas placas. As espessuras das placas de revestimento dos forebays são de 7,0cm no fundo e 5,0cm nas laterais (taludes), com exceção dos forebays de montante da EBV-1 com seção revestida em gabião tipo Reno e da EBV-4 com seção revestida com concreto poroso com espessura de 7,0cm no fundo e nos taludes internos.

Dada as condições geotécnicas dos taludes remanescentes das escavações situados acima da seção molhada, não se prevê nenhum dispositivo especial de proteção, sendo necessária somente a criação de uma berma de 3,0m através da retirada das camadas de solos e rocha muito alterada, acompanhando a topografia do topo rochoso.

O aterro do forebay de jusante da EBV-4 é, em parte, construído com materiais escavados à montante e materiais provenientes de jazidas. Com altura máxima de 18,5m, seus taludes externos são de 1,0V:1,5H revestido com enrocamento fino sobre transição graduada de areia e brita. Na parte do aterro do forebay onde serão apoiadas as tubulações de recalque, o talude é de 1,0V:3,0H. As bermas-estradas têm revestimento primário, largura de 6,0m, com acesso dos dois lados pelas bermas do canal do segmento 2215, podendo ser circulada através de uma passagem situada sobre a estrutura de deságue.

2.2.3.2 Fundações

As fundações das casas de bombas das quatro estações do Lote C, têm as seguintes características:

- Na EBV-1, a fundação é do tipo direta com a laje de fundo da casa de bombas apoiada diretamente sobre o conglomerado. A sala de manutenção e o bloco de ancoragem estão apoiados sobre sapatas.
- Na EBV-2 todas as fundações são do tipo direta com as estruturas apoiadas diretamente sobre o topo rochoso escavado;
- A EBV-3 terá suas estruturas apoiadas sobre bloco de CCR que substituirá os solos expansivos, conforme descrito no item anterior;
- A EBV-4 terá suas estruturas apoiadas diretamente sobre o topo rochoso escavado.

2.2.3.3 Estruturas de Concreto Armado

Todas as estruturas de concreto armado das quatro estações de bombeamento serão executadas em concreto primário, classe C25A com fck ≥25MPa aos 28 dias e relação água/cimento de 0,45 e concreto secundário com classe C25B, com fck ≥25MPa aos 28 dias. O concreto ciclópico utilizado no preenchimento das sobre-escavações terá fck≥10MPa aos 28 dias.

O CCR (concreto compactado a rolo) a ser utilizado na substituição dos argilito-siltitos expansivos ocorrentes sob a estrutura da casa de bombas da estação de bombeamento EBV-3, deverá ter fck > 10MPa aos 28 dias (cerca de 100 Kg de cimento por metro cúbico de concreto).

Na **Tabela 2.27** são mostrados todos os elementos de composição das estruturas de concreto das quatro estações.

2.2.4 Drenagem

O sistema de drenagem das estações de bombeamento é composto de três subsistemas, a saber:

- *Drenagem externa* formada pela rede de valetas laterais situadas no terreno natural e desenvolvida no entorno do off-set das escavações da estação, cuja finalidade é a de captar as contribuições das áreas adjacentes e direcioná-la para a rede natural de drenagem;
- *Drenagem das contribuições sobre os taludes e pátio das estações* que consiste na rede de valetas construídas sobre as bermas e o pátio da estação com a finalidade de captar as contribuições e direcioná-las para o sistema adutor do projeto (forebay e canal);
- *Drenagem interna dos forebays de montante e de jusante* constituída de fingers e tubulação perfurada com desenvolvimento longitudinal envelopada com brita sob o revestimento de fundo do forebay e que está no prolongamento da drenagem interna do segmento de canal à montante e jusante. Tem a função de proteger os forebays e os canais a montante e jusante contra os efeitos das sub-pressões nas placas de revestimento nos esvaziamentos totais e parciais do sistema de adução. Os forebays de montante das EBV-1 e EBV-4 são desprovidos desse sistema de drenagem uma vez que na EBV-1 seu forebay é revestido em gabião tipo Reno e na EBV-4 em concreto poroso.

Na EBV-2 a drenagem interna do forebay de montante e do segmento de canal 2206 foi projetada com declividade contrária ao sentido do fluxo no sistema adutor. A captação das águas de drenagem será feita em um poço situado nas proximidades da estrutura de controle de Areias, através de um sistema de bombeamento submerso.

No caso da estação EBV-3, onde o reservatório à montante mais próximo (Mandantes) não é dotado de estrutura de controle, a solução viável para esgotamento dessa drenagem foi de captação com bomba submersa em poço situado no pátio dessa estação.

2.2.5 Interligação Subestações / EBVs

2.2.5.1 Interligação Elétrica Subestações / EBVs – Linhas de 6,9kV

As linhas de transmissão de 6,9kV foram projetadas para transportar as potências necessárias ao fornecimento de alimentação das motobombas e serviços auxiliares das estações de bombeamento. Essas linhas são equipadas com dois condutores por fase com bitolas de 954 MCM para as estações EBV-1, EBV-3 e EBV-4 e 636 MCM para a estação EBV-2. Essas linhas foram projetadas com estruturas autoportante, com tensão de isolamento de 7,2kV e tensão nominal de 6,9kV.

Elas foram projetadas para interligar os transformadores TR01 e TR02 de 230/6,9kV/20MVA as EBV-1, EBV-3 e EBV-4 e de 230/6,9kV/16MVA para a EBV-2.

Essas linhas interligam os secundários dos transformadores TR01 e TR02 com os barramentos de 6,9kV instalados nos cubículos de 6,9kV das estações de bombeamento.

Para proteções dessas linhas foram previstos relés de proteção contra curto circuito, instalados nas subestações de 230kV, e proteções contra descargas atmosféricas através de para-raios instalados nas chegadas das linhas nas respectivas estações de bombeamento. As chegadas das linhas foram projetadas ancoradas nas estruturas dos edifícios principais.

2.2.5.2 Sistemas de Abastecimento de Água Tratada das Subestações

O fornecimento das águas para consumo humano das subestações será a partir das ETAs localizadas nos pátios externos de cada estação de bombeamento.

Após captação nas adutoras as águas serão tratadas nas ETAs compactas, direcionadas para o poço de sucção adjacente, bombeadas e direcionadas para os reservatórios elevados de cada subestação por meio de adutoras com assentamento enterrado em PVC com diâmetro de 50mm.

Tabela 2.27 – Dados Gerais dos Elementos que Compõem as Estruturas de Concreto das Estações de Bombeamento

DESCRIÇÃO	EBV-1	EBV-2	EBV-3	EBV-4
Entrada	Muro de entrada	Corte na própria rocha com devida proteção	Muro de entrada	Corte na própria rocha com devida proteção
Poço de sucção	4	4	4	4
Dimensões dentro a dentro do poço de sucção	12,90x5,16x12,40	12,90x5,16x7,92	12,90x3,80x8,76	12,90x3,80x9,24
Espessura das paredes (sentido tranversal ao fluxo) e tampa do poço de sucção	0,50m	0,50m	0,50m	0,50m
Espessura das paredes (sentido longitudinal ao fluxo)	1,20m	1,20m	1,20m	1,20m
Espessura da laje de fundo do poço de sucção	1,00m	1,00m	1,00m	1,00m
Edifício principal				
Dimensões em planta fora a fora	12,70x39,16	12,70x39,16	12,70x33,72	12,70x33,72
Pilares	80x50 / 50x50	80x50 / 50x50	80x50 / 50x50	80x50 / 50x50
Espessura da laje de fundo	1,00m nas estruturas pesadas e 0,50m	1,00m nas estruturas pesadas e 0,50m	1,00m nas estruturas pesadas e 0,50m	1,00m nas estruturas pesadas e 0,50m
altura do 1° pav a contar da laje de fundo ate a outra laje	7,00m	7,00m	7,00m	7,00m
altura do 2° pav. a contar da laje do 1° pav.	5,50m	5,50m	5,50m	5,50m
altura do 3° pav. a contar da laje do 2° pav.	5,50m	3,15m	3,15m	3,15m
altura do 4° pav. a contar da laje do 3° pav.	2,72m	4,35m	4,35m	4,35m
altura do 5° pav. a contar da laje do 4° pav. Ate o topo	4,47m	-	-	-
Espessuras de lajes intermediárias	0,20m	0,20m	0,20m	0,20m
Vigas com dimensões diversas em sua maioria com	50/100	50/100	50/100	50/100
Edifício de apoio				
Dimensões em planta fora a fora	4,80x39,16	4,80x39,16	4,80x39,91	4,80x39,91
Pilares em sua maioria com dimensões	40/50	40/50	40/50	40/50
Espessura da laje de fundo	0,50m	0,50m	0,50m	0,50m
altura do 1° pav a contar da laje de fundo ate a outra laje	3,50m	3,50m	3,50m	3,50m
altura do 2° pav. a contar da laje do 1° pav.	3,50m	3,50m	3,50m	3,50m
altura do 5° pav. a contar da laje do 4° pav. Ate o topo	5,50m	5,50m	5,50m	5,50m
Espessuras de lajes intermediárias com furos devidamente projetados	0,20m	0,20m	0,20m	0,20m
Vigas com dimensões diversas em sua maioria com	25/60	25/60	25/60	25/60
Bloco de ancoragem				
Dimensões	9,60x8,34x4,55	9,60x8,32x4,55	8,18x9,07x4,21	8,18x9,07x4,21
Laje de fundo	1,00m	1,00m	1,00m	1,00m
Caixa do medido de vazão				
Dimensões dentro a dentro	8,75x4,25x7,34	8,75x4,25x7,34	8,75x4,25x7,34	8,75x4,25x7,34
Espessura das paredes e fundo	0,80m	0,80m	0,80m	0,80m
Tampa	Lajes em placas removíveis com 0,15m de espessura e vigas de 50x50cm	Lajes em placas removíveis com 0,15m de espessura e vigas de 50x50cm	Lajes em placas removíveis com 0,15m de espessura e vigas de 50x50cm	Lajes em placas removíveis com 0,15m de espessura e vigas de 50x50cm
Fundação	É do tipo direta, com a laje de fundo da casa de bombas apoiada sobre o conglomerado. As demais estruturas são apoiadas em pilares e sapatas apoiadas em solo pré estabelecido.	A fundação é do tipo direto, com a laje de fundo da casa de bombas apoiada sobre a rocha, às demais estruturas foram apoiadas na própria rocha.	Fundação direta sobre aterro de CCR em substituição aos argilitos-siltitos ocorrentes sob a estrutura da casa de bombas.	A fundação é do tipo direto, com a laje de fundo da casa de bombas apoiada sobre a rocha, às demais estruturas foram apoiadas na própria rocha.
Muro de arrimo (subida das tubulações)	Comprimento de 21m e altura de 6,95m	Comprimento de 21m e altura de 6,95m	Comprimento de 21m e altura de 5,24m	Comprimento de 21m e altura de 5,57m

2.3 SISTEMAS DE DRENAGEM EXTERNA

O sistema de drenagem externa dimensionado para vazões com 100 anos de recorrência é formado pela rede de valetas laterais situadas no terreno natural e desenvolvida no entorno do off-set das escavações da estação, cuja finalidade é a de captar as contribuições das áreas adjacentes e direcioná-la para a rede natural de drenagem.

O detalhamento do Sistema de Drenagem está apresentado no documento **1230-REL-2701-00-00-001 - Relatório Final do Projeto Executivo do Sistema de Drenagem.**

2.3.1 Drenos Laterais

No sistema de drenagem lateral do sistema adutor foram adotadas seções trapezoidais com taludes de 1V:1H, revestidas com concreto simples. A seção mínima adotada tem base de 0,40m de largura; altura de 0,50m e borda livre de 0,15m. As águas receptadas pela drenagem lateral são direcionadas para bueiros ou para o sistema de drenagem natural.

Na **Tabela 2.28** são apresentados os comprimentos dos drenos laterais dos canais e das estações de bombeamento, com indicação dos lotes de obras, dos segmentos de canais e das EBs. Nas **Tabelas 2.29 a 2.31** são apresentadas, para todos os segmentos de canal, as estruturas de deságüe dos drenos projetados (Lotes 9, 10 e 13).

Tabela 2.28 - Comprimentos dos Drenos - Drenagem Externa Lateral

Lote	Trecho		Comprimento (m)
9	2705	EBV-1 / Reserv. Areias	6.328,48
	2706	Reserv. Areias / EBV-2	3.225,71
	2707	EBV-2 / Reserv. Braúnas	3.542,99
	2708	Reserv. Braúnas / Reserv. Mandantes	13.529,32
	2709	Reserv. Mandantes / EBV-3	1.575,27
	2710	EBV-3 / Reserv. Salgueiro	969,37
	2711	Reserv. Salgueiro / Reserv. Muquém	32.747,40
		Total	**61.918,54**
Lote	**Trecho**		**Comprimento (m)**
10	2712	Reserv. Muquém / Aqueduto Jacaré	9.785,91
	2713	Aqueduto Jacaré / Reserv. Cacimba Nova	13.730,30
	2714	Reserv. Cacimba Nova / EBV-4	1.158,29
	2715	EBV4 / Reserv. Bagres	6.057,28
	2716	Reserv. Bagres / Aqueduto Caetitu	10.660,39
	2717	Aqueduto Caetitu / Reserv. Copiti	3.598,08
		Total	**44.990,25**
Lote	**Trecho**		**Comprimento (m)**
13	2610	EBV-1	761,80
	2620	EBV-2	1.000,94
	2630	EBV-3	1.548,41
	2640	EBV-4	1.103,08
		Total	**4.414,23**
		Total Geral	**111.323,02**

Tabela 2.29 - Estruturas de Deságue dos Drenos Projetados - Lote 09

Trecho	Dreno	Deságue
2705	2705-D01	2705-BUG 01
	2705-D02	2705-BUG 01
	2705-D03	2705-Obra 01
	2705-D04	2705-Obra 01
	2705-D05	2705-Obra 02
	2705-D06	2705-Obra 02
	2705-D07	2705-Obra 03
	2705-D08	2705-Obra 03
	2705-D09	2705-Obra 04
	2705-D10	2705-Obra 04
	2705-D11	2705-Obra 05
	2705-D12	2705-Obra 06
	2705-D13	2705-Obra 06
	2705-D14	2705-BUG 06
	2705-D15	Res. Areias
2706	2706-D01	2706-BUG 01
	2706-D02	2706-BUG 01
	2706-D03	2706-BUG 02
	2706-D04	Terreno Natural
	2706-D05	Terreno Natural
	2706-D08	2706-BUG 04
	2706-D09	2706-BUG 04
	2706-D11	2706-BUG 03
	2706-D12	2706-BUG 06
2707	2707-D01	2707-BUG 01
	2707-D02	2707-BUG 01
	2707-D03	Talvegue
	2707-D04	EBV-2-D04
	2707-D05	2707-Obra 01
	2707-D06	2707-Obra 01
	2707-D07	2707-Obra 02
	2707-D09	2707-Obra 02
	2707-D10	Res. Braúnas
2708	2708-D01	2708-BUG 01
	2708-D02	Terreno Natural
	2708-D04	2708-Obra 01
	2708-D05	2708-Obra 01
	2708-D06	Talvegue
	2708-D07	Terreno Natural
	2708-D08	Terreno Natural
	2708-D09	Terreno Natural
	2708-D11	2708-Obra 02
	2708-D14	2708-Obra 02
	2708-D15	2708-Obra 03
	2708-D16	2708-Obra 03
	2708-D17	Talvegue
	2708-D18	Talvegue
	2708-D19	Talvegue
	2708-D20	2708-Obra 04
	-	-
	-	-
	-	-
2708	2708-D21	2708-Obra 04
	2708-D23	2708-Obra 05
	2708-D25	2708-Obra 05
	2708-D27	2708-BUG 09
	2708-D28	2708-V02
	2708-D29	2708-Obra 06
	2708-D30	2708-Obra 06
	2708-D31	2708-Obra 07
	2708-D32	2708-Obra 07
	2708-D33	2708-Obra 08
	2708-D34	2708-Obra 08
	2708-D35	Talvegue
	2708-D36	Terreno Natural
	2708-D37	2708-Obra 09
	2708-D38	2708-Obra 09
	2708-D39	2708-BUG 13
	2708-D40	2708-Obra 10
	2708-D41	2708-Obra 10
	2708-D42	2708-Obra 11
	2708-D43	2708-Obra 11
	2708-D44	2708-Obra 12
	2708-D45	2708-Obra 12
	2708-D46	2708-Obra 13
	2708-D47	2708-Obra 13
	2708-D48	2708-Obra 14
	2708-D49	2708-Obra 14
	2708-D50	2708-Obra 15
	2708-D51	2708-Obra 15
	2708-D52	2708-Obra 16
	2708-D53	2708-Obra 16
	2708-D54	2708-Obra 17
	2708-D55	2708-Obra 17
	2708-D56	2708-Obra 18
	2708-D57	2708-Obra 18
	2708-D58	2708-BUG 16
	2708-D59	2708-BUG 16
	2708-D60	Res. Mandantes
	2708-D61	2708-BUG 17
	2708-D62	2708-BUG 17
2709	2709-D01	Talvegue
	2709-D02	Res. Mandantes
2710	2710-D01	2710-BUG 01
	2710-D02	2710-BUG 03
	2710-D03	2710-BUG 02
	2710-D05	2710-BUG 04
	2710-D06	2710-BUG 04
	2710-D07	Res. Salgueiro
	-	-
	-	-
	-	-
	-	-
2711	2711-D01	Res. Salgueiro
	2711-D02	2711-Obra 01
	2711-D03	2711-Obra 01
	2711-D04	2711-Obra 02
	2711-D05	2711-Obra 02
	2711-D06	2711-Obra 03
	2711-D07	2711-Obra 03
	2711-D08	2711-BUG 01
	2711-D09	2711-BUG 03
	2711-D10	2711-BUG 02
	2711-D10A	2711-Obra 04
	2711-D11	2711-Obra 04
	2711-D12	2711-Obra 05
	2711-D13	2711-Obra 05
	2711-D14	2711-Obra 06
	2711-D15	2711-Obra 06
	2711-D16	2711-BUG 04
	2711-D17	2711-BUG 04
	2711-D18	2711-BUG 05
	2711-D19	2711-Obra 07
	2711-D20	2711-Obra 07
	2711-D21	2711-Obra 08
	2711-D22	2711-Obra 08
	2711-D23	2711-Obra 09
	2711-D24	2711-Obra 09
	2711-D25	2711-Obra 10
	2711-D26	2711-Obra 10
	2711-D27	2711-BUG 06
	2711-D28	2711-BUG 07
	2711-D29	2711-Obra 11
	2711-D30	2711-Obra 11
	2711-D31	2711-Obra 12
	2711-D32	2711-Obra 12
	2711-D33	2711-Obra 13
	2711-D34	2711-Obra 13
	2711-D35	2711-Obra 14
	2711-D37	Talvegue
	2711-D38	2711-Obra 14
	2711-D39	2711-V08
	2711-D40	Terreno Natural
	2711-D41	Talvegue
	2711-D42	2711-Obra 15
	2711-D43	2711-Obra 15
	2711-D44	2711-Obra 16
	2711-D45	2711-Obra 16
	2711-D46	2711-Obra 17
	2711-D47	2711-Obra 17
	2711-D48	2711-Obra 18
	2711-D49	2711-Obra 18
	2711-D50	Res. Muquém
	2711-D51	2711-BUG 10
	2711-D52	2711-BUG 10

Tabela 2.30 - Estruturas de Deságue dos Drenos Projetados - Lote 10

Trecho	Dreno	Deságue	Trecho	Dreno	Deságue
2712	2712-D01	Res. Muquém	2714	2714-D01	Res. Cac. Nova
	2712-D02	2712-Obra 01	2715	2715-D01	2715-Obra 01
	2712-D03	2712-Obra 02		2715-D02	2715-Obra 01
	2712-D04	2712-Obra 03		2715-D03	2715-BUG 03
	2712-D05	2712-Obra 03		2715-D04	2715-BUG 03
	2712-D06	2712-Obra 04		2715-D05	2715-Obra 02
	2712-D07	2712-Obra 04		2715-D06	2715-Obra 02
	2712-D08	2712-BUG 01		2715-D07	2715-Obra 03
	2712-D09	2712-BUG 05		2715-D08	2715-Obra 03
	2712-D10	2712-BUG 04		2715-D09	2715-Obra 06
	2712-D12	2712-Obra 05		2715-D10	2715-Obra 06
	2712-D13	2712-Obra 05		2715-D11	2715-Obra 07
	2712-D14	2712-Obra 06		2715-D12	2715-Obra 07
	2712-D15	2712-Obra 06		2715-D13	2715-Obra 08
	2712-D16	2712-Obra 07		2715-D14	2715-Obra 08
	2712-D17	2712-Obra 07		2715-D15	2715-Obra 10
	2712-D18	2712-Obra 08		2715-D16	2715-Obra 10
	2712-D19	2712-Obra 08		2715-D17	2715-BUG 04
	2712-D20	2712-Obra 09		2715-D18	2715-BUG 04
	2712-D21	2712-Obra 09		2715-D19	Res. Bagres
	2712-D22	2712-Obra 10	2716	2716-D01	Res. Bagres
	2712-D23	2712-Obra 10		2716-D02	2716-Obra 01
	2712-D24	2712-Obra 11		2716-D03	2716-Obra 01
	2712-D25	2712-Obra 11		2716-D04	2716-Obra 02
	2712-D26	Talvegue		2716-D05	2716-Obra 02
	2712-D27	Talvegue		2716-D06	2716-Obra 03
	2712-D28	2712-BUG 06		2716-D07	2716-Obra 04
	2712-D29	Talvegue		2716-D08	2716-Obra 04
	2712-D30	Talvegue		2716-D09	2716-Obra 05
2713	2713-D01	2713-BUG 01		2716-D10	2716-Obra 05
	2713-D02	2713-BUG 01		2716-D11	2716-Obra 06
	2713-D03	Talvegue		2716-D12	2716-Obra 06
	2713-D04	Talvegue		2716-D13	2716-Obra 07
	2713-D05	2713-Obra 01		2716-D14	2716-Obra 07
	2713-D06	Talvegue		2716-D15	2716-Obra 08
	2713-D07	2713-Obra 02		2716-D16	2716-Obra 09
	2713-D08	2713-Obra 02		2716-D17	2716-Obra 09
	2713-D09	2713-Obra 03		2716-D18	2716-Obra 10
	2713-D10	2713-Obra 03		2716-D19	2716-Obra 10
	2713-D11	2713-Obra 04		2716-D20	2716-Obra 11
	2713-D12	2713-Obra 04		2716-D21	2716-Obra 11
	2713-D13	2713-Obra 05		2716-D22	2716-Obra 12
	2713-D14	2713-Obra 05		2716-D23	2716-Obra 12
	2713-D15	Talvegue		2716-D24	2716-Obra 13
	2713-D16	Talvegue		2716-D25	2716-Obra 13
	2713-D17	2713-Obra 07		2716-D26	2716-BUG 02
	2713-D18	2713-Obra 07		2716-D27	Terr. Natural
	2713-D19	2713-Obra 08		2716-D29	Terr. Natural
	2713-D20	2713-Obra 08		2716-D30	2716-Obra 03
	2713-D21	Talvegue	2717	2717-D01	Terr. Natural
	2713-D22	Talvegue		2717-D02	Terr. Natural
	2713-D23	Talvegue		2717-D03	2717-Obra 01
	2713-D24	Talvegue		2717-D04	Talvegue
	2713-D25	2713-Obra 10		2717-D05	2717-Obra 02
	2713-D26	Talvegue		2717-D06	2717-Obra 02
	2713-D27	2713-BUG 03		2717-D07	Talvegue
	2713-D28	2713-Obra 12		2717-D08	Talvegue
	2713-D29	2713-Obra 12		2717-D09	Terr. Natural
	2713-D30	2713-BUG 05		2717-D10	2717-BUG 01
	2713-D31	2713-BUG 06		2717-D11	2717-Obra 01
	2713-D32	Res. Cac. Nova		-	-

Tabela 2.31 - Estruturas de Deságue dos Drenos Projetados - Lote 13

Trecho	Dreno	Deságue
2610	EBV-1-D01	Dreno do Canal de Aproximação da EBV-1 (Exército)
	EBV-1-D02	Dreno do Canal de Aproximação da EBV-1 (Exército)
2620	EBV-2-D01	2720-Obra 08
	EBV-2-D02	2720-Obra 08
	EBV-2-D03	Talvegue
	EBV-2-D04	Talvegue
2630	2630-D01	2709-D01
	2630-D02	Talvegue
	2630-D03	Talvegue
2640	2640-D01	Terreno Natural
	2640-D02	Terreno Natural
	2640-D03	CX.21 do Sistema de Drenagem dos Taludes da EBV-4
	2640-D04	CX.11 do Sistema de Drenagem dos Taludes da EBV-4
	2640-D05	2640-BUG 01
	2640-D06	2640-BUG 01
	2640-D07	Terreno Natural

2.3.2 Bueiros

Os bueiros foram dimensionados para o tempo de recorrência de 100 anos, utilizando-se células e tubos em seções simples, duplas ou triplas, com exceção das obras bueiro 10 do segmento de canal 2211 (seis células) e bueiro 10 do segmento de canal 2213 (oito células) os quais são descritos adiante.

A capacidade máxima de vazão para cada célula foi admitida igual àquela correspondente a vazão crítica, **$Q_{máx.}=1,71xBxH^{3/2}$** para bueiros celulares e $Q_{máx.}$= **$1,533xD^{5/2}$** para bueiros tubulares. Desta forma, são apresentadas na **Tabela 2.32** as dimensões das células e as capacidades máximas de vazão para cada uma das seções dos bueiros celulares utilizados.

Na **Tabela 2.33** são apresentados os diâmetros e as capacidades máximas de vazão para cada uma das seções dos bueiros tubulares.

Na **Figura 2.25** são apresentados os desenhos esquemáticos dos referidos dispositivos de drenagem transversal.

Tabela 2.32 - Capacidades Máximas de Vazão - Bueiros Celulares

Dimensões (m)		Capacidade Máxima (m³/s)		
B	H	Simples (BSCC)	Duplo (BDCC)	Triplo (BTCC)
1,00	1,50	3,14	5,97	8,48
1,50	1,50	4,70	8,93	12,69
2,00	2,00	9,64	18,33	26,04
2,50	2,50	16,85	32,01	45,49
3,00	3,00	26,58	50,50	71,76

Onde:

B ⇒ Largura da célula;

H ⇒ Altura da célula;

BSCC ⇒ Bueiro Simples Celular de Concreto;

BDCC ⇒ Bueiro Duplo Celular de Concreto;

BTCC ⇒ Bueiro Triplo Celular de Concreto.

Tabela 2.33 - Capacidades Máximas de Vazão - Bueiros Tubulares

Dimensões (m)	Capacidade Máxima (m³/s)		
D	Simples (BSTC)	Duplo (BDTC)	Triplo (BTTC)
0,80	0,88	1,76	2,64
1,00	1,54	3,07	4,61
1,20	2,42	4,84	7,27

Onde:

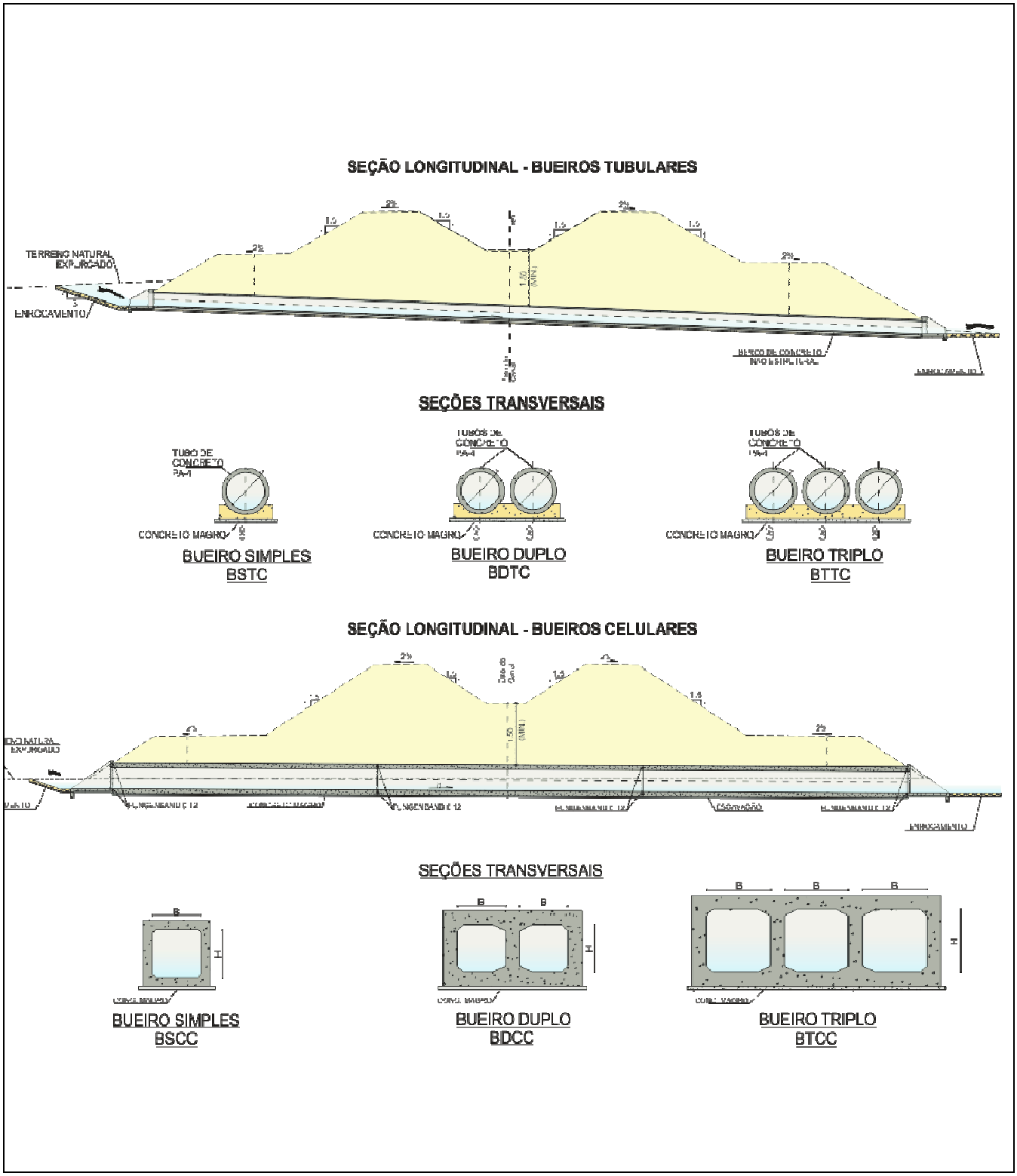
D ⇒ Diâmetro da tubulação;

BSTC ⇒ Bueiro Simples Tubular de Concreto;

BDTC ⇒ Bueiro Duplo Tubular de Concreto;

BTTC ⇒ Bueiro Triplo Tubular de Concreto.

Figura 2.25 - Desenhos Esquemáticos dos Dispositivos de Drenagem Transversal



A partir do conhecimento da vazão de projeto e das características da seção transversal do canal adutor foi concebido, para cada um dos bueiros, um traçado de perfil longitudinal, conformando uma ou duas declividades de fundo das células. As cotas dos bueiros foram estabelecidas de modo a manter, no mínimo, uma distância de 1,5m, entre o fundo do canal e o topo do bueiro na região do fundo do canal caracterizando desta forma dois tipos, quais sejam: Tipo 1 e Tipo 2, com uma ou duas declividades respectivamente.

Como obra especial, tem-se o bueiro 10 do segmento de canal 2211 - Lote 9, que possui uma capacidade de vazão de cerca de 105m^3/s. Esta obra (bueiro sêxtuplo) foi dimensionada no regime normal de escoamento (tranquilo ou fluvial), resultando em 06 células em concreto de dimensões de 3,0mx3,0m.

Também foi considerada uma “obra especial”, o bueiro 10 do segmento de canal 2213, que possui oito células de 2,0mx2,0m, para possibilitar a passagem de uma vazão de 125,26m^3/s, dimensionado admitindo-se o escoamento em descarga livre.

Nas **Tabelas 2.34 e 2.35** são apresentadas as características das obras de travessia do sistema de drenagem com o canal adutor.

2.3.3 Overchute

Em todo o Lote C do Projeto, foi projetado apenas um overchute no segmento de canal 2208, entre as barragens Braúnas e Mandantes. Trata-se da obra 02, que é composta de estrutura de entrada, de calha e de estrutura de transição para a restituição a jusante, além das obras que constituem as mesoestrutura (pilares) e infraestrutura (fundações).

Na **Figura 2.26** é apresentado o desenho esquemático desta obra.

Tabela 2.34 - Obras de Travessia no Trecho do Lote C, Eixo Leste - Localização, Características e Vazão de Projeto

Trecho	Nº do Trecho	Obra	Tipo da Obra	Estaca da Obra	Vazão de projeto (m³/s)	Ângulo de Esconsidade
EBV-1 / Reserv. Areias	2705	Bueiro - 1	BSTC-1,0	386+9,86	0,804	78º53'28"
		Bueiro - 2	BSCC-1,0X1,5	428+1,86	2,150	91°32'22"
		Bueiro - 3	BSCC-1,0X1,5	468+0,52	0,670	111°48'43"
		Bueiro - 4	BSCC-1,0X1,5	493+15,00	1,010	116°37'39"
		Bueiro - 5	BSCC-1,0X1,5	538+15,30	1,404	59°2'47"
		Bueiro - 6	BSCC-2,0X2,0	567+18,54	6,745	71°41'53"
Reserv. Areias / EBV-2	2706	-	-	-	-	-
EBV-2 / Reserv. Braúnas	2.620	Bueiro - 8	BSCC-1,0X1,5	873+10,00	2,058	90°0'0"
	2707	Bueiro - 1	BSCC-1,5X1,5	935+12,85	0,829	96°49'19"
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	971+1,10	0,719	56°12'37"
Reserv. Braúnas / Reserv. Mandantes	2708	Bueiro - 1	BSTC-1,2	1097+11,91	0,690	90°0'0"
		Overchute - 2	OVC(100x110)	1226+1,76	1,143	
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	1251+13,47	1,246	83°59'41"
		Bueiro - 4	BSCC-1,5X1,5	1275+7,01	1,452	44°36'13"
		Bueiro - 5	BSTC-1,2	1299+17,71	1,594	96°19'3"
		Bueiro - 6	BSTC-1,2	1311+3,02	1,385	109°48'6"
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	1335+9,48	1,664	70°52'23"
		Bueiro - 8	BSCC-1,5X1,5	1362+2,98	3,421	77°34'18"
		Bueiro - 9	BSCC-1,5X1,5	1392+10,89	4,304	61°37'40"
		Bueiro - 10	BSCC-1,5X1,5	1433+10,59	2,284	78°24'55"
		Bueiro - 11	BSCC-1,5X1,5	1450+19,95	0,205	89°3'19"
		Bueiro - 12	BSTC-1,2	1462+10,08	0,365	117°21'34"
		Bueiro - 13	BSCC-1,5X1,5	1475+13,75	2,041	91°2'32"
		Bueiro - 14	BSCC-1,5X1,5	1497+10,51	1,540	88°45'11"
		Bueiro - 15	BSTC-1,2	1527+2,19	1,263	71°30'55"
		Bueiro - 16	BSCC-1,5X1,5	1546+11,98	1,205	79°11'3"
		Bueiro - 17	BSTC-1,2	1575+3,55	0,603	93°58'26"
		Bueiro - 18	BSCC-1,5X1,5	1593+10,58	4,004	89°7'59"
Reserv. Mandantes / EBV-3	2709	-	-	-	-	-
EBV-3 / Reserv. Salgueiro	2710	-	-	-	-	-
Reserv. Salgueiro / Reserv. Muquém	2711	Bueiro - 1	BTCC-3,0X3,0	2115+11,39	52,320	109°51'20"
		Bueiro - 2	BDCC-3,0X3,0	2150+18,05	38,340	89°13'33"
		Bueiro - 3	BSCC-2,5X2,5	2311+0,00	15,180	91°3'10"
		Bueiro - 4	BDCC-3,0X3,0	2398+0,00	37,100	90°55'0"
		Bueiro - 5	BDTC-1,2	2411+0,00	2,958	90°13'45"
		Bueiro - 6	BDCC-3,0X3,0	2661+7,01	38,200	98°49'22"
		Bueiro - 7	BSCC-2,0X2,0	2736+2,04	9,173	86°43'51"
		Bueiro - 8	BDCC-3,0X3,0	2766+5,15	49,850	83°9'54"
		Bueiro - 9	BDCC-2,5X2,5	2865+17,97	28,690	67°32'44"
		Bueiro - 10	BsextCC-3,0X3,0	2879+15,47	105,020	51°50'23"
		Bueiro - 11	BDCC-3,0X3,0	2995+17,07	42,370	73°26'10"
		Bueiro - 12	BSCC-2,5X2,5	3111+1,69	9,747	90°20'15"
		Bueiro - 13	BSCC-3,0X3,0	3190+10,32	22,530	116°10'12"
		Bueiro - 14	BSCC-2,5X2,5	3248+14,91	15,750	119°34'45"
		Bueiro - 15	BSCC-1,5X1,5	3312+9,81	1,523	48°36'49"
		Bueiro - 16	BDTC-1,2	3347+14,70	3,716	60°48'11"
		Bueiro - 17	BSTC-1,2	3360+18,95	2,304	99°29'56"
		Bueiro - 18	BSCC-2,0X2,0	3389+7,16	6,523	60°59'39"
Reserv. Muquém / Aqueduto Jacaré	2712	Bueiro - 1	BSCC-1,5X1,5	3587+10,43	3,530	113°37'3"
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	3618+8,05	1,980	135°58'8"
		Bueiro - 3	BSCC-2,0X2,0	3635+0,00	6,470	90°0'13"
		Bueiro - 4	BSCC-2,0X2,0	3688+17,23	7,150	109°2'46"
		Bueiro - 5	BSCC-1,5X1,5	3756+8,73	2,070	143°48'48"
		Bueiro - 6	BSTC-1,2	3774+2,91	1,560	68°7'55"
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	3790+18,88	1,610	91°58'34"
		Bueiro - 8	BSCC-2,0X2,0	3807+12,33	4,820	117°14'27"
		Bueiro - 9	BTCC-3,0X3,0	3813+12,00	68,780	49°9'20"
		Bueiro - 10	BSCC-2,0X2,0	3855+14,00	6,990	122°47'7"
		Bueiro - 11	BSCC-1,5X1,5	3908+11,61	1,980	131°9'4"

Tabela – 2.34 - Obras de Travessia no Trecho do Lote C - Eixo Leste - Localização, Características e Vazão de Projeto (Continuação)

Trecho	Nº do Trecho	Obra	Tipo da Obra	Estaca da Obra	Vazão de projeto (m³/s)	Ângulo de Esconsidade
Aqueduto Jacaré / Reserv. Cacimba Nova	2713	Bueiro - 1	BSTC-1,2	4084+7,12	0,620	44°56'46"
		Bueiro - 2	BDTC-1,2	4136+6,68	6,100	106°7'17"
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	4150+16,14	0,460	72°25'58"
		Bueiro - 4	BSTC-1,2	4184+4,43	2,240	74°27'36"
		Bueiro - 5	BSTC-1,2	4210+17,28	2,990	116°34'58"
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	4287+11,03	1,810	98°58'8"
		Bueiro - 8	BSTC-1,2	4301+12,41	2,140	79°14'14"
		Bueiro - 9	BDCC-1,5X1,5	4395+9,62	9,530	102°13'23"
		Bueiro - 10	BOCC-2,0X2,0	4448+18,36	125,260	91°26'18"
		Bueiro - 12	BTCC-2,0X2,0	4545+4,69	21,840	80°57'50"
Reserv. Cacimba Nova / EBV-4	2714	-	-	-	-	-
EBV4 / Reserv. Bagres	2715	Bueiro - 1	BSCC-1,5X1,5	4879+0,00	0,430	89°18'53"
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	4911+4,54	0,460	85°14'38"
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	4925+16,06	1,220	79°51'36"
		Bueiro - 6	BSCC-1,5X1,5	4987+1,54	4,270	68°3'48"
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	5019+12,95	2,950	92°40'51"
		Bueiro - 8	BSCC-1,5X1,5	5063+5,39	2,420	105°25'12"
		Bueiro - 10	BSCC-1,5X1,5	5090+16,93	6,860	127°12'42"
Reserv. Bagres / Aqueduto Caetitu	2716	Bueiro - 1	BSCC-2,0X2,0	5272+8,82	8,310	68°47'25"
		Bueiro - 2	BSCC-2,0X2,0	5281+10,77	10,430	95°16'0"
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	5317+18,32	4,390	36°30'25"
		Bueiro - 4	BSCC-2,0X2,0	5331+2,75	6,390	115°55'2"
		Bueiro - 5	BSCC-1,5X1,5	5368+10,94	5,270	116°25'21"
		Bueiro - 6	BSCC-2,0X2,0	5390+14,14	10,740	96°25'37"
		Bueiro - 7	BSCC-1,5X1,5	5447+16,29	2,900	101°16'41"
		Bueiro - 8	BSCC-1,5X1,5	5485+17,46	5,020	100°49'48"
		Bueiro - 9	BSCC-1,5X1,5	5511+1,18	3,030	79°44'3"
		Bueiro - 10	BDCC-2,5X2,5	5545+11,28	29,700	84°50'23"
		Bueiro - 11	BSCC-2,0X2,0	5584+4,63	9,760	92°4'52"
		Bueiro - 12	BSCC-1,5X1,5	5676+9,81	5,350	127°32'22"
		Bueiro - 13	BSCC-1,5X1,5	5693+13,53	2,660	104°39'19"
Aqueduto Caetitu / Reserv. Copiti	2717	Bueiro - 1	BSTC-1,2	5774+7,05	2,120	39°44'50"
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	5798+11,02	7,240	87°35'43"

Tabela 2.35 - Características dos Bueiros de Greide (BUGs)

Trecho	BUG nº	Comprimento (m)	Área		Vazão	Tipo de BUG (DN)	Canal	Estrada
			ha	km^2	m^3/s		Localização / Estaca	Localização / Estaca
2705	1	10,000	9,71	0,0971	0,733	BUG S 80	D - 323 + 16.00	D - 323+13.00
	2	20,000	19,56	0,1956	1,309	BUG S 100	E - 425 + 0.00	Acesso E 425
	3	20,000	6,31	0,0631	0,513	BUG S 80	E - 496 + 0.00	Acesso E 496
	4	20,000	3,80	0,038	0,337	BUG S 80	E - 527 + 0.00	Acesso E 527
	5	21,000	24,79	0,2479	1,592	BUG S 120	D - 535 + 0.00	D - 535+0.00
	7	15,000	0,35	0,0035	0,047	BUG S 80	D - 543 + 10.00	Acesso D 543+10.00
	8	16,000	0,31	0,0031	0,042	BUG S 80	D - 546 + 10.00	D - 547+5.00
	9	18,000	0,98	0,0098	0,110	BUG S 80	D - 548 + 13.00	D - 549+0.00
	10	10,000	1,45	0,0145	0,152	BUG S 80	E - 543 + 0.00	Acesso E 543+10.00
	11	16,000	1,03	0,0103	0,114	BUG S 80	E - 546 + 0.00	Acesso E 546
	12	8,000	1,59	0,0159	0,164	BUG S 80	D - 623 + 0.00	D - 624+0.00
	13	8,000	1,18	0,0118	0,128	BUG S 80	D - 629 + 0.00	Acesso D 629
	14	11,000	0,66	0,0066	0,079	BUG S 80	D - 636 + 0.00	Acesso D 637
	6	10,000	9,38	0,0938	0,712	BUG S 80	D - 651 + 0.00	D - 654+7.00
2706	1	10,000	0,45	0,0045	0,058	BUG S 80	D - 788 + 0.00	Acesso D 788
	2	11,000	24,21	0,2421	1,561	BUG S 120	D - 788 + 0.00	D - 785+14.00
	6	9,000	0,61	0,0061	0,074	BUG S 80	D - 859 + 9.00	D - 859+0.00
	3	10,000	2,16	0,0216	0,211	BUG S 80	E - 854 + 0.00	Rotatória EBV-2
	4	10,000	0,43	0,0043	0,055	BUG S 80	E - 858 + 0.00	Rotatória EBV-2
2707	1	11,000	30,23	0,3023	1,877	BUG S 120	E - 877 + 16.00	D - 874+15.00
	4	10,000	44,80	0,448	2,599	BUG D 100	D - 872 + 0.00	D - 873+5.00
2708	1	8,000	0,92	0,0092	0,104	BUG S 80	D - 1076 + 0.00	D - 1078+11.00
	9	17,000	0,36	0,0036	0,048	BUG S 80	D - 1301 + 0.00	D - 1302+6.00
	10	13,000	0,28	0,0028	0,039	BUG S 80	D - 1306 + 8.00	Ponte/Acesso D - 1306
	11	12,000	0,50	0,005	0,063	BUG S 80	D - 1309 + 0.00	D - 1313+14.00
	12	14,000	0,54	0,0054	0,067	BUG S 80	D - 1321 + 0.00	D - 1325+0.00
	13	12,000	2,60	0,026	0,246	BUG S 80	D - 1403 + 0.00	D - 1406+5.00
	14	16,000	0,39	0,0039	0,051	BUG S 80	D - 1554 + 13.00	D - 1560+0.00
	15	21,000	0,41	0,0041	0,053	BUG S 80	E - 1595 + 0.00	Acesso E - 1595
	16	17,000	0,24	0,0024	0,034	BUG S 80	E - 1596 + 0.00	Ponte/Acesso E - 1596
	18	16,000	0,76	0,0076	0,089	BUG S 80	D - 1595 + 0.00	D - 1600+0.00
	19	24,000	0,49	0,0049	0,062	BUG S 80	D - 1596 + 0.00	Acesso D 1596
	17	9,000	2,49	0,0249	0,237	BUG S 80	D - 1606 + 0.00	Ponte/Acesso D - 1596
2709	-	-	-	-	-	-	-	-
2710	1	18,000	2,85	0,0285	0,265	BUG S 80	D - 1820 + 0.00	D - 1822 + 10.00
	3	8,000	4,81	0,0481	0,409	BUG S 80	D - 1823 + 0.00	D - 1824+0.00
	2	7,000	2,25	0,0225	0,218	BUG S 80	E - 1831 + 0.00	E - 1831 + 12.80
	5	14,000	0,29	0,0029	0,040	BUG S 80	D - 1831 + 0.00	Acesso D 1831
	4	8,000	0,61	0,0061	0,074	BUG S 80	E - 1865 + 0.00	E - 1866+0.00

Tabela 2.35 - Características dos Bueiros de Greide (BUGs) - (Continuação)

Trecho	BUG nº	Comprimento (m)	Área		Vazão	Tipo de BUG (DN)	Canal	Estrada
			ha	km^2	m^3/s		Localização / Estaca	Localização / Estaca
2711	1	19,000	1,78	0,0178	0,180	BUG S 80	E - 2360 + 0.00	E - 2363 + 0.00
	2	61,000	3,92	0,0392	0,346	BUG S 80	D - 2362 + 0.00	Ponte/Acesso D - 2362
	3	12,000	1,70	0,017	0,173	BUG S 80	E - 2370 + 10.00	E - 2373 + 14.60
	4	14,000	1,14	0,0114	0,124	BUG S 80	E - 2719 + 0.00	E - 2722 + 5.33
	11	17,000	0,32	0,0032	0,043	BUG S 80	D - 2721 + 0.00	Ponte D - 2721 + 0.00
	5	11,000	1,35	0,0135	0,143	BUG S 80	D - 2728 + 10.00	D - 2729 + 0.00
	6	8,000	2,88	0,0288	0,315	BUG S 80	D - 2914 + 14.00	D - 2916 + 14.55
	7	8,000	2,90	0,029	0,317	BUG S 80	D - 2947 + 0.00	D - 2946 + 16.36
	8	13,000	0,57	0,0057	0,082	BUG S 80	D - 3251 + 0.00	Ponte D - 3252 + 0.00
	9	11,000	0,80	0,008	0,109	BUG S 80	E - 3255 + 0.00	Ponte D - 3255 + 0.00
	12	15,000	0,29	0,0029	0,047	BUG S 80	D + 3255 + 0.00	Acesso D - 3256
	10	10,000	1,32	0,0132	0,165	BUG S 80	E - 3439 + 0.00	E - 3443 + 16.23
2712	1	11,000	1,84	0,0184	0,217	BUG S 80	D - 3697 + 0.00	Acesso D 3697
	2	24,000	1,99	0,0199	0,232	BUG S 80	D - 3696 + 0.00	Ponte D / 3698 + 17.18
	3	23,000	2,30	0,023	0,261	BUG S 80	D - 3693 + 0.00	Acesso D 3693
	4	12,000	1,11	0,0111	0,143	BUG S 80	E - 3696 + 0.00	Ponte E / 3698 + 17.18
	5	10,000	1,77	0,0177	0,210	BUG S 80	E - 3691 + 0.00	E - 3692 + 19.31
	6	11,000	2,59	0,0259	0,288	BUG S 80	E - 3970 + 0.00	E - 3969 + 19.70
2713	1	12,000	2,91	0,0291	0,318	BUG S 80	E - 4041 + 0.00	E - 4040 + 19.41
	2	12,000	1,54	0,0154	0,187	BUG S 80	E - 4069 + 0.00	E - 4071 + 0.00
	3	24,000	3,58	0,0358	0,377	BUG S 80	Ponte D / 4534 + 15.57	Ponte D / 4534 + 15.57
	4	20,000	0,31	0,0031	0,050	BUG S 80	D - 4537 + 13.31	Acesso D 4538
	5	13,000	1,28	0,0128	0,161	BUG S 80	E - 4534 + 0.00	E - 4537 + 6.09
	6	12,000	1,84	0,0184	0,217	BUG S 80	E - 4541 + 0.00	E - 4547 + 4.20
2714	-	-	-	-	-	-	-	-
2715	1	21,000	2,33	0,0233	0,264	BUG S 80	E - 4864 + 0.00	E - 4867 + 3.80
	2	29,000	0,27	0,0027	0,044	BUG S 80	D - 4870 + 0.00	Acesso D 4870
	3	38,000	8,03	0,0803	0,736	BUG S 80	D - 4879 + 0+00	D - 4884 + 13.07
	4	11,000	3,26	0,0326	0,544	BUG S 80	D 5115 + 0.00	D - 5122 + 9.97
2716	1	12,000	1,01	0,0101	0,206	BUG S 80	D - Estr. Controle 5219 + 0.00	D - Estr. Controle 5219 + 0.00
	2	50,000	13,97	0,1397	1,816	BUG S 120	E - 5725 + 10.00	Acesso E 5725
	3	14,000	13,54	0,1354	1,770	BUG S 120	D - 5716 + 0.00	D - 5745 + 4.66
2717	1	13,000	14,47	0,1447	1,870	BUG S 120	D - 5854 + 16.32	D - 5854 + 16.32

2.3.4 Sistemas de Drenagem dos Taludes de Corte e Aterro do Canal Adutor

Nas bermas dos trechos em corte dos canais, assim como nas bermas intermediárias dos grandes cortes e grandes aterros, estão previstas canaletas de interceptação dos escoamentos superficiais dos taludes que direcionarão as águas captadas para o sistema natural de drenagem.

As canaletas de drenagem para os taludes foram projetadas em concreto simples de seção retangular. Admitiu-se como parâmetros a menor largura de base de 0,30m e as alturas com bordo livre de 0,05m. A capacidade de vazão das canaletas para recorrência de 100 anos foi calculada considerando-se a declividade longitudinal de 0,0001m/m e o coeficiente de escoamento de Manning igual a 0,015.

Os sistemas de drenagem para as bermas de manutenção do canal serão em concreto com seções em meia-cana e em seção retangular. As seções meia-cana terão diâmetro variando de 0,20m a 0,50m e as seções retangulares terão base variando de 0,30m a 0,50m. As seções meia-cana terão a declividade das bermas, 0,0001m/m. As seções retangulares poderão apresentar declividades superiores à das bermas. Ambas as seções tiveram sua capacidade de escoamento calculada utilizando-se o valor do coeficiente de Manning 0,015**.**

A **Tabela 2.36** apresenta os trechos de canal com as características das canaletas de drenagem dos taludes intermediários e a **Tabela 2.37** as características das canaletas nas bermas de manutenção.

Na **Figura 2.27** são apresentados os desenhos esquemáticos destes dispositivos de drenagem.

Figura 2.26 – Desenho Esquemático do Overchute

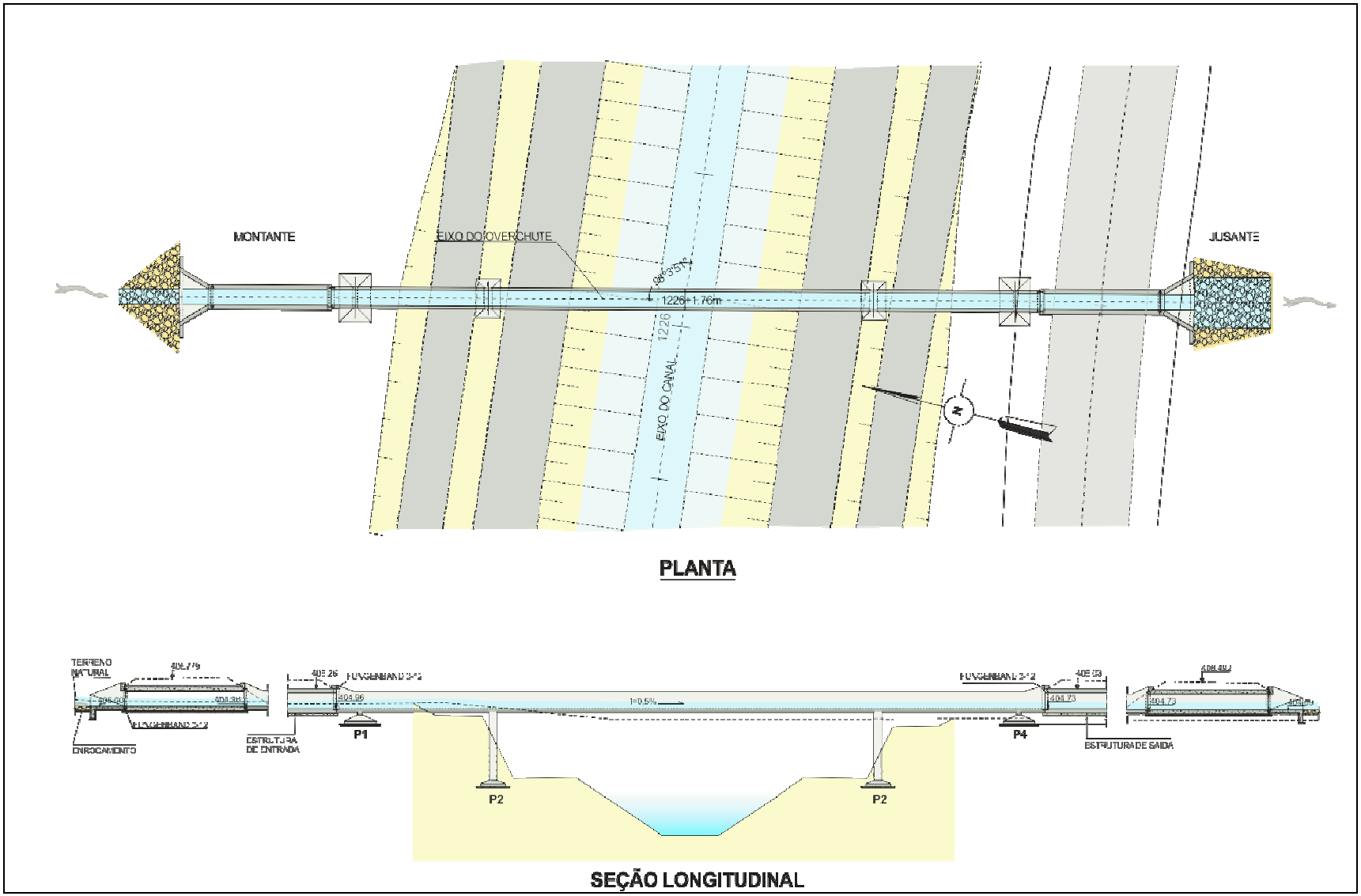


Figura 2.27 – Desenho Esquemático dos Dispositivos de Drenagem dos Taludes de Corte e Aterro do Canal

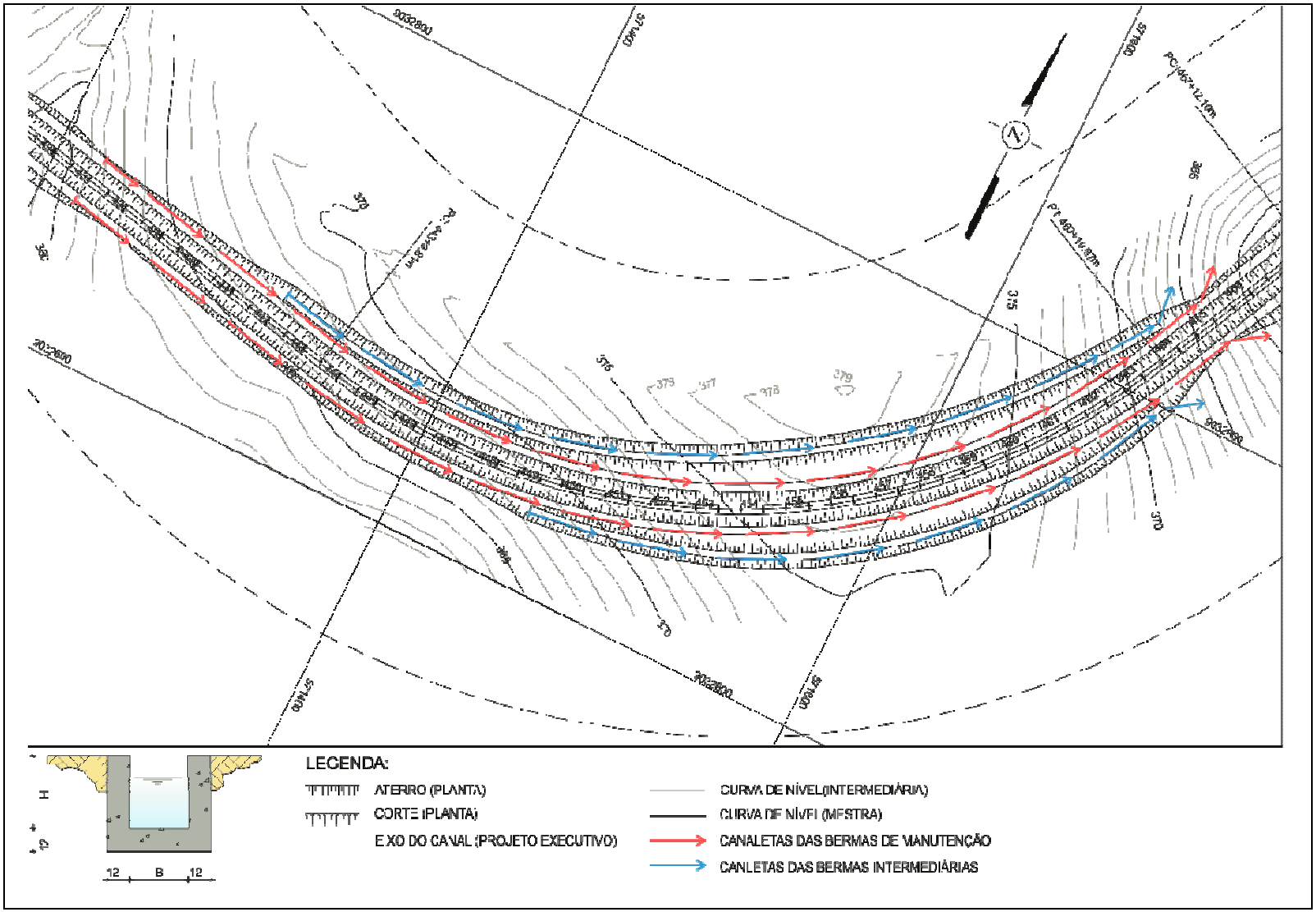


Tabela 2.36- Drenos de Talude do Canal

Canal	Dreno	Estaca (Eixo do Canal)			Comprimento (m)	Comprimento Acumulado (m)	Cota		Declividade (m/m)	Base (m)	Altura (m)	Nota
							Berma (m)	Gl Dreno (m)				
2205	DT-2205-001-E	450	+	10	0,00	0,00	362,344	362,044	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		451	+	0	10,00	10,00	362,338	362,043	0,0001	0,3	0,3	
		452	+	0	20,00	30,00	362,336	362,041	0,0001	0,3	0,3	
		453	+	0	20,00	50,00	362,334	362,039	0,0001	0,3	0,3	
		454	+	0	20,00	70,00	362,332	362,037	0,0001	0,3	0,3	
		455	+	0	20,00	90,00	362,33	362,035	0,0001	0,3	0,3	
		456	+	0	20,00	110,00	362,328	362,033	0,0001	0,3	0,3	
		457	+	0	20,00	130,00	362,326	362,031	0,0001	0,3	0,3	
		458	+	0	20,00	150,00	362,324	362,029	0,0001	0,3	0,3	
		459	+	0	20,00	170,00	362,322	362,027	0,0001	0,3	0,3	
		460	+	0	20,00	190,00	362,32	362,025	0,0001	0,3	0,3	
		461	+	0	20,00	210,00	362,318	362,023	0,0001	0,3	0,3	
		462	+	0	20,00	230,00	362,316	362,021	0,0001	0,3	0,3	
	DT-2205-001-D	452	+	0	0,00	0,00	362,336	362,036	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		453	+	0	20,00	20,00	362,334	362,034	0,0001	0,3	0,3	
		454	+	0	20,00	40,00	362,332	362,032	0,0001	0,3	0,3	
		455	+	0	20,00	60,00	362,33	362,03	0,0001	0,3	0,3	
		456	+	0	20,00	80,00	362,328	362,028	0,0001	0,3	0,3	
		457	+	0	20,00	100,00	362,326	362,026	0,0001	0,3	0,3	
		458	+	0	20,00	120,00	362,324	362,024	0,0001	0,3	0,3	
		459	+	0	20,00	140,00	362,322	362,022	0,0001	0,3	0,3	
		460	+	0	20,00	160,00	362,32	362,02	0,0001	0,3	0,3	
		461	+	0	20,00	180,00	362,318	362,018	0,0001	0,3	0,3	
		461	+	10	10,00	190,00	362,317	362,017	0,0001	0,3	0,3	
2208	DT-2208-001-E	1196	+	0	0,00	0,00	401,043	400,695	-0,0001	0,3	0,35	Anti Fluxo
		1197	+	0	20,00	20,00	401,041	400,697	-0,0001	0,3	0,35	
		1198	+	0	20,00	40,00	401,039	400,699	-0,0001	0,3	0,35	
		1199	+	0	20,00	60,00	401,037	400,701	-0,0001	0,3	0,35	
		1200	+	0	20,00	80,00	401,035	400,703	-0,0001	0,3	0,35	
		1201	+	0	20,00	100,00	401,033	400,705	-0,0001	0,3	0,35	
		1202	+	0	20,00	120,00	401,031	400,707	-0,0001	0,3	0,35	
		1203	+	0	20,00	140,00	401,029	400,709	-0,0001	0,3	0,35	
		1204	+	0	20,00	160,00	401,027	400,711	-0,0001	0,3	0,35	
		1205	+	0	20,00	180,00	401,025	400,713	-0,0001	0,3	0,3	
		1206	+	0	20,00	200,00	401,023	400,715	-0,0001	0,3	0,3	
		1207	+	0	20,00	220,00	401,021	400,717	-0,0001	0,3	0,3	
		1208	+	0	20,00	240,00	401,019	400,719	-0,0001	0,3	0,3	
	DT-2208-001-E	1209	+	0	20,00	260,00	401,017	400,717	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1210	+	0	20,00	280,00	401,015	400,715	0,0001	0,3	0,3	
		1211	+	0	20,00	300,00	401,013	400,713	0,0001	0,3	0,3	
		1212	+	0	20,00	320,00	401,011	400,711	0,0001	0,3	0,3	
		1213	+	0	20,00	340,00	401,009	400,709	0,0001	0,3	0,3	
		1214	+	0	20,00	360,00	401,007	400,707	0,0001	0,3	0,3	
		1215	+	0	20,00	380,00	401,005	400,705	0,0001	0,3	0,3	
		1216	+	0	20,00	400,00	401,003	400,703	0,0001	0,3	0,3	

Tabela 2.36 - Drenos de Talude do Canal (Continuação)

Canal	Dreno	Estaca (Eixo do Canal)			Comprimento (m)	Comprimento Acumulado (m)	Cota		Declividade (m/m)	Base (m)	Altura (m)	Nota
							Berma (m)	Gl Dreno (m)				
2208	DT-2208-002-D	1197	+	0	0,00	0,00	401,041	400,697	-0,0001	0,3	0,35	Anti fluxo
		1198	+	0	20,00	20,00	401,039	400,699	-0,0001	0,3	0,35	
		1199	+	0	20,00	40,00	401,037	400,701	-0,0001	0,3	0,35	
		1200	+	0	20,00	60,00	401,035	400,703	-0,0001	0,3	0,35	
		1201	+	0	20,00	80,00	401,033	400,705	-0,0001	0,3	0,35	
		1202	+	0	20,00	100,00	401,031	400,707	-0,0001	0,3	0,35	
		1203	+	0	20,00	120,00	401,029	400,709	-0,0001	0,3	0,35	
		1204	+	0	20,00	140,00	401,027	400,711	-0,0001	0,3	0,35	
		1205	+	0	20,00	160,00	401,025	400,713	-0,0001	0,3	0,35	
		1206	+	0	20,00	180,00	401,023	400,715	-0,0001	0,3	0,35	
		1207	+	0	20,00	200,00	401,021	400,717	-0,0001	0,3	0,3	
		1208	+	0	20,00	220,00	401,019	400,719	-0,0001	0,3	0,3	
	DT-2208-002-D	1209	+	0	20,00	240,00	401,017	400,717	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1210	+	0	20,00	260,00	401,015	400,715	0,0001	0,3	0,3	
		1211	+	0	20,00	280,00	401,013	400,713	0,0001	0,3	0,3	
		1212	+	0	20,00	300,00	401,011	400,711	0,0001	0,3	0,3	
		1213	+	0	20,00	320,00	401,009	400,709	0,0001	0,3	0,3	
		1214	+	0	20,00	340,00	401,007	400,707	0,0001	0,3	0,3	
		1214	+	10	10,00	350,00	401,006	400,706	0,0001	0,3	0,3	
	DT-2208-003-E	1231	+	10	0,00	0,00	400,973	400,673	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1232	+	0	10,00	10,00	400,972	400,672	0,0001	0,3	0,3	
		1233	+	0	20,00	30,00	400,97	400,67	0,0001	0,3	0,3	
		1234	+	0	20,00	50,00	400,968	400,668	0,0001	0,3	0,3	
		1235	+	0	20,00	70,00	400,966	400,666	0,0001	0,3	0,3	
		1236	+	0	20,00	90,00	400,964	400,664	0,0001	0,3	0,3	
		1237	+	0	20,00	110,00	400,962	400,662	0,0001	0,3	0,3	
		1238	+	0	20,00	130,00	400,96	400,66	0,0001	0,3	0,3	
		1239	+	0	20,00	150,00	400,958	400,658	0,0001	0,3	0,3	
		1239	+	12	12,00	162,00	400,9568	400,6568	0,0001	0,3	0,3	
	DT-2208-004-D	1232	+	0	0,00	0,00	400,971	400,671	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1233	+	0	20,00	20,00	400,969	400,669	0,0001	0,3	0,3	
		1234	+	0	20,00	40,00	400,967	400,667	0,0001	0,3	0,3	
		1235	+	0	20,00	60,00	400,965	400,665	0,0001	0,3	0,3	
		1236	+	0	20,00	80,00	400,963	400,663	0,0001	0,3	0,3	
		1237	+	0	20,00	100,00	400,961	400,661	0,0001	0,3	0,3	
		1238	+	0	20,00	120,00	400,959	400,659	0,0001	0,3	0,3	
		1238	+	10	10,00	130,00	400,958	400,658	0,0001	0,3	0,3	
	DT-2208-005-E	1510	+	0	0,00	0,00	400,415	400,115	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1511	+	0	20,00	20,00	400,413	400,113	0,0001	0,3	0,3	
		1512	+	0	20,00	40,00	400,411	400,111	0,0001	0,3	0,3	
		1513	+	0	20,00	60,00	400,409	400,109	0,0001	0,3	0,3	
		1514	+	0	20,00	80,00	400,407	400,107	0,0001	0,3	0,3	
		1515	+	0	20,00	100,00	400,405	400,105	0,0001	0,3	0,3	
		1516	+	0	20,00	120,00	400,403	400,103	0,0001	0,3	0,3	
		1517	+	0	20,00	140,00	400,401	400,101	0,0001	0,3	0,3	
		1518	+	0	20,00	160,00	400,399	400,099	0,0001	0,3	0,3	
		1518	+	10	10,00	170,00	400,398	400,098	0,0001	0,3	0,3	

Tabela 2.36 - Drenos de Talude do Canal (Continuação)

Canal	Dreno	Estaca (Eixo do Canal)			Comprimento (m)	Comprimento Acumulado (m)	Cota		Declividade (m/m)	Base (m)	Altura (m)	Nota
							Berma (m)	Gl Dreno (m)				
2208	DT-2208-006-E	1532	+	0	0,00	0,00	400,371	400,071	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1533	+	0	20,00	20,00	400,369	400,069	0,0001	0,3	0,3	
		1534	+	0	20,00	40,00	400,367	400,067	0,0001	0,3	0,3	
		1535	+	0	20,00	60,00	400,365	400,065	0,0001	0,3	0,3	
		1536	+	0	20,00	80,00	400,363	400,063	0,0001	0,3	0,3	
		1537	+	0	20,00	100,00	400,361	400,061	0,0001	0,3	0,3	
		1538	+	0	20,00	120,00	400,359	400,059	0,0001	0,3	0,3	
		1539	+	0	20,00	140,00	400,357	400,057	0,0001	0,3	0,3	
		1539	+	10	10,00	150,00	400,356	400,056	0,0001	0,3	0,3	
	DT-2208-007-E	1616	+	0	0,00	0,00	400,203	399,903	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		1617	+	0	20,00	20,00	400,201	399,901	0,0001	0,3	0,3	
		1618	+	0	20,00	40,00	400,199	399,899	0,0001	0,3	0,3	
2209	DT-2209-001-E	1776	+	0	0,00	0,00	410,615	410,315	-0,0001	0,3	0,3	Anti fluxo recebe efluente dreno da EBV3
		1777	+	0	20,00	20,00	410,617	410,317	-0,0001	0,3	0,3	
		1778	+	0	20,00	40,00	410,619	410,319	-0,0001	0,3	0,3	
		1779	+	0	20,00	60,00	410,621	410,321	-0,0001	0,3	0,3	
		1780	+	0	20,00	80,00	410,623	410,323	-0,0001	0,3	0,3	
		1781	+	0	20,00	100,00	410,625	410,325	-0,0001	0,3	0,3	
		1782	+	0	20,00	120,00	410,627	410,327	-0,0001	0,3	0,3	
		1783	+	0	20,00	140,00	410,629	410,329	-0,0001	0,3	0,3	
		1784	+	0	20,00	160,00	410,631	410,331	-0,0001	0,3	0,3	
		1785	+	0	20,00	180,00	410,633	410,333	-0,0001	0,3	0,3	
	DT-2209-001-D	1775	+	0	0,00	0,00	410,613	410,179	-0,0001	0,3	0,3	Anti fluxo
		1776	+	0	20,00	20,00	410,615	410,181	-0,0001	0,3	0,3	
		1777	+	0	20,00	40,00	410,617	410,183	-0,0001	0,3	0,3	
		1778	+	0	20,00	60,00	410,619	410,185	-0,0001	0,3	0,3	
		1779	+	0	20,00	80,00	410,621	410,187	-0,0001	0,3	0,3	
		1780	+	0	20,00	100,00	410,623	410,189	-0,0001	0,3	0,3	
		1781	+	0	20,00	120,00	410,625	410,191	-0,0001	0,3	0,3	
		1782	+	0	20,00	140,00	410,627	410,193	-0,0001	0,3	0,3	
		1783	+	0	20,00	160,00	410,629	410,195	-0,0001	0,3	0,3	
		1784	+	0	20,00	180,00	410,631	410,197	-0,0001	0,3	0,3	
		1785	+	0	20,00	200,00	410,633	410,199	-0,0001	0,3	0,3	
2213	DT-2213-001-E	4247	+	0	0,00	0,00	455,29	454,99	0,0001	0,3	0,3	Fluxo
		4248	+	0	20,00	20,00	455,288	454,988	0,0001	0,3	0,3	
		4249	+	0	20,00	40,00	455,286	454,986	0,0001	0,3	0,3	
		4250	+	0	20,00	60,00	455,284	454,984	0,0001	0,3	0,3	
		4251	+	0	20,00	80,00	455,282	454,982	0,0001	0,3	0,3	
		4252	+	0	20,00	100,00	455,28	454,98	0,0001	0,3	0,3	
		4253	+	0	20,00	120,00	455,278	454,978	0,0001	0,3	0,3	
		4254	+	0	20,00	140,00	455,276	454,976	0,0001	0,3	0,3	
		4255	+	0	20,00	160,00	455,274	454,974	0,0001	0,3	0,3	
		4256	+	0	20,00	180,00	455,272	454,972	0,0001	0,3	0,3	
		4257	+	0	20,00	200,00	455,27	454,97	0,0001	0,3	0,3	
		4258	+	0	20,00	220,00	455,268	454,968	0,0001	0,3	0,3	
		4258	+	10	10,00	230,00	455,267	454,967	0,0001	0,3	0,3	

Onde:

- **E** e **D** ⇒ Letras que após a identificação do dreno indicam o talude esquerdo e direito do canal respectivamente;

- Cota GI Dreno ⇒ Cota da Geratriz Inferior do Dreno.

Tabela 2.37 - Drenos da Berma de Manutenção do Canal

Canal	Estaca (Eixo do Canal)						Comprimento (m)	Cota Berma (m)		Cota fundo Dreno (m)		Declividade (m/m)	Meia-Cana	Calha Retangular	
	Início			Fim				Início	Fim	Início	Fim		Diâmetro	Base	Altura
2205	361	+	0,00	382	+	0,00	420,00	362,518	362,476	362,118	362,076	0,0001	0,40	0,00	0,00
	390	+	0,00	403	+	0,00	260,00	362,460	362,434	362,060	362,034	0,0001	0,40	0,00	0,00
	437	+	10,00	465	+	0,00	550,00	362,366	362,310	361,666	361,556	0,0002	0,00	0,40	0,70
	472	+	10,00	489	+	0,00	330,00	362,295	362,260	361,895	361,862	0,0001	0,40	0,00	0,00
	502	+	0,00	523	+	10,00	430,00	362,236	362,193	361,736	361,693	0,0001	0,50	0,00	0,00
	546	+	0,00	557	+	0,00	220,00	362,148	362,126	361,748	361,726	0,0001	0,40	0,00	0,00
	632	+	10,00	652	+	10,00	400,00	361,975	361,935	361,575	361,535	0,0001	0,00	0,30	0,40
2206	785	+	0,00	857	+	10,37	1.450,37	361,670	361,523	360,870	360,580	0,0002	0,00	0,50	0,80
2207	919	+	0,00	921	+	10,00	50,00	401,514	401,509	401,314	401,309	0,0001	0,20	0,00	0,00
	962	+	0,00	964	+	10,00	50,00	401,428	401,423	401,228	401,223	0,0001	0,20	0,00	0,00
	979	+	10,00	987	+	10,00	160,00	401,395	401,379	400,995	400,979	0,0001	0,40	0,00	0,00
2208	1062	+	5,89	1089	+	0,00	534,11	401,310	401,257	400,610	400,557	0,0001	0,00	0,30	0,70
	1130	+	10,00	1136	+	10,00	120,00	401,174	401,162	400,874	400,862	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1142	+	0,00	1153	+	10,00	230,00	401,151	401,128	400,751	400,728	0,0001	0,40	0,00	0,00
	1154	+	10,00	1161	+	10,00	140,00	401,126	401,112	400,826	400,812	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1172	+	0,00	1177	+	0,00	100,00	401,091	401,081	400,791	400,781	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1177	+	0,00	1235	+	0,00	1.160,00	401,081	400,965	400,281	399,933	0,0003	0,00	0,50	0,80
	1235	+	0,00	1248	+	0,00	260,00	400,965	400,939	400,065	399,987	0,0003	0,00	0,50	0,90
	1258	+	0,00	1274	+	0,00	320,00	400,919	400,887	400,419	400,387	0,0001	0,00	0,30	0,50
	1276	+	10,00	1292	+	0,00	310,00	400,882	400,851	400,482	400,451	0,0001	0,00	0,30	0,40
	1292	+	0,00	1293	+	0,00	20,00	400,851	400,849	400,451	400,449	0,0001	0,00	0,30	0,40
	1313	+	10,00	1317	+	10,00	80,00	400,808	400,800	400,508	400,500	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1323	+	0,00	1332	+	0,00	180,00	400,789	400,771	400,489	400,471	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1340	+	10,00	1347	+	0,00	130,00	400,754	400,740	400,454	400,441	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1417	+	0,00	1421	+	0,00	80,00	400,601	400,593	400,401	400,393	0,0001	0,20	0,00	0,00
	1424	+	0,00	1428	+	0,00	80,00	400,587	400,579	400,287	400,279	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1436	+	0,00	1449	+	10,00	270,00	400,563	400,536	400,063	400,036	0,0001	0,50	0,00	0,00
	1454	+	0,00	1460	+	0,00	120,00	400,527	400,515	400,227	400,215	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1464	+	0,00	1467	+	0,00	60,00	400,507	400,501	400,207	400,201	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1467	+	0,00	1470	+	10,00	70,00	400,501	400,494	400,201	400,194	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1488	+	0,00	1493	+	0,00	100,00	400,459	400,449	400,159	400,149	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1501	+	10,00	1507	+	10,00	120,00	400,432	400,418	400,032	400,020	0,0001	0,40	0,00	0,00
	1508	+	0,00	1522	+	10,00	290,00	400,419	400,392	399,819	399,790	0,0001	0,00	0,30	0,60
	1529	+	10,00	1544	+	0,00	290,00	400,376	400,347	399,776	399,747	0,0001	0,00	0,30	0,60
	1548	+	0,00	1553	+	10,00	110,00	400,339	400,328	400,039	400,028	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1556	+	10,00	1562	+	0,00	110,00	400,322	400,311	400,022	400,011	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1566	+	0,00	1572	+	0,00	120,00	400,303	400,291	400,003	399,991	0,0001	0,30	0,00	0,00
	1578	+	0,00	1582	+	0,00	80,00	400,279	400,271	400,079	400,071	0,0001	0,20	0,00	0,00
	1586	+	10,00	1625	+	0,00	770,00	400,242	400,185	399,542	399,465	0,0001	0,00	0,40	0,70

Tabela 2.37 - Drenos da Berma de Manutenção do Canal (Continuação)

Canal	Estaca (Eixo do Canal)						Comprimento (m)	Cota Berma (m)		Cota fundo Dreno (m)		Declividade (m/m)	Meia-Cana	Calha Retangular	
	Início			Fim				Início	Fim	Início	Fim		Diâmetro	Base	Altura
2209	1723	+	18,84	1742	+	0,00	361,16	400,900	400,900	400,600	400,528	0,0002	0,00	0,30	0,30
	1742	+	0,00	1762	+	0,00	400,00	400,900	400,900	400,500	400,420	0,0002	0,00	0,40	0,40
	1762	+	0,00	1784	+	12,49	452,49	400,900	400,900	400,300	400,210	0,0002	0,00	0,50	0,60
2210	1830	+	0,00	1884	+	16,00	1.096,00	459,972	459,863	459,472	459,362	0,0001	0,00	0,30	0,50
2211	1945	+	10,00	1984	+	0,00	770,00	459,830	459,751	459,330	459,253	0,0001	0,00	0,30	0,50
	2049	+	10,00	2065	+	10,00	320,00	459,622	459,590	459,322	459,290	0,0001	0,30	0,00	0,00
	2164	+	0,00	2169	+	0,00	100,00	459,393	459,383	459,193	459,183	0,0001	0,20	0,00	0,00
	2175	+	0,00	2199	+	10,00	490,00	459,371	459,322	458,971	458,922	0,0001	0,40	0,00	0,00
	2265	+	10,00	2282	+	0,00	330,00	459,189	459,157	458,889	458,856	0,0001	0,30	0,00	0,00
	2479	+	10,00	2498	+	0,00	370,00	458,761	458,725	458,361	458,324	0,0001	0,40	0,00	0,00
	2521	+	10,00	2522	+	10,00	20,00	458,676	458,678	458,476	458,474	0,0001	0,20	0,00	0,00
	2539	+	10,00	2563	+	10,00	480,00	458,642	458,594	458,242	458,194	0,0001	0,40	0,00	0,00
	2569	+	10,00	2582	+	0,00	250,00	458,581	458,557	458,381	458,356	0,0001	0,20	0,00	0,00
	2687	+	10,00	2720	+	10,00	660,00	458,346	458,280	458,046	457,980	0,0001	0,30	0,00	0,00
	2797	+	10,00	2812	+	0,00	290,00	458,127	458,097	457,727	457,698	0,0001	0,40	0,00	0,00
	2819	+	0,00	2831	+	10,00	250,00	458,083	458,057	457,783	457,758	0,0001	0,30	0,00	0,00
	2843	+	0,00	2849	+	10,00	130,00	458,035	458,024	457,835	457,822	0,0001	0,20	0,00	0,00
	2850	+	10,00	2857	+	0,00	130,00	458,020	458,007	457,720	457,707	0,0001	0,30	0,00	0,00
	2904	+	10,00	2963	+	0,00	1.170,00	457,912	457,795	457,412	457,295	0,0001	0,00	0,30	0,50
	3017	+	0,00	3080	+	10,00	1.270,00	457,687	457,560	457,187	457,060	0,0001	0,00	0,30	0,50
	3087	+	0,00	3105	+	0,00	360,00	457,547	457,511	457,047	457,011	0,0001	0,50	0,00	0,00
	3122	+	10,00	3171	+	0,00	970,00	457,476	457,379	456,976	456,879	0,0001	0,50	0,00	0,00
	3173	+	10,00	3178	+	0,00	90,00	457,374	457,365	457,174	457,165	0,0001	0,20	0,00	0,00
	3180	+	10,00	3181	+	10,00	20,00	457,360	457,358	457,160	457,158	0,0001	0,20	0,00	0,00
	3199	+	0,00	3223	+	10,00	490,00	457,325	457,274	456,825	456,776	0,0001	0,50	0,00	0,00
	3254	+	0,00	3306	+	10,00	1.050,00	457,213	457,108	456,413	456,308	0,0001	0,00	0,50	0,80
	3321	+	10,00	3336	+	0,00	290,00	457,077	457,049	456,677	456,648	0,0001	0,40	0,00	0,00
	3354	+	0,00	3356	+	0,00	40,00	457,013	457,009	456,813	456,809	0,0001	0,20	0,00	0,00
	3370	+	0,00	3381	+	0,00	220,00	456,981	456,956	456,681	456,659	0,0001	0,30	0,00	0,00
	3404	+	0,00	3416	+	0,00	240,00	456,911	456,889	456,511	456,487	0,0001	0,40	0,00	0,00
	3419	+	0,00	3461	+	10,00	850,00	456,883	456,798	456,283	456,198	0,0001	0,00	0,40	0,60
2212	3531	+	10,00	3580	+	0,00	970,00	456,793	456,697	456,193	456,096	0,0001	0,00	0,50	0,60
	3593	+	10,00	3600	+	0,00	130,00	456,670	456,657	456,370	456,357	0,0001	0,30	0,00	0,00
	3600	+	0,00	3609	+	10,00	190,00	456,657	456,639	456,257	456,238	0,0001	0,40	0,00	0,00
	3659	+	10,00	3673	+	10,00	280,00	456,538	456,510	456,138	456,110	0,0001	0,40	0,00	0,00
	3677	+	0,00	3682	+	10,00	110,00	456,503	456,492	456,303	456,292	0,0001	0,20	0,00	0,00
	3695	+	10,00	3750	+	0,00	1.090,00	456,466	456,357	455,566	455,457	0,0001	0,00	0,50	0,90
	3750	+	0,00	3754	+	0,00	80,00	456,357	456,349	456,157	456,149	0,0001	0,20	0,00	0,00
	3759	+	10,00	3770	+	10,00	220,00	456,339	456,316	456,039	456,017	0,0001	0,30	0,00	0,00
	3817	+	10,00	3825	+	0,00	150,00	456,222	456,207	455,922	455,907	0,0001	0,30	0,00	0,00
	3825	+	0,00	3852	+	10,00	550,00	456,207	456,152	455,607	455,552	0,0001	0,00	0,30	0,60
	3870	+	10,00	3900	+	0,00	590,00	456,116	456,057	455,516	455,457	0,0001	0,00	0,30	0,60
	3900	+	0,00	3904	+	0,00	80,00	456,057	456,049	455,457	455,449	0,0001	0,00	0,30	0,60
	3916	+	0,00	3967	+	0,00	1.020,00	456,025	455,923	455,525	455,423	0,0001	0,00	0,40	0,50

Tabela 2.37 - Drenos da Berma de Manutenção do Canal (Continuação)

Canal	Estaca (Eixo do Canal)						Comprimento (m)	Cota Berma (m)		Cota fundo Dreno (m)		Declividade (m/m)	Meia-Cana	Calha Retangular	
	Início			Fim				Início	Fim	Início	Fim		Diâmetro	Base	Altura
2213	4088	+	10,00	4115	+	0,00	530,00	455,607	455,554	455,107	455,054	0,0001	0,00	0,30	0,50
	4115	+	0,00	4118	+	0,00	60,00	455,554	455,548	455,054	455,048	0,0001	0,00	0,30	0,50
	4152	+	10,00	4163	+	10,00	220,00	455,479	455,457	455,079	455,057	0,0001	0,40	0,00	0,00
	4164	+	10,00	4174	+	0,00	190,00	455,455	455,436	455,155	455,136	0,0001	0,30	0,00	0,00
	4218	+	0,00	4265	+	0,00	940,00	455,348	455,254	454,548	454,454	0,0001	0,00	0,50	0,80
	4265	+	0,00	4281	+	0,00	320,00	455,254	455,222	454,354	454,322	0,0001	0,00	0,50	0,90
	4309	+	0,00	4340	+	0,00	620,00	455,166	455,104	454,466	454,404	0,0001	0,00	0,50	0,70
	4340	+	0,00	4369	+	0,00	580,00	455,104	455,046	454,404	454,288	0,0002	0,00	0,50	0,70
	4410	+	10,00	4415	+	0,00	90,00	454,963	454,954	454,663	454,654	0,0001	0,30	0,00	0,00
	4415	+	0,00	4424	+	0,00	180,00	454,954	454,936	454,554	454,536	0,0001	0,40	0,00	0,00
	4479	+	10,00	4490	+	0,00	210,00	454,825	454,804	454,425	454,404	0,0001	0,40	0,00	0,00
	4490	+	0,00	4535	+	0,00	900,00	454,804	454,714	454,104	454,014	0,0001	0,00	0,50	0,70
	4558	+	10,00	4566	+	0,00	150,00	454,667	454,652	454,367	454,352	0,0001	0,30	0,00	0,00
2214	4785	+	0,00	4806	+	0,00	420,00	454,648	454,606	454,048	454,006	0,0001	0,00	0,40	0,60
	4806	+	0,00	4828	+	0,00	440,00	454,606	454,560	454,006	453,918	0,0002	0,00	0,50	0,60
2215	4860	+	9,68	4872	+	0,00	230,32	510,482	510,457	509,982	509,959	0,0001	0,00	0,30	0,50
	4884	+	10,00	4908	+	10,00	480,00	510,434	510,384	509,834	509,786	0,0001	0,00	0,40	0,60
	4912	+	10,00	4918	+	10,00	120,00	510,376	510,364	509,976	509,964	0,0001	0,40	0,00	0,00
	5027	+	10,00	5039	+	10,00	240,00	510,146	510,122	509,746	509,722	0,0001	0,40	0,00	0,00
	5096	+	10,00	5121	+	10,00	500,00	510,008	509,958	509,508	509,458	0,0001	0,50	0,00	0,00
2216	5220	+	10,00	5266	+	0,00	910,00	509,907	509,816	509,307	509,216	0,0001	0,00	0,30	0,60
	5266	+	0,00	5268	+	0,00	40,00	509,816	509,812	509,216	509,212	0,0001	0,00	0,30	0,60
	5288	+	10,00	5291	+	10,00	60,00	509,771	509,765	509,571	509,565	0,0001	0,20	0,00	0,00
	5297	+	10,00	5311	+	10,00	280,00	509,753	509,725	509,353	509,325	0,0001	0,40	0,00	0,00
	5417	+	0,00	5440	+	0,00	460,00	509,514	509,468	509,014	508,968	0,0001	0,50	0,00	0,00
	5453	+	0,00	5472	+	0,00	380,00	509,442	509,404	509,042	509,004	0,0001	0,40	0,00	0,00
	5496	+	10,00	5501	+	0,00	90,00	509,355	509,346	509,155	509,146	0,0001	0,20	0,00	0,00
	5622	+	0,00	5626	+	0,00	80,00	509,104	509,096	508,904	508,896	0,0001	0,20	0,00	0,00
	5626	+	0,00	5666	+	0,00	800,00	509,096	509,016	508,596	508,516	0,0001	0,00	0,40	0,50
	5698	+	10,00	5710	+	10,00	240,00	508,951	508,927	508,551	508,527	0,0001	0,40	0,00	0,00
	5719	+	10,00	5724	+	0,00	90,00	508,909	508,900	508,709	508,700	0,0001	0,20	0,00	0,00
2217	5779	+	0,00	5788	+	10,00	190,00	508,715	508,696	508,415	508,396	0,0001	0,30	0,00	0,00
	5815	+	0,00	5861	+	10,00	930,00	508,643	508,550	508,043	507,950	0,0001	0,00	0,50	0,60

No documento **1230-MMO-2701-20-04-001**, são apresentadas as planilhas de dimensionamento hidráulico dos drenos de berma de manutenção para seções retangulares e para seções em meia-cana.

2.3.5 Sistema de Drenagem dos Taludes das Escavações das Estações de Bombeamento

Esse sistema de drenagem é constituído de canaletas de seção retangular, escadas dissipadoras e galerias de lançamento nos forebays de montante das estações. Todas as obras são projetadas em concreto armado.

As seções hidráulicas das canaletas foram dimensionadas para vazões com recorrência de 100 anos utilizando-se a fórmula de *Manning* com o coeficiente de rugosidade de 0,015 e declividade 0,001m/m.

A seção mínima adotada tem base de 0,30m de largura e altura de 0,15m.

Os comprimentos das redes de drenagem em seção retangular são:

- EBV-1⇒ 2.018m;
- EBV-2⇒ 1.337m;
- EBV-3⇒ 2.069m;
- EBV-4⇒ 1.223m.

No documento **1230-MMO-2701-20-04-001** são mostradas as memórias de cálculo dos dimensionamentos hidráulicos das canaletas retangulares e das escadas dissipadoras a serem instalados nos taludes das EBVs e no documento **1230-QNT-2701-20-04-001** são apresentados os quantitativos destas obras.

2.3.6 Dimensionamento dos Canais de Aproximação e de Restituição

Na entrada das obras de bueiros e overchutes foi projetado um canal de aproximação (quando necessário) de direcionamento das vazões afluentes conduzidas pelos drenos laterais e talvegues. Para este canal foi adotada a seção trapezoidal com taludes 1V:1,5H, a declividade de 0,005m/m e o valor do coeficiente de Manning n = 0,035.

Após as caixas de saída ou das estruturas de dissipação (quando necessário) foi projetado um canal de restituição das vazões efluentes, adotando-se uma seção trapezoidal com taludes de 1V:2H, precedida de uma transição (seção retangular para seção trapezoidal). A declividade adotada foi de 0,0005m/m e a velocidade de saída calculada pela metodologia de Manning com n= 0,025 (canal escavado em terra). Estes parâmetros foram adotados para garantir a velocidade sempre inferior a 1,00m/s.

As **Tabelas 2.38 e 2.39** apresentam as características desses canais.

Na **Figura 2.28** são apresentados os desenhos esquemáticos destas obras.

Figura 2.28 - Desenhos Esquemáticos dos Canais de Aproximação e Restituição dos Bueiros e Overchute

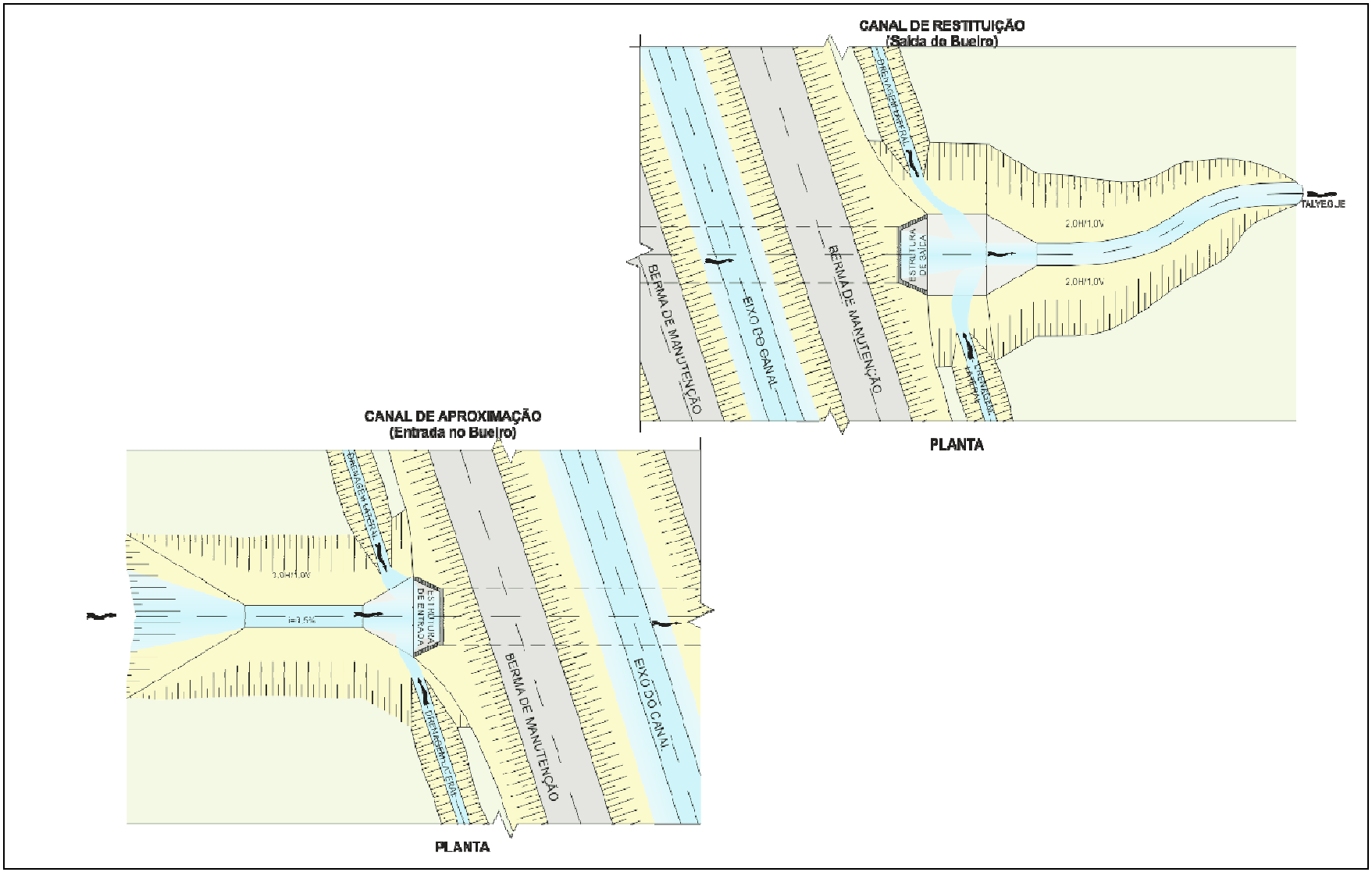


Tabela 2.38- Características dos Canais de Aproximação

Trecho	N° do Trecho	Obra	Tipo da Obra	Estaca da Obra	Vazão de Projeto (m³/s)	Ângulo de Esconsidade	A (m)	V (m/s)
EBV1-Areias	2705	Bueiro - 1	BSTC-1,0	386+9,86	0,804	78º53'28"	1,20	0,95
		Bueiro - 2	BSCC-1,0X1,5	428+1,86	2,150	91°32'22"	1,55	1,19
		Bueiro - 3	BSCC-1,0X1,5	468+0,52	0,670	111°48'43"	1,50	0,83
		Bueiro - 4	BSCC-1,0X1,5	493+15,00	1,010	116°37'39"	1,50	0,96
		Bueiro - 5	BSCC-1,0X1,5	538+15,30	1,404	59°2'47"	1,50	1,06
		Bueiro - 6	BSCC-2,0X2,0	567+18,54	6,745	71°41'53"	2,64	1,62
EBV2-Braúnas	2620	Bueiro - 8	BSCC-1,0X1,5	873+10,00	2,058	90°0'0"	3,00	0,60
	2707	Bueiro - 1	BSCC-1,5X1,5	935+12,85	0,829	96°49'19"	2,00	0,89
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	971+1,10	0,719	56°12'37"	2,00	0,84
Reserv. Braúnas / Reserv. Mandantes	2708	Bueiro - 1	BSTC-1,2	1097+11,91	0,690	90°0'0"	1,50	0,52
		Overchute - 2	OVC(1,0x1,1)	1226+1,76	1,143	-	1,50	0,96
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	1251+13,47	1,246	83°59'41"	2,00	1,02
		Bueiro - 4	BSCC-1,5X1,5	1275+7,01	1,452	44°36'13"	2,00	1,01
		Bueiro - 5	BSTC-1,2	1299+17,71	1,594	96°19'3"	1,50	1,09
		Bueiro - 6	BSTC-1,2	1311+3,02	1,385	109°48'6"	1,50	1,03
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	1335+9,48	1,664	70°52'23"	1,50	1,12
		Bueiro - 8	BSCC-1,5X1,5	1362+2,98	3,421	77°34'18"	2,00	1,41
		Bueiro - 9	BSCC-1,5X1,5	1392+10,89	4,304	61°37'40"	2,50	1,21
		Bueiro - 10	BSCC-1,5X1,5	1433+10,59	2,284	78°24'55"	2,00	1,22
		Bueiro - 11	BSCC-1,5X1,5	1450+19,95	0,205	89°3'19"	2,00	0,50
		Bueiro - 12	BSTC-1,2	1462+10,08	0,365	117°21'34"	1,50	0,57
		Bueiro - 13	BSCC-1,5X1,5	1475+13,75	2,041	91°2'32"	2,00	1,20
		Bueiro - 14	BSCC-1,5X1,5	1497+10,51	1,540	88°45'11"	2,00	1,06
		Bueiro - 15	BSTC-1,2	1527+2,19	1,263	71°30'55"	1,50	1,00
		Bueiro - 16	BSCC-1,5X1,5	1546+11,98	1,205	79°11'3"	2,00	1,01
		Bueiro - 17	BSTC-1,2	1575+3,55	0,603	93°58'26"	1,50	0,68
		Bueiro - 18	BSCC-1,5X1,5	1593+10,58	4,004	89°7'59"	2,00	1,43
Reserv. Salgueiro / Reserv. Muquém	2711	Bueiro - 1	BTCC-3,0X3,0	2115+11,39	52,320	109°51'20"	15,00	1,54
		Bueiro - 2	BDCC-3,0X3,0	2150+18,05	38,340	89°13'33"	10,00	1,59
		Bueiro - 3	BSCC-2,5X2,5	2311+0,00	15,180	91°3'10"	3,50	1,87
		Bueiro - 4	BDCC-3,0X3,0	2398+0,00	37,100	90°55'0"	10,00	1,58
		Bueiro - 5	BDTC-1,2	2411+0,00	2,958	90°13'45"	2,50	1,27
		Bueiro - 6	BDCC-3,0X3,0	2661+7,01	38,200	98°49'22"	10,00	1,59
		Bueiro - 7	BSCC-2,0X2,0	2736+2,04	9,173	86°43'51"	3,00	1,58
		Bueiro - 8	BDCC-3,0X3,0	2766+5,15	49,850	83°9'54"	12,00	1,44
		Bueiro - 9	BDCC-2,5X2,5	2865+17,97	28,690	67°32'44"	12,00	1,06
		Bueiro - 10	BsextCC-3,0X3,0	2879+15,47	105,020	51°50'23"	50,00	1,80
		Bueiro - 11	BDCC-3,0X3,0	2995+17,07	42,370	73°26'10"	12,00	1,37
		Bueiro - 12	BSCC-2,5X2,5	3111+1,69	9,747	90°20'15"	3,50	1,60
		Bueiro - 13	BSCC-3,0X3,0	3190+10,32	22,530	116°10'12"	10,00	0,84
		Bueiro - 14	BSCC-2,5X2,5	3248+14,91	15,750	119°34'45"	3,50	1,89
		Bueiro - 15	BSCC-1,5X1,5	3312+9,81	1,523	48°36'49"	2,00	1,08
		Bueiro - 16	BDTC-1,2	3347+14,70	3,716	60°48'11"	2,50	1,40
		Bueiro - 17	BSTC-1,2	3360+18,95	2,304	99°29'56"	1,50	1,24
		Bueiro - 18	BSCC-2,0X2,0	3389+7,16	6,523	60°59'39"	3,00	1,41

Tabela 2.38 - Características dos Canais de Aproximação (Continuação)

Trecho	N° do Trecho	Obra	Tipo da Obra	Estaca da Obra	Vazão de Projeto (m³/s)	Ângulo de Esconsidade	A (m)	V (m/s)
Reserv. Muquém / Aqueduto Jacaré	2712	Bueiro - 1	BSCC-1,5X1,5	3587+10,43	3,530	113°37'3"	2,00	1,42
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	3618+8,05	1,980	135°58'8"	2,00	1,18
		Bueiro - 3	BSCC-2,0X2,0	3635+0,00	6,470	90°0'13"	3,00	1,41
		Bueiro - 4	BSCC-2,0X2,0	3688+17,23	7,150	109°2'46"	3,00	1,46
		Bueiro - 5	BSCC-1,5X1,5	3756+8,73	2,070	143°48'48"	2,00	1,19
		Bueiro - 6	BSTC-1,2	3774+2,91	1,560	68°7'55"	1,50	1,08
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	3790+18,88	1,610	91°58'34"	1,50	1,10
		Bueiro - 8	BSCC-2,0X2,0	3807+12,33	4,820	117°14'27"	5,00	1,06
		Bueiro - 9	BTCC-3,0X3,0	3813+12,00	68,780	49°9'20"	15,00	1,66
		Bueiro - 10	BSCC-2,0X2,0	3855+14,00	6,990	122°47'7"	3,00	1,44
		Bueiro - 11	BSCC-1,5X1,5	3908+11,61	1,980	131°9'4"	2,00	1,01
Aqueduto Jacaré / Reserv. Cacimba Nova	2713	Bueiro - 1	BSTC-1,2	4084+7,12	0,620	44°56'46"	1,50	0,73
		Bueiro - 2	BDTC-1,2	4136+6,68	6,100	106°7'17"	2,50	1,41
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	4150+16,14	0,460	72°25'58"	2,00	0,73
		Bueiro - 4	BSTC-1,2	4184+4,43	2,240	74°27'36"	1,50	1,23
		Bueiro - 5	BSTC-1,2	4210+17,28	2,990	116°34'58"	1,50	1,24
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	4287+11,03	1,810	98°58'8"	1,50	1,15
		Bueiro - 8	BSTC-1,2	4301+12,41	2,140	79°14'14"	1,50	1,22
		Bueiro - 9	BDCC-1,5X1,5	4395+9,62	9,530	102°13'23"	3,50	1,80
		Bueiro - 10	BOCC-2,0X2,0	4448+18,36	125,260	91°26'18"	25,00	1,82
		Bueiro - 12	BTCC-2,0X2,0	4545+4,69	21,840	80°57'50"	6,50	2,14
EBV4 / Reserv. Bagres	2715	Bueiro - 1	BSCC-1,5X1,5	4879+0,00	0,430	89°18'53"	2,00	0,68
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	4911+4,54	0,460	85°14'38"	2,00	0,73
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	4925+16,06	1,220	79°51'36"	2,00	0,99
		Bueiro - 6	BSCC-1,5X1,5	4987+1,54	4,270	68°3'48"	2,00	0,85
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	5019+12,95	2,950	92°40'51"	1,50	1,25
		Bueiro - 8	BSCC-1,5X1,5	5063+5,39	2,420	105°25'12"	2,00	1,26
		Bueiro - 10	BSCC-1,5X1,5	5090+16,93	6,860	127°12'42"	2,50	1,46
Reserv. Bagres / Aqueduto Caetitu	2716	Bueiro - 1	BSCC-2,0X2,0	5272+8,82	8,310	68°47'25"	3,00	1,45
		Bueiro - 2	BSCC-2,0X2,0	5281+10,77	10,430	95°16'0"	3,00	1,66
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	5317+18,32	4,390	36°30'25"	2,00	1,52
		Bueiro - 4	BSCC-2,0X2,0	5331+2,75	6,390	115°55'2"	3,00	1,41
		Bueiro - 5	BSCC-1,5X1,5	5368+10,94	5,270	116°25'21"	2,50	1,30
		Bueiro - 6	BSCC-2,0X2,0	5390+14,14	10,740	96°25'37"	3,00	1,67
		Bueiro - 7	BSCC-1,5X1,5	5447+16,29	2,900	101°16'41"	2,00	1,34
		Bueiro - 8	BSCC-1,5X1,5	5485+17,46	5,020	100°49'48"	2,50	1,27
		Bueiro - 9	BSCC-1,5X1,5	5511+1,18	3,030	79°44'3"	2,00	1,35
		Bueiro - 10	BDCC-2,5X2,5	5545+11,28	29,700	84°50'23"	12,00	1,08
		Bueiro - 11	BSCC-2,0X2,0	5584+4,63	9,760	92°4'52"	3,00	1,62
		Bueiro - 12	BSCC-1,5X1,5	5676+9,81	5,350	127°32'22"	2,50	1,31
		Bueiro - 13	BSCC-1,5X1,5	5693+13,53	2,660	104°39'19"	2,00	1,30
Aqueduto Caetitu / Reserv. Copiti	2717	Bueiro - 1	BSTC-1,2	5774+7,05	2,120	39°44'50"	1,50	0,78
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	5798+11,02	7,240	87°35'43"	2,00	1,16

Onde:

A ⇒ Largura do canal de aproximação;

V ⇒ Velocidade no canal de aproximação.

Tabela 2.39 - Características dos Canais de Restituição

Trecho	Nº do Trecho	Obra	Tipo da Obra	Estaca da Obra	Vazão de projeto (m³/s)	Ângulo de Esconsidade	B (m)	V (m/s)
EBV1-Areias	2705	Bueiro - 2	BSCC-1,0X1,5	428+1,86	2,150	91°32'22"	2,65	0,61
		Bueiro - 6	BSCC-2,0X2,0	567+18,54	6,745	71°41'53"	3,95	0,81
EBV2-Braúnas	2620	Bueiro - 8	BSCC-1,0X1,5	873+10,00	2,058	90°0'0"	2,20	0,60
	2707	Bueiro - 1	BSCC-1,5X1,5	935+12,85	0,829	96°49'19"	7,00	0,37
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	971+1,10	0,719	56°12'37"	7,30	0,35
Reserv. Braúnas / Reserv. Mandantes	2708	Bueiro - 1	BSTC-1,2	1097+11,91	0,690	90°0'0"	3,00	0,43
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	1251+13,47	1,246	83°59'41"	3,30	0,50
		Bueiro - 4	BSCC-1,5X1,5	1275+7,01	1,452	44°36'13"	4,50	0,51
		Bueiro - 5	BSTC-1,2	1299+17,71	1,594	96°19'3"	2,00	0,56
		Bueiro - 6	BSTC-1,2	1311+3,02	1,385	109°48'6"	1,85	0,55
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	1335+9,48	1,664	70°52'23"	1,50	0,58
		Bueiro - 8	BSCC-1,5X1,5	1362+2,98	3,421	77°34'18"	3,30	0,68
		Bueiro - 9	BSCC-1,5X1,5	1392+10,89	4,304	61°37'40"	2,80	0,73
		Bueiro - 10	BSCC-1,5X1,5	1433+10,59	2,284	78°24'55"	3,50	0,60
		Bueiro - 11	BSCC-1,5X1,5	1450+19,95	0,205	89°3'19"	8,75	0,20
		Bueiro - 12	BSTC-1,2	1462+10,08	0,365	117°21'34"	1,75	0,38
		Bueiro - 13	BSCC-1,5X1,5	1475+13,75	2,041	91°2'32"	6,00	0,52
		Bueiro - 14	BSCC-1,5X1,5	1497+10,51	1,540	88°45'11"	3,60	0,54
		Bueiro - 15	BSTC-1,2	1527+2,19	1,263	71°30'55"	1,60	0,54
		Bueiro - 16	BSCC-1,5X1,5	1546+11,98	1,205	79°11'3"	4,10	0,48
		Bueiro - 18	BSCC-1,5X1,5	1593+10,58	4,004	89°7'59"	4,15	0,70
Reserv. Salgueiro / Reserv. Muquém	2711	Bueiro - 1	BTCC-3,0X3,0	2115+11,39	52,320	109°51'20"	18,00	1,19
		Bueiro - 2	BDCC-3,0X3,0	2150+18,05	38,340	89°13'33"	14,00	1,16
		Bueiro - 3	BSCC-2,5X2,5	2311+0,00	15,180	91°3'10"	3,75	1,02
		Bueiro - 4	BDCC-3,0X3,0	2398+0,00	37,100	90°55'0"	13,50	1,16
		Bueiro - 5	BDTC-1,2	2411+0,00	2,958	90°13'45"	5,45	0,61
		Bueiro - 6	BDCC-3,0X3,0	2661+7,01	38,200	98°49'22"	12,70	1,17
		Bueiro - 7	BSCC-2,0X2,0	2736+2,04	9,173	86°43'51"	5,30	0,86
		Bueiro - 8	BDCC-3,0X3,0	2766+5,15	49,850	83°9'54"	9,50	1,29
		Bueiro - 9	BDCC-2,5X2,5	2865+17,97	28,690	67°32'44"	8,50	1,11
		Bueiro - 10	BsextCC-3,0X3,0	2879+15,47	105,020	51°50'23"	30,00	1,14
		Bueiro - 11	BDCC-3,0X3,0	2995+17,07	42,370	73°26'10"	11,00	1,21
		Bueiro - 12	BSCC-2,5X2,5	3111+1,69	9,747	90°20'15"	1,85	0,92
		Bueiro - 13	BSCC-3,0X3,0	3190+10,32	22,530	116°10'12"	4,80	1,11
		Bueiro - 14	BSCC-2,5X2,5	3248+14,91	15,750	119°34'45"	6,50	0,99
		Bueiro - 15	BSCC-1,5X1,5	3312+9,81	1,523	48°36'49"	7,90	0,45
		Bueiro - 16	BDTC-1,2	3347+14,70	3,716	60°48'11"	2,95	0,70
		Bueiro - 17	BSTC-1,2	3360+18,95	2,304	99°29'56"	2,00	0,63
		Bueiro - 18	BSCC-2,0X2,0	3389+7,16	6,523	60°59'39"	3,60	0,81

Tabela 2.39 - Características dos Canais de Restituição (Continuação)

Trecho	Nº do Trecho	Obra	Tipo da Obra	Estaca da Obra	Vazão de projeto (m³/s)	Ângulo de Esconsidade	B (m)	V (m/s)
Reserv. Muquém / Aqueduto Jacaré	2712	Bueiro - 1	BSCC-1,5X1,5	3587+10,43	3,530	113°37'3"	2,35	0,70
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	3618+8,05	1,980	135°58'8"	3,85	0,57
		Bueiro - 3	BSCC-2,0X2,0	3635+0,00	6,470	90°0'13"	2,85	0,82
		Bueiro - 4	BSCC-2,0X2,0	3688+17,23	7,150	109°2'46"	5,45	0,80
		Bueiro - 5	BSCC-1,5X1,5	3756+8,73	2,070	143°48'48"	2,80	0,60
		Bueiro - 6	BSTC-1,2	3774+2,91	1,560	68°7'55"	2,50	0,56
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	3790+18,88	1,610	91°58'34"	2,50	0,56
		Bueiro - 8	BSCC-2,0X2,0	3807+12,33	4,820	117°14'27"	17,70	0,92
		Bueiro - 9	BTCC-3,0X3,0	3813+12,00	68,780	49°9'20"	25,00	1,24
		Bueiro - 10	BSCC-2,0X2,0	3855+14,00	6,990	122°47'7"	5,90	0,79
		Bueiro - 11	BSCC-1,5X1,5	3908+11,61	1,980	131°9'4"	3,75	0,57
Aqueduto Jacaré / Reserv. Cacimba Nova	2713	Bueiro - 1	BSTC-1,2	4084+7,12	0,620	44°56'46"	1,55	0,45
		Bueiro - 2	BDTC-1,2	4136+6,68	6,100	106°7'17"	2,65	0,81
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	4150+16,14	0,460	72°25'58"	9,00	0,28
		Bueiro - 4	BSTC-1,2	4184+4,43	2,240	74°27'36"	1,85	0,63
		Bueiro - 5	BSTC-1,2	4210+17,28	2,990	116°34'58"	0,90	0,68
		Bueiro - 7	BSTC-1,2	4287+11,03	1,810	98°58'8"	3,25	0,56
		Bueiro - 8	BSTC-1,2	4301+12,41	2,140	79°14'14"	1,75	0,62
		Bueiro - 9	BDCC-1,5X1,5	4395+9,62	9,530	102°13'23"	5,40	0,87
		Bueiro - 10	BOCC-2,0X2,0	4448+18,36	125,260	91°26'18"	20,00	1,57
		Bueiro - 12	BTCC-2,0X2,0	4545+4,69	21,840	80°57'50"	6,85	1,07
EBV4 / Reserv. Bagres	2715	Bueiro - 1	BSCC-1,5X1,5	4879+0,00	0,430	89°18'53"	2,65	0,37
		Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	4911+4,54	0,460	85°14'38"	2,85	0,38
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	4925+16,06	1,220	79°51'36"	6,00	0,45
		Bueiro - 6	BSCC-1,5X1,5	4987+1,54	4,270	68°3'48"	4,75	0,70
		Bueiro - 8	BSCC-1,5X1,5	5063+5,39	2,420	105°25'12"	5,70	0,57
		Bueiro - 10	BSCC-1,5X1,5	5090+16,93	6,860	127°12'42"	3,35	0,82
Reserv. Bagres / Aqueduto Caetitu	2716	Bueiro - 1	BSCC-2,0X2,0	5272+8,82	8,310	68°47'25"	5,00	0,84
		Bueiro - 2	BSCC-2,0X2,0	5281+10,77	10,430	95°16'0"	5,00	0,90
		Bueiro - 3	BSCC-1,5X1,5	5317+18,32	4,390	36°30'25"	3,95	0,72
		Bueiro - 4	BSCC-2,0X2,0	5331+2,75	6,390	115°55'2"	3,30	0,81
		Bueiro - 5	BSCC-1,5X1,5	5368+10,94	5,270	116°25'21"	5,15	0,73
		Bueiro - 6	BSCC-2,0X2,0	5390+14,14	10,740	96°25'37"	5,00	0,90
		Bueiro - 7	BSCC-1,5X1,5	5447+16,29	2,900	101°16'41"	4,00	0,64
		Bueiro - 8	BSCC-1,5X1,5	5485+17,46	5,020	100°49'48"	2,85	0,76
		Bueiro - 9	BSCC-1,5X1,5	5511+1,18	3,030	79°44'3"	5,25	0,62
		Bueiro - 10	BDCC-2,5X2,5	5545+11,28	29,700	84°50'23"	6,30	1,18
		Bueiro - 11	BSCC-2,0X2,0	5584+4,63	9,760	92°4'52"	5,20	0,88
		Bueiro - 12	BSCC-1,5X1,5	5676+9,81	5,350	127°32'22"	3,65	0,76
		Bueiro - 13	BSCC-1,5X1,5	5693+13,53	2,660	104°39'19"	4,35	0,61
Aqueduto Caetitu /	2717	Bueiro - 2	BSCC-1,5X1,5	5798+11,02	7,240	87°35'43"	3,20	0,83

Onde:

B ⇒ Largura do canal de restituição;

V ⇒ Velocidade na entrada do canal de restituição.

2.4 AQUEDUTOS, PONTES E PASSARELAS

2.4.1 Aquedutos

No Lote C de Projeto Executivo foram detalhados três aquedutos: Aqueduto da BR 316; Aqueduto Jacaré e Aqueduto Caetitu. De conformidade com o projeto básico, os três aquedutos têm declividade de 0,0004m/m e capacidade de condução de 28 m³/seg.

O aqueduto da BR-316, ao receber as águas do forebay de jusante da EBV-1, situa-se logo no início do desenvolvimento do Eixo Leste do PISF, possibilitando a passagem da vazão de projeto sobre a rodovia federal. O aqueduto foi incluído no projeto executivo em substituição à obra de passagem em canal sob uma ponte na BR 316, prevista no projeto básico, mediante decisão da fiscalização do Ministério com base em estudo de alternativa elaborado pelo Consórcio.

Os aquedutos Jacaré e Caetitu foram previstos no Projeto Básico com a finalidade de travessia dos rios de mesmos nomes. Na **Tabela 2.40,** apresentada a seguir, são mostrados os dados gerais das três obras.

A variação das alturas da calha de condução deve-se à consideração da sobrelevação do nível d'água pelo transiente verificado no estudo hidrodinâmico. Ou seja, as cotas do topo das calhas dos aquedutos Jacaré e Caetitu, são as mesmas das muretas dos canais à montante e a jusante. No caso do Aqueduto da BR-316, a altura das paredes laterais da calha não foi sobrelevada, uma vez que não há necessidade de muretas no trecho.

Tabela 2.40 - Características dos Aquedutos

Aqueduto	WBS	Lote de Obra	Localização		Extensão	Dimensões da Superestrutura		Tipo de Estrutura
			Estaca Inicial	Estaca Final	(m)	Base (m)	Altura (m)	
Sobre a BR-316	2304	09	317+14,70	324+19,98	145,28	4,25	4,16	Moldado "in loco"
Jacaré	2305	10	4028+5,40	4036+8,88	163,48	4,20	5,17	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
Caetitu	2306	10	5743+6,52	5751+10,00	163,48	4,20	5,17	Moldado "in loco" / Pré-Moldada

Os detalhamentos dos Aquedutos estão apresentados no documento **1230-REL-2501-00-00-001 - Relatório Final dos Projetos Executivos dos Aquedutos, Pontes e Passarelas.**

2.4.1.1 Aqueduto Sobre a BR-316 (WBS 2205)

O aqueduto situado no segmento de canal EBV-1 / Reservatório Areias, tem, na sua superestrutura, uma calha de condução em concreto armado (fck> 35MPa na superestrutura e 25MPa nas meso e infraestrutura), de seção retangular, moldada “in loco”, formadas por duas vigas-paredes ligadas por uma laje contínua na parte inferior e por tirantes igualmente espaçados na parte superior.

O comprimento total da calha é de 82,04m, distribuídos em trechos bi apoiados: um trecho central de 32,00m; dois trechos de 25,02m e dois trechos de ligação à montante a e jusante, com 10,00m cada. Os trechos são ligados por juntas do tipo Jeene.

Na entrada e na saída do aqueduto foram projetadas, em concreto armado, transições para a seção trapezoidal do canal, com comprimentos de 21,62m. Na parte final da transição entre o canal e aqueduto, foi prevista e dimensionada uma laje para possibilitar condições de trafego entre as duas bermas do canal.

A mesoestrutura é constituída de aparelhos de apoio de Neoprene fretados e pilares de seções retangular e quadrada, em concreto armado (fck ≥ 25MPa).

As fundações serão subsuperficiais, sendo constituídas por sapatas de concreto armado (fck ≥ 25MPa) assentes diretamente sobre o embasamento conglomerático constituído de blocos de gnaise e granito de dimensões centimétrica e decimétrica envolvidos por matriz silto-arenosa. Os aterros de encontro dos canais com o aqueduto serão construídos com esse material conglomerático, proveniente das escavações feitas nas proximidades da obra.

As características principais do Aqueduto sobre a BR-316 são as seguintes:

- Local de implantação no Lote C ..... Segmento de Canal EBV-1 / Reservatório Areias (Lote 09 de obra);
- Estacas do início da transição de entrada.....317 + 14,70;
- Estacas do início do aqueduto .....319 + 6,32;
- Estacas do final do aqueduto .....323+8,36;
- Estacas do final da transição de saída.....324+19,98;
- Extensão incluindo as transições .....145,28 m;
- Tipo de estrutura .....concreto armado moldado “in loco”;
- Dimensões internas da calha ..... base = 4,25m e altura = 4,16m;
- Espessura das vigas .....0,40m a 0,80m;
- Espessura da laje.....0,40m.

- Dimensões dos pilares:
  - P1A = P5A (estaca 318+16,80)..... 100cm x 100cm com 15,30m de altura;
  - P1 = P5 (estaca 319+6,59) ..... 120cm x 120cm com 14,10m de altura;
  - P2 (estaca 320+11,34)..... 200cm x 600cm com 14,95m de altura;
  - P3 (estaca 322+3,34)..... 200cm x 600cm com 14,20m de altura;
  - P4 = P6 (estaca323+8,09) ..... 120cm x 120cm com 13,20m de altura;
  - P4A = P6A (estaca 323+17,88)..... 100cm x 100cm com 12,80m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....1.584,40m³;
- Volume total de concreto.....2.021,10m³;
- Peso total de ferragem .....167,66t.

Para possibilitar a construção do aqueduto foi elaborado um projeto de desvio da BR-316, com a devida sinalização de tráfego, para encaminhamento à aprovação do DNIT.

Na **Figura 2.29** é apresentado o desenho esquemático da referida obra.

2.4.1.2 Aqueduto Jacaré (WBS 2305)

O aqueduto Jacaré, situado entre os reservatórios Muquém e Cacimba Nova, foi detalhado com um comprimento total de 100,16m distribuídos em quatro trechos bi apoiados com 25m de vão e dois trechos de ligação nas extremidades, com 10,34m, igualmente bi apoiados. Os trechos são interligados por juntas do tipo Jeene.

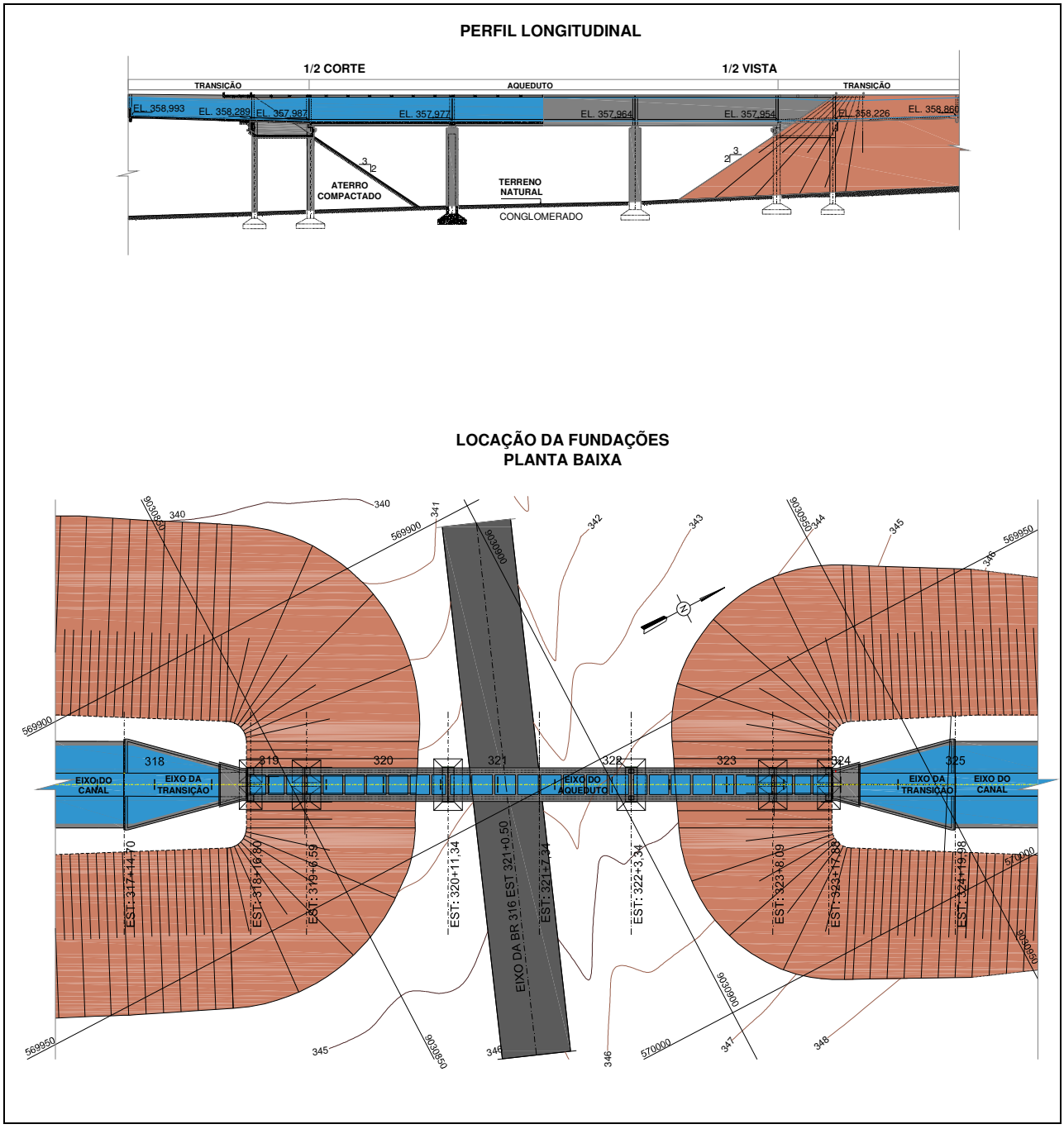
Para a interligação com o sistema adutor foram projetadas transições em concreto armado para a seção trapezoidal do canal à montante e a jusante, com 21,32m de comprimento, cada.

A superestrutura é constituída por duas vigas principais ligadas na parte inferior por uma laje contínua e, na parte superior, por tirantes igualmente espaçados, todos em concreto armado, moldados no local (fck ≥ 35MPa).

A mesoestrutura é constituída por aparelhos de apoio de neoprene fretados e pilares de concreto armado de seção circular (fck ≥ 25MPa).

Sondagens realizadas nos locais dos pilares do aqueduto indicam a presença de camada aluvionar de 6,0 metros de espessura (em média), sobre camadas de rochas graníticas alteradas mole e alteradas dura de aproximadamente 4,0m. O gnaisse só aparece a uma profundidade média de 11,0m nos locais dos últimos quatro pilares e a 7,5m no primeiro. As fundações profundas são constituídas de tubulões de concreto armado (fck ≥ 25MPa), cujas bases estarão assentadas diretamente no gnaisse.

Figura 2.29 - Desenho Esquemático do Aqueduto Sobre a BR-316

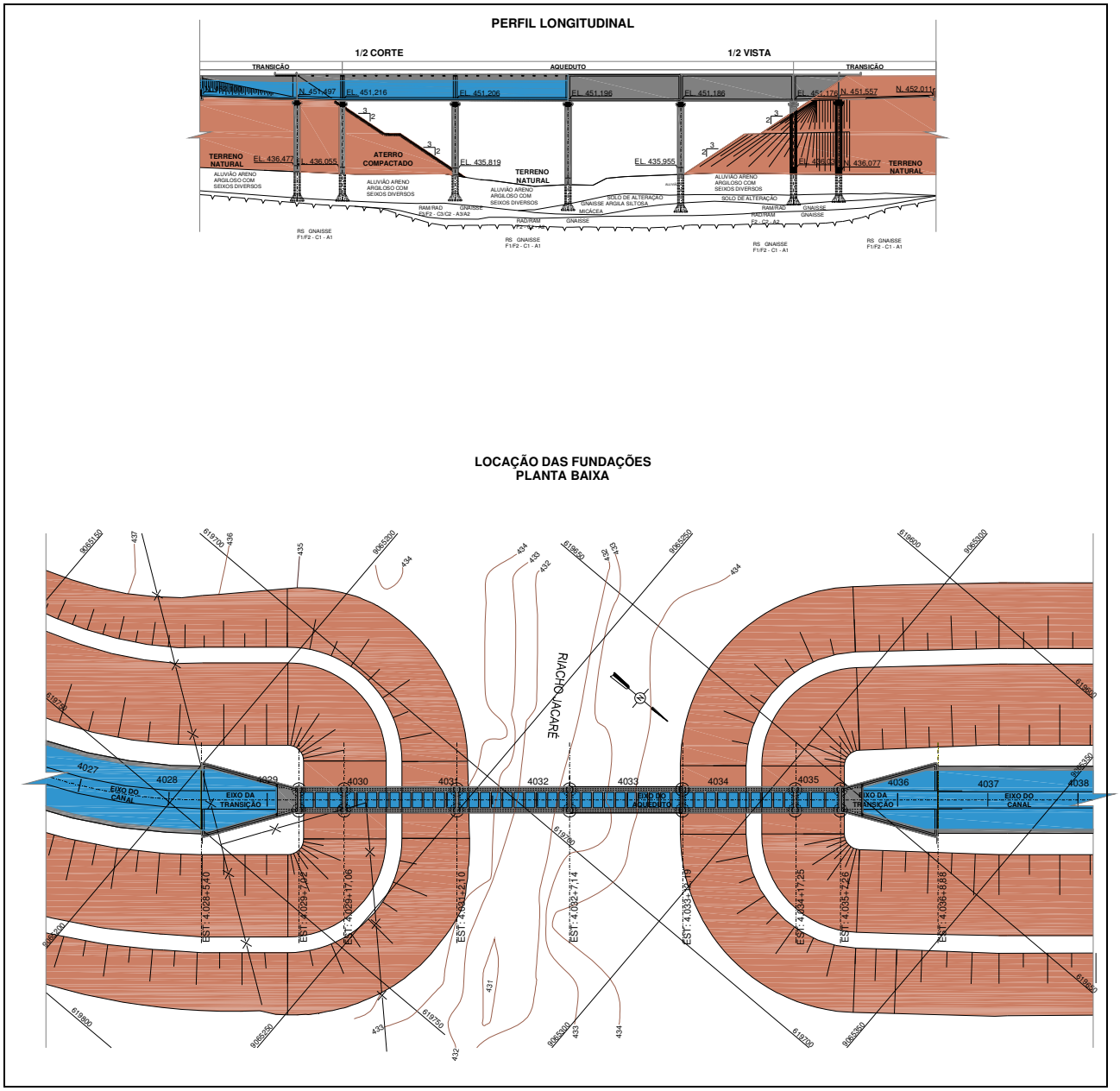


As características principais do Aqueduto Jacaré são as seguintes:

- Local de implantação no Lote C ..... entre os reservatórios Muquém e Cacimba Nova (Lote 10 de obra);
- Estaca do início da transição de entrada..... 4028 + 5,40;
- Estaca do início do aqueduto ..... 4029 + 17,06;
- Estaca do final do aqueduto ..... 4034+17,22;
- Estaca do final da transição de saída..... 4036+8,88;
- Extensão incluindo as transições ..... 163,48 m;
- Tipo de estrutura ..... elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Dimensões internas..... base = 4,20m e altura = 5,17m;
- Espessura das vigas ..... 0,40m a 0,80m;
- Espessura da laje 0,40m;
- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P8 (estaca 4029+7,02) ..... ∅ 140cm com 20,97m de altura;
  - P2 = P9 (estaca 4029+17,06) ..... ∅ 140cm com 20,65m de altura;
  - P3 = P10 (estaca 4031+2,10) ..... ∅ 140cm com 20,58m de altura;
  - P4 = P11 (estaca 4032+7,14) ..... ∅ 140cm com 22,71m de altura;
  - P5 = P12 (estaca 4033+12,18) ..... ∅ 140cm com 23,12m de altura;
  - P6 = P13 (estaca 4034+17,25) ..... ∅ 140cm com 21,45m de altura;
  - P7 = P14 (estaca 4035+7,26) ..... ∅ 140cm com 21,17m de altura.
- Volume de escavação das fundações..... 238,09m³;
- Volume total de concreto..... 2.023,10m³;
- Peso total de ferragem ..... 265,93t.

Na **Figura 2.30** é apresentado o desenho esquemático da referida obra.

Figura2.30 - Desenho Esquemático do Aqueduto Jacaré



2.4.1.3 Aqueduto Caetitu (WBS 2306)

O aqueduto Caetitu situado entre os reservatórios Bagres e Copiti, foi detalhado com um comprimento total de 100,16m distribuídos em quatro trechos bi apoiados com 25m de vão e dois trechos extremos de 10,34m bi apoiados. Os trechos são ligados por juntas do tipo Jeene.

Para a interligação com o sistema adutor foram detalhadas transições de entrada e saída de concreto armado com 21,32m de comprimento cada uma.

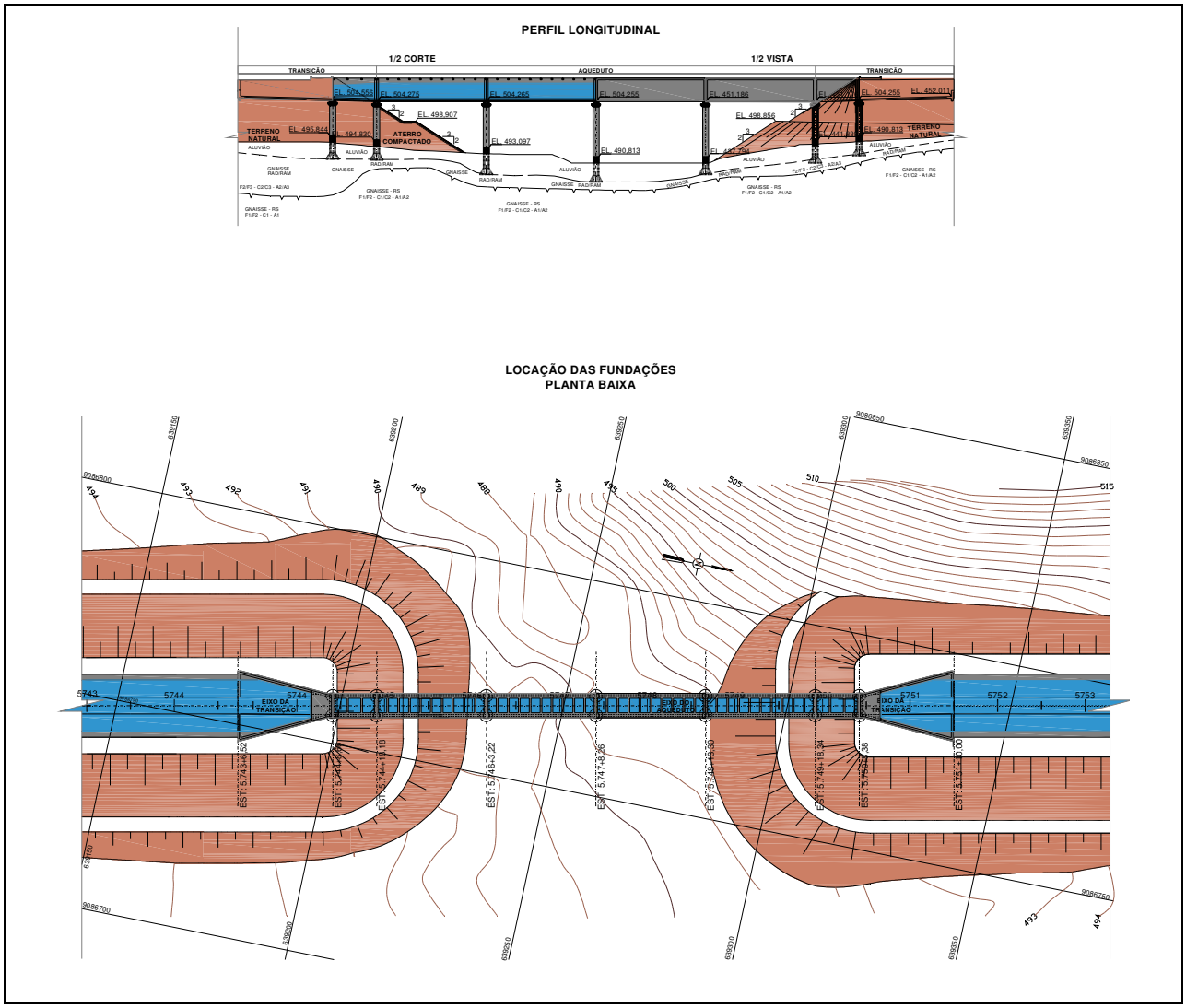
A superestrutura é constituída de duas vigas principais ligadas na parte inferior por uma laje contínua e, na parte superior, por tirantes igualmente espaçados, todos em concreto armado moldados no local (fck ≥ 35MPa).

A mesoestrutura é formada por aparelhos de apoio de Neoprene fretados e pilares de seção circular de concreto armado (fck ≥ 25MPa).

As sondagens mistas realizadas ao logo do eixo do aqueduto identificaram uma camada de solo aluvionar variando de 3,0m a 5,0m de profundidade, a partir da qual se encontra camadas de gnaisse alterado mole e alterado duro variando de 4,0m a 13m. Os tubulões de concreto armado (fck≥ 25 MPa) das fundações do aqueduto serão embutidos nas camadas de gnaisse às profundidades especificadas no projeto.

Na **Figura 2.31** é apresentado o desenho esquemático da referida obra.

Figura 2.31 - Desenho Esquemático do Aqueduto Caetitu



As características principais do Aqueduto Caetitu, são as seguintes:

- Local de implantação no Lote C .....entre os reservatórios Bagres e Copiti (Lote 10 de obra);
- Estacas do início da transição de entrada.....5743 + 6,52;
- Estacas do início do aqueduto .....5744 + 18,18;

- Estacas do final do aqueduto .....5749+18,34;
- Estacas do final da transição de saída .....5751+10,00;
- Extensão incluindo as transições .....163,48 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Dimensões internas da calha ..... base = 4,20m e altura = 5,17m;
- Espessura das vigas .....0,40m a 0,80m;
- Espessura da laje 0,40m;
- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P8 (estaca 5744+8,66) .....∅ 140cm com 12,32m de altura;
  - P2 = P9 (estaca 5744+18,18) .....∅ 140cm com 12,21m de altura;
  - P3 = P10 (estaca 5746+3,22) .....∅ 140cm com 15,65m de altura;
  - P4 = P11 (estaca 5747+8,26) .....∅ 140cm com 17,40m de altura;
  - P5 = P12 (estaca 5748+13,30) .....∅ 140cm com 15,61m de altura;
  - P6 = P13 (estaca 5749+18,34) .....∅ 140cm com 12,89m de altura;
  - P7 = P14 (estaca 5750+8,38) .....∅ 140cm com 11,44m de altura.
- Volume de escavação das fundações 147,48m³;
- Volume total de concreto 2.223,10m³;
- Peso total de ferragem .....226,23t.

2.4.2 Pontes e Passarelas

No projeto executivo apresentado no documento **1230-REL-2501-00-00-001 - Relatório Final dos Projetos Executivos dos Aquedutos, Pontes e Passarelas,** foram detalhadas as pontes e passarelas seguindo-se a concepção do projeto básico e as adequações feitas pela fiscalização do Ministério, objetivando a redução dos custos de implantação dessas obras.

Estas adequações se deram basicamente nas alturas dos tabuleiros das pontes e das passarelas em relação às bermas dos canais, diferentes das adotadas no projeto básico.

A definição das localizações das pontes e passarelas foi feita no âmbito do Programa Ambiental 35 - Relocação das Infraestruturas a Serem Afetadas pela Implantação do Empreendimento através de ações e estudos desenvolvidos pela FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais, do INPI, para o Ministério da Integração Nacional, que resultaram na elaboração do relatório denominado “Soluções de

Engenharia para as Interferências da Infraestrutura Existente com o Projeto nos Trechos I, II, IIC e V - Outubro de 2006". Mediante entendimentos mantidos em reuniões com autoridades municipais, lideranças comunitárias e populações usuárias da rede de estradas vicinais e caminhos a serem atravessados pelo sistema adutor do Eixo Leste, foram definidos os pontos de travessia.

No projeto executivo, as pontes e passarelas foram deslocadas para os pontos mais próximos dos indicados no Relatório de Interferências, onde as bermas dos canais têm cota coincidente com o nível do terreno natural. Nas **Tabelas 2.41 e 2.42** estão apresentadas as localizações destas obras definidas no relatório da FUNCATE e o novo posicionamento das mesmas no projeto executivo.

O reposicionamento das pontes e passarelas teve como finalidade proporcionar menores aterros e cortes nos acessos das estradas e caminhos a essas obras. Assim, o posicionamento das pontes e passarelas não está coincidente com o traçado das estradas da rede viária regional existente, devendo estas ter seus traçados ajustados para os pontos de passagem sobre o sistema adutor. Os projetos de adequação da rede viária regional com a rede viária do projeto e, consequentemente, com os posicionamentos das pontes e passarelas serão contratados pelo Ministério.

As passarelas foram projetadas para as duas situações possíveis de circulação sobre o sistema adutor, levando-se em consideração as facilidades de acesso pelos lados do canal: a disposição em "U" com rampas de acesso de um mesmo lado e a disposição em "S" com rampas de acesso em lados contrários.

Todas as pontes e passarelas foram projetadas em concreto pré-moldado.

Todas as obras foram projetadas em concreto pré-moldado e as principais características das pontes são apresentadas na **Tabela 2.43**, e das passarelas na **Tabela 2.44**.

Tabela 2.41 - Reposicionamento das Pontes

WBS	Lote de Obra	Segmento de Canal	Posicionamento	
			Relatório de Interferências	Projeto Executivo
2506	09	EBV-1/Res. Areias	542+10,0	545+0,00
2507	09	Res. Braúnas/Res. Mandantes	1307+10,00	1306+8,28
2508	09	Res. Braúnas/Res. Mandantes	1591+0,00	1596+5,30
2509	09	EBV-3/Res. Salgueiro	1767+10,00	1825+0,00
2510	09	Res. Salgueiro/Res. Muquém	2362+10,00	2362+0,00
2511	09	Res. Salgueiro/Res. Muquém	2725+0,00	2721+0,00
2512	09	Res. Salgueiro/Res. Muquém	2928+0,00	2929+14,00
2513	09	Res. Salgueiro/Res. Muquém	3275+0,00	3254+18,52
2514	10	Res. Muquém/Aq. Jacaré	3714+0,00	3696+0,00
2515	10	Res. Muquém/Aq. Jacaré	3989+10,00	3980+0,00
2516	10	Aq. Jacaré/Res. C. Nova	4523+0,00	4534+15,57
2517	10	EBV-4/Res. Bagres	4829+0,00	4868+0,00
2518	10	Res. Bagres/Aq. Caetitu	5706+0,00	5725+10,00

Tabela 2.42 - Reposicionamento das Passarelas

WBS	Lote de Obra	Segmento de Canal	Posicionamento	
			Relatório de Interferências	Projeto Executivo
2555	09	Res. Braúnas/Res. Mandantes	1131+3,50	1132+10,00
2556	09	Res. Braúnas/Res. Mandantes	1434+0,00	1434+0,00
2557	09	Res. Salgueiro/Res. Muquém	2267+10,00	2266+10,00
2558	09	Res. Salgueiro/Res. Muquém	2559+10,00	2558+0,00
2559	10	Aq. Jacaré/Res. C. Nova	4160+0,00	4165+4,00
2560	10	Aq. Jacaré/Res. C. Nova	4362+10,00	4371+4,00
2561	10	EBV-4/Res. Bagres	5109+0,00	5098+14,00
2562	10	Res. Bagres/Aq. Caetitu	5355+0,00	5414+16,00
2563	10	Res. Bagres/Aq. Caetitu	5643+10,00	3696+0,00

Tabela 2.43 - Características das Pontes

Ponte na Estaca do Canal	WBS	Lote de Obra	Segmento de Canal	Dimensões da Superestrutura (m)		Tipo de Estrutura
				Extensão	Largura do Tabuleiro	
545+0,00	2506	09	EBV-1/Res. Areias	40,40	9,40	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
1306+8,28	2507	09	Res. Braúnas/Res. Mandantes	40,40	9,40	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
1596+5,30	2508	09	Res. Braúnas/Res. Mandantes	40,40	9,40	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
1825+0,00	2509	09	EBV-3/Res. Salgueiro	40,40	9,40	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
2362+0,00	2510	09	Res. Salgueiro/Res. Muquém	40,40	9,40	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
2721+0,00	2511	09	Res. Salgueiro/Res. Muquém	40,40	9,40	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
2929+14,00	2512	09	Res. Salgueiro/Res. Muquém	48,60	13,00	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
3254+18,52	2513	09	Res. Salgueiro/Res. Muquém	40,40	9,40	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
3696+0,00	2514	10	Res. Muquém/Aq. Jacaré	40,40	9,40	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
3980+0,00	2515	10	Res. Muquém/Aq. Jacaré	40,40	9,40	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
4534+15,57	2516	10	Aq. Jacaré/Res. C. Nova	40,40	9,40	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
4868+0,00	2517	10	EBV-4/Res. Bagres	40,40	9,40	Moldado "in loco" / Pré-Moldada
5725+10,00	2518	10	Res. Bagres/Aq. Caetitu	40,40	9,40	Moldado "in loco" / Pré-Moldada

Tabela 2.44 - Características das Passarelas

Passarela na Estaca do Canal	WBS	Lote de Obra	Segmento de Canal	Tipo	Dimensões da Superestrutura (m)		Tipo de Estrutura
					Extensão	Largura do Tabuleiro	
1132+10,00	2555	09	Res. Braúnas/Res. Mandantes	U	22,00	2,00	Pré-Moldada
1434+00,00	2556	09	Res. Braúnas/Res. Mandantes	U	22,00	2,00	Pré-Moldada
2266+10,00	2557	09	Res. Salgueiro/Res. Muquém	S	22,00	2,00	Pré-Moldada
2558+00,00	2558	09	Res. Salgueiro/Res. Muquém	S	22,00	2,00	Pré-Moldada
4165+04,00	2559	10	Aq. Jacaré/Res. C. Nova	U	22,00	2,00	Pré-Moldada
4371+04,00	2560	10	Aq. Jacaré/Res. C. Nova	U	22,00	2,00	Pré-Moldada
5098+14,00	2561	10	EBV-4/Res. Bagres	U	22,00	2,00	Pré-Moldada
5414+16,00	2562	10	Res. Bagres/Aq. Caetitu	U	22,00	2,00	Pré-Moldada
5673+06,00	2563	10	Res. Bagres/Aq. Caetitu	U	22,00	2,00	Pré-Moldada

2.4.2.1 Descrição das Pontes

Trata-se de obras de arte especiais concebidas e detalhadas com 31,85m de extensão, (30,00m de vão livre), 4,25m de extensão das alas e 9,40m de largura do tabuleiro com exceção da ponte na PE-360, cuja extensão é de 40,00m, e largura do tabuleiro com 13,00m.

A superestrutura é constituída por quatro vigas de concreto protendido (pré-moldadas ou moldadas no local), transversinas e lajes de concreto armado moldados no local sobre pré-lajes pré-moldadas com armaduras incorporadas.

A mesoestrutura é formada por travessas de concreto armado, que recebem os esforços da superestrutura através de aparelhos de apoio do tipo neoprene fretado. As travessas também funcionam como encontros na ligação da ponte com a estrada. Os concretos de todas as estruturas têm resistência fck> 25 MPa.

Nas extremidades das pontes foram previstas alas para a contenção dos aterros das cabeceiras e lajes de transição para compensar o adensamento dos aterros ao longo do tempo.

As fundações serão dos tipos sapata isolada ou tubulão, sendo definidas de conformidade com as características geotécnicas dos locais de implantação, observando-se os resultados das investigações (sondagens mistas roto-percussivas) realizadas nos locais onde as obras serão implantadas.

Na **Figura 2.32** é apresentado o desenho esquemático da ponte na PE-360 e na **Figura 2.33** o desenho esquemático da ponte tipo.

Figura 2.32 – Desenho Esquemático da Ponte na PE-360

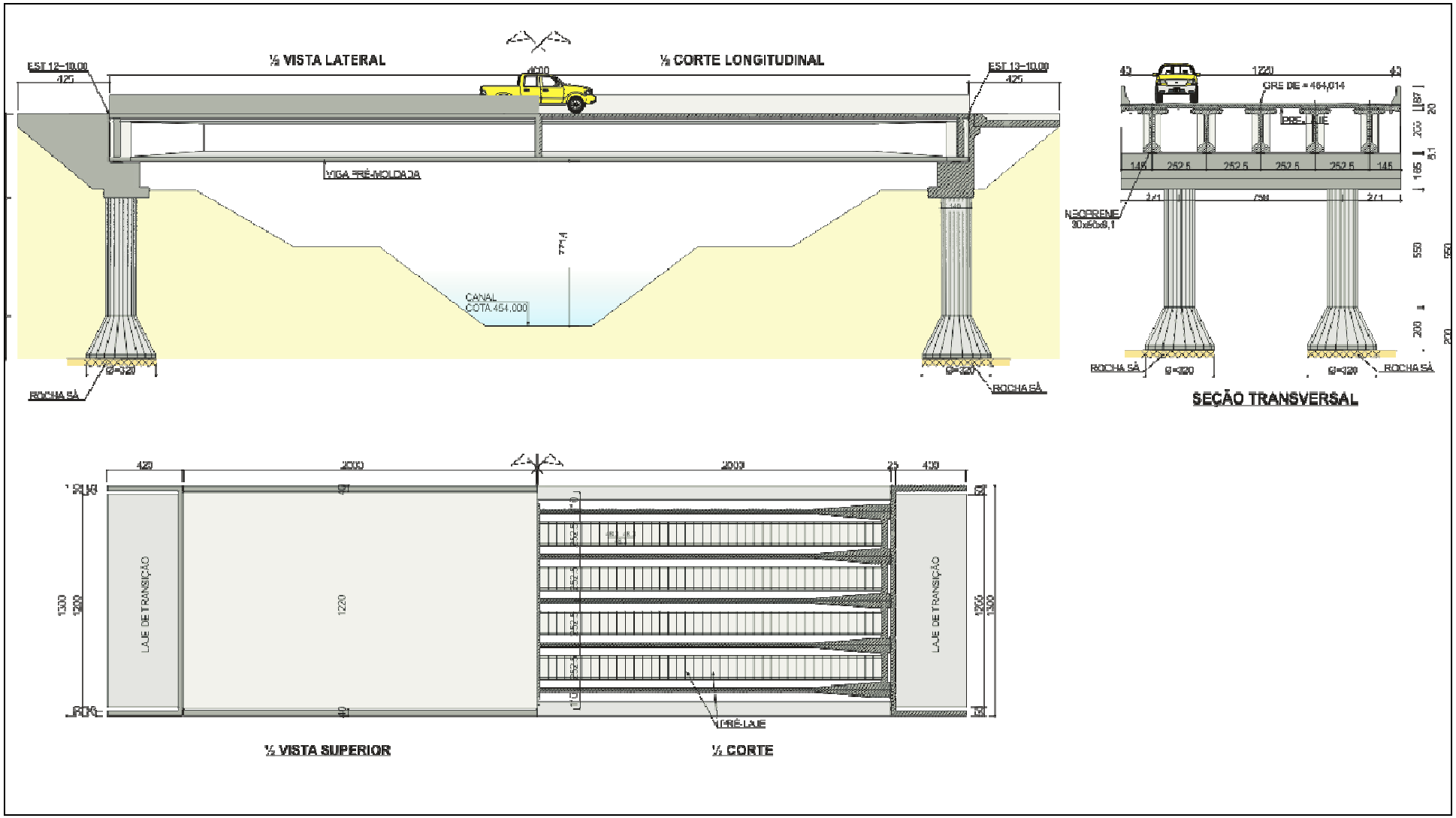
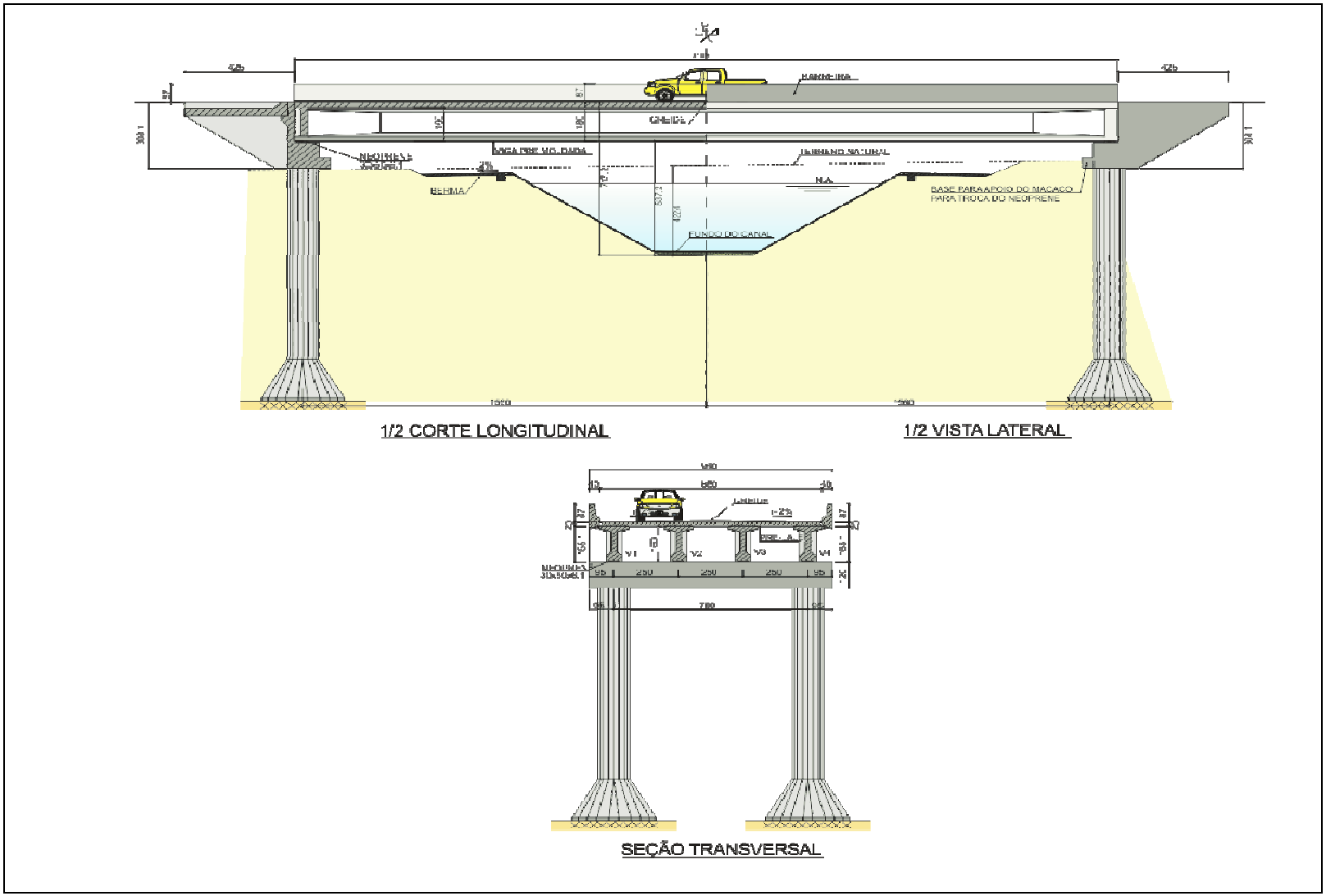


Figura 2.33 – Desenho Esquemático da Ponte Tipo



As principais características das obras são relacionadas a seguir.

a) Ponte na Estaca 545+0,00 (WBS 2506)

- Local de implantação no Lote C:Segmento de canal EBV-1 / Reservatório Areias (Lote 09 de obra);
- Estaca do canal no eixo da ponte .....545 + 0,00;
- Extensão do tabuleiro.....31,85m;
- Extensão das alas 4,25m;
- *Extensão total.....40,40m;*
- Largura do Tabuleiro .....9,40 m;
- Tipo de estrutura .....concreto armado moldado “in loco” e pré-moldados;
- Tipo de fundação..... sapatas isoladas;
- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3: .....∅ 120cm com 3,25m de altura;
  - P2 = P4: .....∅ 120cm com 3,25m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....608,06m³;
- Volume total de concreto.....326,50m³;
- Peso total de ferragem .....35,71t.

b) Ponte na Estaca 1306+8,28 (WBS 2507)

- Local de implantação no Lote C:Segmento de canal Reservatório Braúnas / Reservatório Mandantes (Lote 09 de obra);
- Estaca do canal no eixo da ponte .....1306 + 8,28;
- Extensão do tabuleiro.....31,85m;
- Extensão das alas 4,25m;
- Extensão total.....40,40m;
- Largura do Tabuleiro .....9,40 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Tipo de fundação.....tubulão;
-

- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3 ..... ∅ 120cm com 4,05m de altura;
  - P2 = P4 ..... ∅ 120cm com 8,25m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....52,97m³;
- Volume total de concreto.....420,27m³;
- Peso total de ferragem .....31,92t.

c) Ponte na Estaca 1596+5,30 (WBS 2508)

- Local de implantação no Lote C:Segmento de canal Reservatório Braúnas / Reservatório Mandantes (Lote 09 de obra);
- Estacas do canal .....1596 + 5,30;
- Extensão do tabuleiro.....31,85m;
- Extensão das alas 4,25m;
- Extensão total.....40,40m;
- Largura do Tabuleiro .....9,40 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Tipo de fundação.....tubulão;
- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3 ..... ∅ 120cm com 5,60m de altura;
  - P2 = P4 ..... ∅ 120cm com 5,60m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....58,61m³;
- Volume total de concreto.....417,71m³;
- Peso total de ferragem .....31,61t.

d) Ponte na Estaca 1825+0,00 (WBS 2509)

- Local de implantação no Lote C:Segmento de canal EBV-3 / Reservatório Salgueiro (Lote 09 de obra);
- Estacas do canal .....1825 + 0,00;
- Extensão do tabuleiro.....31,85m;
- Extensão das alas 4,25m;

- Extensão total.....40,40m;
- Largura do Tabuleiro .....9,40 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Tipo de fundação.....tubulão;
- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3 ..... ∅ 120cm com 4,50m de altura;
  - P2 = P4 ..... ∅ 120cm com 4,50m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....56,04m³;
- Volume total de concreto.....412,87,00m³;
- Peso total de ferragem .....31,37t.

e) <u>Ponte na Estaca 2362+0,00 (WBS 2510)</u>

- Local de implantação no Lote C:Segmento de canal Reservatório Salgueiro / Reservatório Muquém (Lote 09 de obra);
- Estacas do canal .....2362 + 0,00;
- Extensão do tabuleiro.....31,85m;
- Extensão das alas 4,25m;
- Extensão total.....40,40m;
- Largura do Tabuleiro .....9,40 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Tipo de fundação.....tubulão;
- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3 ..... ∅ 120cm com 7,25m de altura;
  - P2 = P4 ..... ∅ 120cm com 7,25m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....52,51m³;
- Volume total de concreto.....425,14m³;
- Peso total de ferragem .....32,16t.
-

f) ***Ponte na Estaca 2721+0,00 (WBS 2511)***

- Local de implantação no Lote C:Segmento de canal Reservatório Salgueiro / Reservatório Muquém (Lote 09 de obra);
- Estacas do canal .....2721 + 0,00;
- Extensão do tabuleiro.....31,85m;
- Extensão das alas 4,25m;
- Extensão total.....40,40m;
- Largura do Tabuleiro .....9,40 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Tipo de fundação.....tubulão;
- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3 ..... ∅ 120cm com 9,00m de altura;
  - P2 = P4 ..... ∅ 120cm com 9,00m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....73,39m³;
- Volume total de concreto.....433,21m³;
- Peso total de ferragem .....32,56t.

g) ***Ponte na Estaca 2929+14,00 - PE-360 (WBS 2512)***

- Local de implantação no Lote C:Segmento de canal Reservatório Salgueiro / Reservatório Muquém (Lote 09 de obra);
- Estacas do canal .....2929 + 14,00;
- Extensão do tabuleiro.....40,00m;
- Extensão das alas 4,30m;
- Extensão total.....48,60m;
- Largura do Tabuleiro .....13,00 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Tipo de fundação.....tubulão;

- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3 ..... ∅ 140cm com 5,50m de altura;
  - P2 = P4 ..... ∅ 140cm com 5,50m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....71,72m³;
- Volume total de concreto.....639,91m³;
- Peso total de ferragem .....64,19t.

h) <u>Ponte na Estaca 3254+18,52 (WBS 2513)</u>

- Local de implantação no Lote C:Segmento de canal Reservatório Salgueiro / Reservatório Muquém (Lote 09 de obra);
- Estacas do canal .....3254 + 18,52;
- Extensão do tabuleiro.....31,85m;
- Extensão das alas 4,25m;
- *Extensão total.....40,40m;*
- Largura do Tabuleiro .....9,40 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Tipo de fundação.....tubulão;
- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3 ..... ∅ 120cm com 4,70m de altura;
  - P2 = P4 ..... ∅ 120cm com 4,70m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....56,85m³;
- Volume total de concreto.....413,66m³;
- Peso total de ferragem .....31,59t.

i) <u>Ponte na Estaca 3696+0,00 (WBS 2514)</u>

- Local de implantação no Lote C:Segmento de canal Reservatório Muquém / Aqueduto Jacaré (Lote 10 de obra);
- Estacas do canal .....3696 + 0,00;
- Extensão do tabuleiro.....31,85m;
- Extensão das alas 4,25m;

- *Extensão total.....40,40m;*
- Largura do Tabuleiro .....9,40 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Tipo de fundação.....tubulão;
- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3: ..... ∅ 120cm com 4,20m de altura;
  - P2 = P4: ..... ∅ 120cm com 4,20m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....54,58m³;
- Volume total de concreto.....411,40m³;
- Peso total de ferragem .....31,49t.

j) Ponte na Estaca 3980+0,00 (WBS 2515)

- Local de implantação no Lote C:Segmento de canal Reservatório Muquém / Aqueduto Jacaré (Lote 10 de obra);
- Estacas do canal .....3980 + 0,00;
- Extensão do tabuleiro.....31,85m;
- Extensão das alas 4,25m;
- *Extensão total.....40,40m;*
- Largura do Tabuleiro .....9,40 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Tipo de fundação.....tubulão;
- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3 ..... ∅ 120cm com 3,65m de altura;
  - P2 = P4 ..... ∅ 120cm com 3,65m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....52,02m³;
- Volume total de concreto.....408,82m³;
- Peso total de ferragem .....31,36t.
-

k) Ponte na Estaca 4534+15,57 (WBS 2516)

- Local de implantação no Lote C:Segmento de canal Aqueduto Jacaré / Reservatório Cacimba Nova (Lote 10 de obra);
- Estacas do canal .....4534 + 15,57;
- Extensão do tabuleiro.....31,85m;
- Extensão das alas 4,25m;
- *Extensão total.....40,40m;*
- Largura do Tabuleiro .....9,40 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Tipo de fundação.....tubulão;
- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3 ..... ∅ 120cm com 4,50m de altura;
  - P2 = P4 ..... ∅ 120cm com 4,50m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....56,03m³;
- Volume total de concreto.....412,85m³;
- Peso total de ferragem .....31,54t.

l) Ponte na Estaca 4868+0,00 (WBS 2517)

- Local de implantação no Lote C:Segmento de canal EBV-4 / Reservatório Bagres (Lote 10 de obra);
- Estacas do canal .....4868 + 0,00;
- Extensão do tabuleiro.....31,85m;
- Extensão das alas 4,25m;
- *Extensão total.....40,40m;*
- Largura do Tabuleiro .....9,40 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Tipo de fundação.....tubulão;

- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3 ..... ∅ 120cm com 4,50m de altura;
  - P2 = P4 ..... ∅ 120cm com 4,50m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....56,03m³;
- Volume total de concreto.....412,85m³;
- Peso total de ferragem .....31,54t.

m) <u>Ponte na Estaca 5725+10,00 (WBS 2518)</u>

- Local de implantação no Lote C: Segmento de canal Reservatório Bagres / Aqueduto Caetitu (Lote 10 de obra);
- Estacas do canal .....5725 + 10,00;
- Extensão do tabuleiro.....31,85m;
- Extensão das alas 4,25m;
- *Extensão total.....40,40m;*
- Largura do Tabuleiro .....9,40 m;
- Tipo de estrutura .....elementos moldados “IN LOCO” e pré-moldados;
- Tipo de fundação.....tubulão;
- Dimensões de Pilares:
  - P1 = P3 ..... ∅ 120cm com 5,65m de altura;
  - P2 = P4 ..... ∅ 120cm com 5,65m de altura.
- Volume de escavação das fundações.....45,90m³;
- Volume total de concreto.....417,87m³;
- Peso total de ferragem .....31,80t.

2.4.2.2 Descrição das Passarelas

As passarelas tiveram seus projetos padronizados pela fiscalização do Ministério. Foram concebidas com duas rampas de acesso ao tabuleiro que cruza o canal.

Foram concebidas e detalhadas com 22,0m de extensão de vão livre 2,00m de largura do tabuleiro.

A superestrutura da passarela e as suas rampas de acesso são constituídas de vigas pré-moldadas de concreto armado e laje (estrado) de solidarização moldada “in loco” (fck ≥. 30MPa).

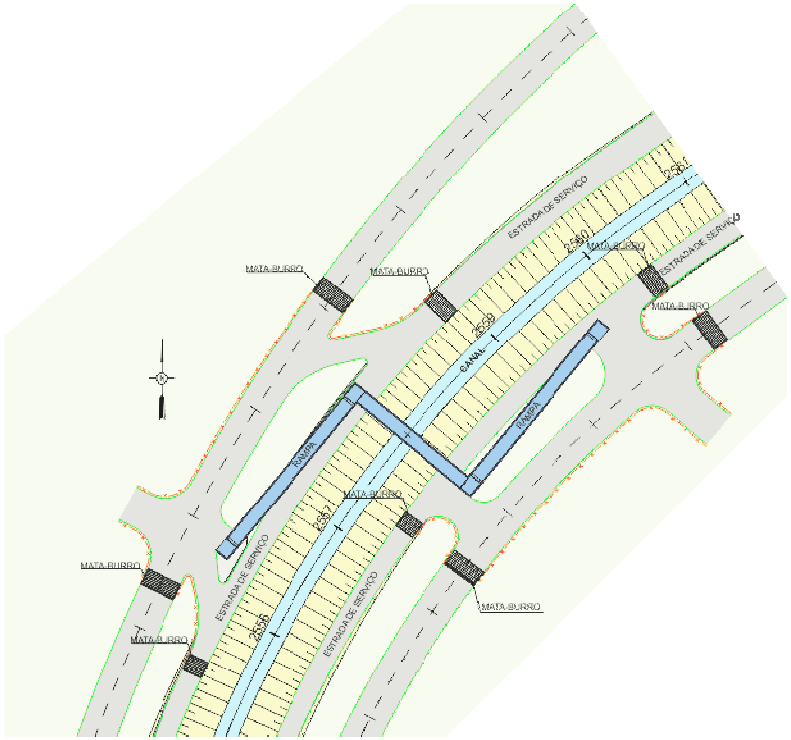
A fundação será direta, em sapatas associadas, pelo fato de representar uma solução apropriada para o tipo de solo local.

O detalhamento de cada obra resultou em um volume de concreto de 125,34m³ e um peso de ferragem de 16t.

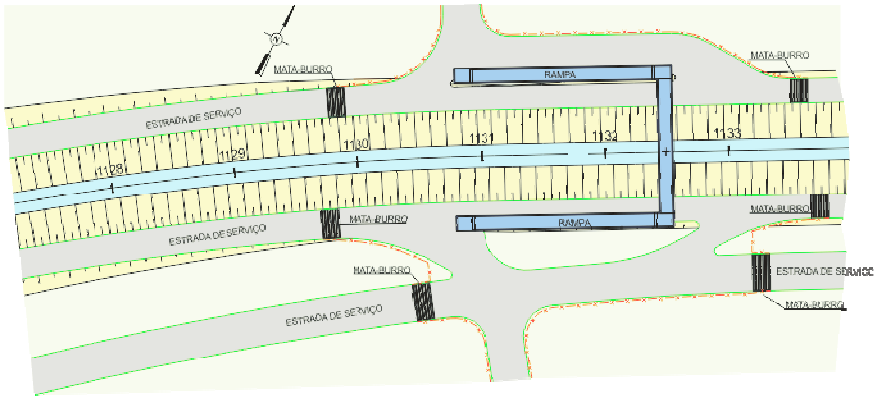
Na **Tabela 2.44** apresentada anteriormente podem ser observadas as principais características destas obras e na

Na **Figura 2.34** é apresentado o desenho esquemático das passarelas com os acessos em “S” e em “U”.

Figura 2.34 - Desenho Esquemático das Passarelas com Acessos em “S” e “U”



PASSARELA EM "S" - PLANTA BAIXA



PASSARELA EM "U" - PLANTA BAIXA

LEGENDA

- CERCA A SER CONSTRUÍDA
- BORDA PISTA
- MATA-BURRO
- CANAL

2.5 BARRAGENS

Ao longo do desenvolvimento do Eixo Leste, correspondente ao Lote C de Projeto Executivo, foram concebidas oito barragens, cujos reservatórios servem de passagem do sistema adutor. No sentido de montante para jusante do sistema, essas barragens são intituladas de: Areias; Braúnas, Mandantes; Salgueiro; Muquém; Cacimba Nova; Bagres e Copiti. A barragem de Areias, embora contida no trecho do Lote C, teve seu projeto executivo elaborado pelo Exército Brasileiro.

Os maciços das barragens e suas obras complementares foram concebidos de conformidade com a disponibilidade dos materiais nas proximidades dos seus respectivos eixos e das suas condicionantes geotécnicas e topográficas de modo a reduzir seus custos de implantação e garantir a integridade e melhor funcionamento das obras.

Em todas as barragens foram previstas tomadas d'água de fundo, para o suprimento aos usos difusos de água e garantir a eventual necessidade de rebaixamento do nível d'água dos reservatórios e dos canais. Na fase de elaboração do Projeto Básico, essas tomadas foram concebidas com envelopamento das tubulações diretamente embutidas nos maciços. Na elaboração do Projeto Executivo, por recomendação do Ministério da Integração Nacional, foram projetadas galerias, dentro das quais se desenvolvem as tubulações apoiadas em berços de concreto. Essa solução tem como objetivo possibilitar as eventuais necessidades de reparos nas tubulações no caso de ocorrência de recalques nos maciços das barragens.

O detalhamento do Projeto Executivo está apresentado no documento **1230-REL-2101-00-00-001 - Relatório Final dos Projetos Executivos das Barragens**.

2.5.1 Serviços de Campo Realizados

2.5.1.1 Serviços Topográficos

Nesta fase de Projeto Executivo foram realizados levantamentos topográficos dos sítios das barragens e dos diques, na escala de 1:2.000, em uma faixa de 200m (100m para cada lado do eixo do Projeto Básico, locado em campo), com seções transversais a cada 20m e pontos cotados a cada 10m.

Os levantamentos foram amarrados ao banco de marco referencial de apoio topográfico, implantado pelo Consórcio Logos-Concremat entre o Canal de Aproximação e a barragem Muquém e pelo Consórcio Techne-Projetec-BRLi entre a barragem Muquém e a barragem Copiti. Com relação aos levantamentos dos reservatórios, foi utilizada restituição aero-fotogramétrica realizada na fase de Projeto Básico.

No documento **1230-REL-2030-02-01-001 - Relatório Final dos Serviços Topográficos** são apresentados todos os dados levantados em campo, bem como os desenhos e a descrição geral dos serviços realizados.

2.5.1.2 Serviços Geotécnicos

Ao longo dos eixos das barragens e dos diques, locados em campo, foram realizados novos furos de sondagem, à percussão e mistos, em pontos escolhidos a partir dos perfis geológicos resultantes das sondagens realizadas na fase de Projeto Básico.

Nos sítios das barragens e nas jazidas pesquisadas, foram realizados poços de inspeção para retirada de amostras deformadas e indeformadas com a finalidade de realização de ensaios de caracterização e ensaios especiais.

Com relação aos ensaios de caracterização e ensaios especiais realizados para cada barragem, seus resultados são apresentados no documento **1230-REL-2020-00-00-001 - Relatório Final dos Serviços Geotécnicos**, bem como os perfis e descrição das sondagens executadas.

2.5.2 Tomadas D'Água e Estruturas de Derivação das Barragens

As estruturas de saída controlada de água sob os maciços das barragens do Lote C, têm características diferenciadas no que se refere as suas finalidades, com denominações próprias a fim de caracterizar as suas particularidades.

As denominadas *tomadas d'água de uso difuso* são aquelas que têm a função de eventual esvaziamento do reservatório das barragens através de uma das tubulações equipada com válvula dispersora, e de utilização da outra tubulação para o atendimento a projetos de abastecimento e/ou irrigação, situados ao longo do sistema adutor. As tomadas d'água com essas características foram dimensionadas para 2,00 m³/seg e estão previstas nas barragens Braúnas, Mandantes, Salgueiro, Cacimba Nova e Bagres.

As *estruturas de derivação* são assim denominadas em virtude da sua função de derivar vazões mais elevadas para utilização em projetos de grande porte. Estão localizadas nas barragens Muquém, de onde será derivada a vazão de até 10,0 m³/seg para o abastecimento do açude Barra do Juá com a finalidade de suprir o futuro Projeto de Irrigação Serra Negra e na barragem Copiti, da qual será feita a derivação de até 18,00 m³/seg para o açude Poço da Cruz a fim de suprir o Perímetro de Irrigação do Moxotó. Evidentemente, essas estruturas poderão funcionar também com a função de esvaziamento do reservatório em eventuais necessidades.

2.5.2.1 Tomadas d'Água das Barragens Braúnas, Mandantes, Salgueiro, Cacimba Nova e Bagres

2.5.2.1.1 Componentes Hidromecânicos

As barragens de Braúnas, Mandantes, Salgueiro, Cacimba Nova e Bagres, são dotadas de tomadas d'água de uso difuso com vazão de 2,0m³/s, equipadas com grade, comporta ensecadeira e talha elétrica na torre da tomada e duas tubulações de saída, sendo uma com válvula dispersora e a outra com flange cego para futuro uso difuso.

- **Grade**

Cada uma das barragens tem uma torre de adução à montante, equipada com um conjunto de ranhuras para instalação da grade de proteção e, quando da necessidade de inspeção e/ou manutenção, se remove a grade e se instala na mesma ranhura a comporta ensecadeira.

A estrutura do painel da grade é de construção soldada em aço estrutural, ASTM A36, e constituída de barras verticais de perfil retangular, montadas sobre um quadro dotado de sapatas deslizantes de apoio e de guia, com a finalidade de impedir a passagem de corpos estranhos com dimensões iguais ou superiores a 80mm.

A movimentação da grade e da comporta ensecadeira é realizada com uma viga pescadora através de talha com acionamento elétrico, instalada no pórtico de concreto, conforme indicado nos desenhos de referência.

As peças fixas e guias das grades são de construção soldada em aço estrutural, ASTM A36.

Na **Tabela 2.45** estão apresentadas as características das grades das tomadas d'água das barragens.

- **Comporta Ensecadeira**

As comportas ensecadeiras têm como função vedar e permitir o esgotamento do poço de adução da tomada d'água, possibilitando a inspeção geral e a manutenção dos respectivos poços e equipamentos.

A estocagem desse painel é feita em ranhuras de operação da respectiva tomada d'água através de dispositivos de calagem.

As comportas ensecadeiras são metálicas, em aço carbono ASTM A36, de construção soldada, com paramento e plano de vedação voltado para o lado contrário da água retida. Serão guiadas por sapatas guias instaladas nas cabeceiras e serão manobradas isoladamente, em meio equilibrado, com auxílio de equipamentos de levantamento.

Para equilíbrio de pressões nas faces de montante e jusante, da comporta ensecadeira, é previsto um sistema de "by-pass" incorporado ao painel composto de 2 (duas) válvulas com diâmetros compatíveis com as dimensões da comporta, operadas simultaneamente pelo próprio peso da viga pescadora.

Existe 01 (um) painel de comporta ensecadeira para cada uma das tomadas d'água dos reservatórios Braúnas, Mandantes, Salgueiro, Cacimba Nova e Bagres.

As peças fixas e guias das comportas ensecadeiras são de construção soldada em aço estrutural ASTM A36.

Na **Tabela 2.46** estão apresentadas as características das comportas ensecadeiras das tomadas d'água das barragens.

Tabela 2.45 - Características das Grades das Tomadas D'Água das Barragens

Discriminação	Und	Braúnas	Mandantes	Salgueiro	Cacimba Nova	Bagres
Identificação do equipamento (TAG)		2155-GRAD-001	2156-GRAD-001	2157-GRAD-001	2159-GRAD-001	2160-GRAD-001
Vão entre patins de deslizamento	m	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
Altura de cada painel	m	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Elevação da soleira da grade	m	377,10	391,65	449,30	449,00	503,98
Elevação do coroamento	m	402,10	401,35	460,60	456,30	510,60
Nível d'água máximo maximorum de montante	m	401,14	400,56	459,60	455,74	509,51
Nível d'água mínimo de montante	m	399,23	398,15	457,75	452,65	507,69
Inclinação do paramento com a vertical (º)	0^0	90	90	90	90	90
Vazão de projeto por adução (m^3/s)	m^3/s	2	2	2	2	2

Tabela 2.46 - Características das Comportas Ensecadeiras dasTomadas D'Água das Barragens

Discriminação	Und	Braúnas	Mandantes	Salgueiro	Cacimba Nova	Bagres
Identificação do equipamento (TAG)		2155-COES-001	2156-COES-001	2157-COES-001	2159-COES-001	2160-COES-001
Vão entre cabeceiras	m	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
Altura de cada painel	m	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
Elevação da soleira da comporta	m	377,10	391,65	449,30	449,00	503,98
Elevação do coroamento	m	402,10	401,35	460,60	456,30	510,60
Nível d'água máximo maximorum de montante	m	401,14	400,56	459,60	455,74	509,51
Nível d'água mínimo de montante	m	399,23	398,15	457,75	452,65	507,69
Vazão de projeto por adução	m^3/s	2	2	2	2	2

- **Viga Pescadora**

A viga pescadora é constituída de uma estrutura principal com vigas de construção soldada em aço estrutural ASTM A36, dotada de ganchos, sistema de tirantes de acionamento dos ganchos e patins de guia laterais.

A viga pescadora é guiada nas peças fixas de guia lateral da comporta ou da grade por meio de patins de guias laterais.

Uma única viga pescadora aciona as grades e a comporta ensecadeira para cada tomada d'água.

Na **Tabela 2.47** estão apresentadas as características das vigas pescadoras das tomadas d'água das barragens.

Tabela 2.47- Características das Vigas Pescadoras das Tomadas D'Água

Discriminação	Und.	Braúnas	Mandantes	Salgueiro	Cacimba Nova	Bagres
Identificação do equipamento (TAG)		2155-VGPE-001	2156-VGPE-001	2157-VGPE-001	2159-VGPE-001	2160-VGPE-001
Largura entre patins de guia lateral	m	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82

- **Talha elétrica**

Para movimentação das grades e comportas ensecadeiras está instalada em cada uma das tomadas d'água, uma talha elétrica com cabo de aço, capacidade de 15kN, suspensa em trole, com acionamento elétrico, comando por botoeira pendente, operada da plataforma do piso da tomada d'água.

Na **Tabela 2.48** estão apresentadas as características das talhas elétricas das tomadas d'água das barragens.

Tabela 2.48- Características das Talhas Elétricas das Tomadas D'Água

Discriminação	Und.	Braúnas	Mandantes	Salgueiro	Cacimba Nova	Bagres
Identificação do equipamento (TAG)		2155-TAEL-001	2156-TAEL-001	2157-TAEL-001	2159-TAEL-001	2160-TAEL-001
Capacidade nominal do gancho	kN	15	15	15	15	15
Comprimento do caminho de rolamento	m	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
Curso do gancho	m	28,91	13,48	15,10	11,10	10,57
Nível superior do gancho	m	406,36	405,48	464,75	460,45	514,90
Nível de referência da plataforma de operação	m	402,10	401,35	460,60	456,30	510,60

2.5.2.2 Estruturas de Derivação das Barragens Muquém e Copiti

2.5.2.2.1 Componentes Hidromecânicos

As barragens de Muquém e Copiti são dotadas de tomadas d'água de derivação com vazão de 10m^3/s e 18m^3/s, respectivamente, equipadas com grades, comportas ensecadeiras e ponte rolante na torre da tomada d'água e tubulação de saída com duas válvulas dispersoras.

Nas barragens de Muquém e Copiti, cada vão de entrada da tomada d'água é dividido em dois e em cada um deles estão instaladas guias que podem ser utilizadas pelas grades ou

comportas ensecadeiras.

- **Grade**

Cada uma das barragens tem uma torre de adução equipada com um conjunto de ranhuras para instalação da grade de proteção e quando da necessidade de inspeção e/ou manutenção se remove a grade e se instala na mesma ranhura a comporta ensecadeira.

A estrutura do painel da grade é de construção soldada em aço estrutural, ASTM A36, e constituída de barras verticais de perfil retangular, montadas sobre um quadro dotado de sapatas deslizantes de apoio e de guia, com a finalidade de impedir a passagem de corpos estranhos com dimensões iguais ou superiores a 80mm.

A movimentação da grade e da comporta ensecadeira é realizada com uma viga pescadora através de talha com acionamento elétrico, instalada no pórtico de concreto.

As peças fixas e guias das grades são de construção soldada em aço estrutural, ASTM A36.

Na **Tabela 2.49** estão apresentadas as características das grades das estruturas de derivação.

Tabela 2.49 - Características das Grades das Tomadas D'Água

Discriminação	Und.	Muquém	Copiti
Identificação do equipamento (TAG)		2158-GRAD-001	2161-GRAD-001
Vão entre patins de deslizamento	m	2,20	2,20
Altura de cada painel	m	3,118	2,518
Quantidade de painel de grade		2	4
Elevação da soleira da grade	m	446,00	499,00
Elevação do coroamento	m	458,28	509,55
Nível d'água máximo maximorum de montante	m	457,18	508,63
Nível d'água mínimo de montante	m	454,70	506,41
Inclinação do paramento com a vertical (º)	0^0	0	0
Vazão de projeto por adução	m^3/s	10	18

- **Comporta Ensecadeira**

As comportas ensecadeiras têm como função vedar e permitir o esgotamento do poço de adução da tomada d'água, possibilitando a inspeção geral e a manutenção dos respectivos poços e equipamentos.

A estocagem desse painel é feita em ranhuras de operação da respectiva tomada d'água através de dispositivos de calagem.

As comportas ensecadeiras são metálicas, em aço carbono ASTM A36, de construção soldada, com paramento e plano de vedação voltado para o lado contrário da água retida. Serão guiados por sapatas guias instaladas nas cabeceiras e serão manobradas isoladamente, em meio equilibrado, com auxílio de equipamentos de levantamento.

Para equilíbrio de pressões nas faces, montante e jusante, da comporta ensecadeira, é utilizado um sistema de “by-pass” incorporado ao painel inferior, no caso de Copiti e no painel único no caso de Muquém, composto de 2 (duas) válvulas com diâmetros compatíveis com as dimensões da comporta, operadas simultaneamente pelo próprio peso da viga pescadora.

As peças fixas e guias das comportas ensecadeiras são de construção soldada em aço estrutural ASTM A36.

Na **Tabela 2.50** estão apresentadas as características das comportas ensecadeiras das estruturas de derivação.

Tabela 2.50 - Características das Comportas Ensecadeiras das Tomadas D’Água

Discriminação	Und.	Muquém	Copiti
Identificação do equipamento (TAG)		2158-COES-001	2161-COES-001
Vão entre cabeceiras	m	2,20	2,20
Altura de cada painel	m	3,20	2,55
Quantidade de painel de grade		2	4
Elevação da soleira da comporta	m	446,00	499,00
Elevação do coroamento	m	458,28	509,55
Nível d'água máximo maximorum de montante	m	457,18	508,63
Nível d'água mínimo de montante	m	454,70	506,41
Vazão de projeto por adução	m^3/s	10	18

- **Viga Pescadora**

A viga pescadora é constituída de uma estrutura principal com vigas de construção soldada em aço estrutural ASTM A36, dotada de ganchos, sistema de tirantes de acionamento dos ganchos e patins de guias laterais.

A viga pescadora é guiada nas peças fixas de guia lateral da comporta ou da grade por meio de rodas de guias laterais.

Uma única viga pescadora aciona as grades e a comporta ensecadeira para cada tomada d’água.

Na **Tabela 2.51** estão apresentadas as características das comportas ensecadeiras das estruturas de derivação.

Tabela 2.51 - Características das Vigas Pescadoras das Tomadas D'Água

Discriminação	Und.	Muquém	Copiti
Identificação do equipamento (TAG)		2158-VGPE-001	2161-VGPE-001
Largura entre rodas guias	m	2,373	2,373

- **Ponte rolante**

Para movimentação das grades e comportas ensecadeiras, está instalada em cada uma das tomadas d'água uma ponte rolante, que é utilizada também na manutenção geral das estruturas e equipamentos.

A ponte rolante será instalada ao tempo e deverá deslocar-se sobre um caminho de rolamento, fixado acima das faces superiores das vigas de concreto da estrutura tipo pórtico.

Os elementos estruturais da ponte rolante são de aço estrutural, ASTM A36, fabricados em chapas e perfis de alma cheia, soldados.

O comando deverá ser feito do piso da tomada d'água da estrutura de derivação através de uma botoeira pendente.

A alimentação elétrica é feita em 380V, 60Hz, trifásico por meio de cabo elétrico alimentador proveniente do QDCA da Casa de Comando.

A alimentação elétrica da ponte é em 380V, 60Hz, trifásico, por meio de barramentos blindados, constituído de 4 (quatro) condutores, sendo um deles utilizado com a finalidade de aterramento.

O sistema de alimentação elétrica da talha utiliza o sistema de cabo contínuo rebocado, sem escovas (festoon) com terminais permanentes na ponte e na talha.

Na **Tabela 2.52** estão apresentadas as características das pontes rolantes das estruturas de derivação.

Tabela 2.52 - Características das Pontes Rolantes das Tomadas D'Água

Discriminação	Und.	Muquém	Copiti
Identificação do equipamento (TAG)		2158-PTRL-001	2161-PTRL-001
Capacidade nominal do gancho	kN	20	20
Comprimento do caminho de rolamento	m	8,00	8,00
Curso do gancho	m	17,71	15,68
Nível superior do gancho	m	464,61	515,88
Nível de referência da plataforma de operação	m	458,28	509,55

2.5.3 Sistemas Elétricos das Tomadas d'Água e Estruturas de Derivação das Barragens

2.5.3.1 Subestação

Estão previstas subestações de 13.800/380V, com transformadores de distribuição de 13.800-380/220V. Esses transformadores vão fazer as alimentações dos equipamentos através dos quadros de distribuição de corrente alternada. O suprimento de energia das subestações será feito por linhas de transmissão de 13,8kV alimentadas a partir das subestações de 230kV localizadas nas estações de bombeamento. Para cada tomada d'água e estrutura de derivação, será instalado um transformador de distribuição de relação.

Os projetos executivos das subestações e das linhas de transmissão não constam do escopo de elaboração do Projeto Executivo do Lote C.

2.5.3.2 Sistemas de Vias de Cabos de Baixa Tensão

Os sistemas de vias de cabos são compostos de canaletas e eletrodutos. Essas vias estão projetadas para utilizar diversos componentes, quais sejam eletrodutos de aço, curvas 90º, luvas e flexíveis.

2.5.3.3 Sistemas de Aterramento

As malhas de terra estão projetadas com oito hastes de terra interligadas com condutores de 35mm^2 para garantir uma resistência de aterramento que varia entre 10 e 15Ω. Os projetos contemplam os aterramentos dos quadros elétricos, da talha elétrica, das unidades hidráulicas, do transformador de distribuição, medidores de nível e vazão, inclusive a cerca da subestação. Todos os rabichos para os aterramentos dos equipamentos têm bitola de 35mm^2.

2.5.3.4 Sistemas dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada

Os serviços auxiliares de corrente alternada são constituídos de uma fonte de energia alimentada por uma linha de transmissão de 13,8kV, que por sua vez transmite energia a partir das subestações de 230kV localizadas nas estações de bombeamento. Essa linha alimenta um transformador de 30kVA, 13800-380/220V. O secundário desse transformador alimenta uma barra de 380V no quadro QDCA através de um disjuntor motorizado.

O quadro QDCA é constituído de 14 alimentadores, com disjuntores de caixa moldada para alimentar a talha elétrica, unidade hidráulica da válvula dispersora, quadro de iluminação e força (QDIF), ar condicionado, painel de telecomunicação, unidade de aquisição de dados (UAC), dois medidores de vazão, e seis alimentadores reserva. Os comandos, controles, medições e supervisões serão feitos pelo Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) através da UAC.

2.5.4 Barragem e Dique Braúnas

2.5.4.1 Características do Reservatório

A barragem Braúnas é o segundo barramento do Eixo Leste no sentido montante - jusante do sistema adutor. Está situada entre a estação elevatória EBV-2 e a barragem Mandantes, na divisão dos segmentos de canais 2207 e 2208. O reservatório está compreendido entre as seguintes estacas do sistema adutor do Eixo Leste: 987+14 do deságüe do canal à montante e 1062+5,89 da tomada d'água da estrutura de controle, a jusante.

Na **Tabela 2.53** estão apresentadas as características do reservatório.

Tabela 2.53 - Barragem Braúnas - Características do Reservatório

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A normal	m	400,88
Área da bacia de drenagem	km²	4,60
Área do reservatório no N.A normal	km²	1,13
Acumulação do reservatório no N.A normal	$m^3 \times 10^6$	14,20
Comprimento máximo do reservatório	km	1,85
Largura máxima do reservatório	km	1,05
Profundidade máxima do reservatório	m	32,84

2.5.4.2 Aspectos Geológico/Geotécnicos dos Sítios da Barragem e do Dique

O local de implantação da barragem Braúnas é constituído, em sua margem direita, por formação cristalina composta de gnaisse e migmatito e na sua margem esquerda, pelo conglomerado de borda da bacia sedimentar do Jatobá.

No sítio da barragem, a espessura de solo é relativamente pequena, em torno de 1,0 a 2,00m nas ombreiras, sendo maior, no leito do rio, chegando a 9,00m. Um pouco além do leito do riacho, no sentido da ombreira esquerda (entre as estacas 27 e 29 do eixo da barragem), está o contato litológico entre o maciço cristalino e a bacia sedimentar do Jatobá. Neste contato, se deu ênfase à realização de sondagens rotativas, vertical e inclinada, com ensaios de perda d'água sob pressão, de forma a identificar o contato e caracterizar a permeabilidade de sub-superfície.

Os ensaios de perda d'água realizados, indicaram absorções baixas, variando de 1,0 a $8{,}0 \times 10^{-5}$cm/seg para o maciço rochoso da ombreira direita e 1,0 a 2,4 x 10^{-4}cm/seg.

No local de implantação do dique, foram observados inúmeros e extensos afloramentos rochosos de granito pórfiro, cortados por veios pegmatóides. As espessuras de solo coluvionar são rasas, capeando uma camada de solos de alteração com cerca de 2,0m de espessura sobre o embasamento de rochas alteradas mole e rochas alteradas dura ficando a fundação do dique assentada diretamente no maciço rochoso.

Na **Tabela 2.54** estão apresentados os resultados obtidos nas sondagens realizadas nas fases de Projetos Básico e Executivo.

Tabela 2.54- Barragem Braúnas - Sondagens

Sondagem	Fase de Projeto	Localização (Estaca)	Cota do Terreno (m)	Profundidade (m)	Perfil (m)				
					Solo	Conglomerado	RAM	RAD	RS
SR-22	Básico	1E+9,57	410,20	10,00	1,60	-	0,40	-	8,00
SR-23	Básico	3+3,19	393,50	15,03	1,05	-	-	-	13,98
SR-24	Básico	10+6,17 (72,67m p/jus)	381,00	25,00	2,32	-	4,48	2,00	16,10
SME-01BRA	Executivo	12+0,00	383,15	15,05	1,98	-	-	-	13,07
SRE-01BRA	Executivo	17+0,00	379,35	14,00	1,00	-	-	-	13,00
SRE-02BRA	Executivo	17+0,00 (60,00m p/jus)	377,54	12,50	1,20	-	-	-	11,30
SRE-03BRA	Executivo	17+0,00 (60,00m p/mont)	377,13	14,00	2,00	-	-	-	12,00
SME-02BRA	Executivo	21+0,00 (50,00m p/jus)	372,20	15,00	2,93	0,77	-	-	11,30
SR-25	Básico	23+14,60 (122,66m p/jus)	374,70	15,00	0,50	-	1,00	8,50	5,00
SME-03BRA	Executivo	25+10,00	371,09	15,10	9,10	2,00	-	-	6,90
SRE-04BRA	Executivo	28+0,00	371,67	13,00	1,50	6,55	-	-	9,50
SRE-05BRA	Executivo	29+0,00	377,01	20,00	0,80	-	-	-	12,65
SR-26	Básico	29+16,26 (171,82m p/jus)	386,70	10,00	1,00	-	-	9,00	-

Onde:

SR = Sondagem Rorativa
SRE = Sondagem Rotativa realizada na fase de projeto executivo
SME = Sondagem Mista realizada na fase de projeto executivo
RAM = Rocha Alterada Mole
RAD = Rocha Alterada Dura
RS = Rocha Sã

Nas **Figuras 2.35** e **2.36** estão apresentados os arranjos gerais da barragem e do dique Braúnas.

2.5.4.3 Concepção da Barragem e do Dique

2.5.4.3.1 Barragem Braúnas

A seção transversal da barragem Braúnas, desenvolvida no projeto básico é zoneada e prevê a utilização de materiais argilosos, aluvionares ou não, tanto no núcleo como nos espaldares, situados nas proximidades do eixo da barragem.

No Projeto Executivo seguiu-se a mesma concepção, adotando-se um núcleo argiloso com menores dimensões a ser construído com solos de jazida situada na área da bacia

hidráulica e espaldares em material conglomerático localizados na margem esquerda do reservatório, com distância de transporte menor que 1,0km. Para construção dos filtros vertical e horizontal foi indicada jazida de material arenoso de leito de rio, situado, em média a 1,8km de distância do eixo da barragem.

O sistema de drenagem interna da barragem é formado por filtros verticais e tapete drenante horizontal que termina em simples drenos de pé de enrocamento compactado.

Os taludes de jusante e de montante são protegidos contra processos erosivos por “rip-rap” assentado sobre transição graduada de areia e brita. O “rip-rap” será construído utilizando-se materiais de 3ª categoria (rocha sã), resultante das escavações obrigatórias do canal. A jusante o “rip-rap” cobre toda a extensão do talude, enquanto que a montante o revestimento se estende desde o topo até 1,5m abaixo da cota de fundo do canal, de forma a garantir a proteção contra a ação de marolas na condição extrema de esvaziamento do sistema adutor.

Ao longo do eixo da barragem está previsto a execução de um cut-off com largura de fundo de 18,23m, altura de 1,33m e taludes de 1,0V:1,0H na sua maior seção. No dique de contenção, o cut-off tem 6,0m de largura, altura de 0,5m e taludes de 1,0V:1,0H, na sua maior seção.

Com relação ao tratamento da fundação da barragem, só se previu a execução de injeções de calda de cimento no embasamento cristalino sob o maciço (ombreira direita) uma vez que na ombreira esquerda, não é aconselhável a injeção no conglomerado, pela natureza dessa formação.

No local do contato geológico foi previsto um reforço no sistema de drenagem interno da barragem, compreendendo uma vala de areia, com seção transversal trapezoidal abaixo do tapete horizontal.

Na **Tabela 2.55** são apresentadas as características do maciço da barragem.

Na **Figura 2.37** está apresentada a seção tipo da barragem.

Tabela 2.55 - Barragem Braúnas - Características do Maciço

Tipo	gravidade
Seção	zoneada (conglomerado / núcleo argiloso)
Localização no eixo barrável	Est 0+19,00m a Est 35+10,00m
Comprimento da crista	691,00m
Cota do coroamento	402,10m
Altura máxima	37,10m

2.5.4.3.2 Sangradouro

O sangradouro da barragem Braúnas está situado no corpo do dique de contenção a ser construído em uma sela topográfica barrando um ponto de fuga do reservatório. O

sangradouro de concreto foi projetado em soleira livre com perfil Creager de 45,00m de largura e bacia de dissipação com 6,00m de comprimento. A lâmina vertente de 0,5m permite escoar uma vazão de 28m³/s correspondente a contribuição do deságüe do canal no reservatório da barragem.

Nas **Tabelas 2.56 e 2.57** são apresentadas as características do maciço do dique e as características do sangradouro, respectivamente.

Nas **Figuras 2.36 2.38** estão apresentados o arranjo geral e a seção do sangradouro, respectivamente.

O dimensionamento hidráulico, os estudos de verificação da estabilidade e dos muros guias do sangradouro são apresentados no documento **1230-MMO-2105-20-04-001**.

Tabela 2.56 - Dique da Barragem Braúnas - Características do Maciço

Tipo	gravidade
Seção	homogênea de terra (argiloso)
Localização no eixo barrável	Est 1+2,08m a Est 28+13,71m
Comprimento da crista	551,60m
Cota do coroamento	402,10m
Altura máxima	4,10m

Tabela 2.57 - Barragem Braúnas - Características Gerais do Sangradouro

Tipo	Soleira livre - perfil Creager
Estrutura	Gravidade em concreto
Largura	45,00m
Cota da soleira livre	401,42m
Altura	2,82m
Lâmina vertente	0,50m
Vazão de projeto	28m³/s

2.5.4.3.3 Tomada d' Água

As estruturas em concreto armado da tomada d'água de Braúnas são compreendidas de uma torre de controle situada à montante do maciço e pela galeria que se desenvolve transversalmente sob o maciço da barragem. O acesso da crista à torre é feito por uma passarela com guarda corpo, assentada sobre dois pilares. A tubulação de 700mm da tomada se desenvolve dentro da galeria. Ao sair da galeria a mesma se divide em duas com diâmetro de 500mm com prolongamento a céu aberto até a estrutura de deságüe. Os acessos à crista da barragem e à estrutura de deságüe da tomada d'água são mostrados no documento **1230-REL-2052-00-00-001 - Relatório Final do Projeto Executivo do Sistema Viário**.

Na **Tabela 2.58** estão apresentadas as características da tomada d'água e na **Figura 2.37** sua seção longitudinal.

Tabela 2.58 - Barragem Braúnas - Características da Tomada d'Água

Tipo de tomada d'água:	uso difuso
Tipo de estrutura:	Torre e galeria em concreto armado
Localização em relação ao eixo da barragem:	Estaca 17 + 0,00m
Altura da torre:	26,36m
Comprimento da passarela:	48,04m
Largura da passarela:	1,70m
Comprimento da galeria:	99,52m
Extensão total da tomada d'água:	118,68m
Tubulação inserida na galeria:	DN 700 / 103,12m
Bifurcação:	DN 700/500 / 2,80m
Tubulação da estrutura de deságue:	DN 500 / 2 x 7,21m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 500
Vávula dispersora:	1 x DN 500 / 1m³/s
Vazão total de projeto:	2 m³/s

2.5.4.3.4 Instrumentação

A instrumentação da barragem, composta de equipamentos do tipo piezômetro e medidor de recalque e da instalação de marcos superficiais de medição, têm como objetivo a observação do comportamento do maciço e do funcionamento dos filtros nas fases de construção e operação da obra.

A instalação dos marcos e dos medidores de recalque foi feita em locais estrategicamente escolhidos mediante a consideração da possibilidade de ocorrência de deformações do maciço. Os piezômetros são instalados nos locais considerados ideais para o monitoramento dos níveis d'água no maciço, na fundação e nos filtros. Nos desenhos de projeto são também indicados os locais de implantação dos marcos de referência, cujas cotas servirão de base para as medições a serem efetuadas. Nesta barragem os equipamentos e marcos a serem instalados são:

- 08 medidores de recalque telescópico para medição da deformação do maciço, instalados nas estacas 10, 20, 27 e 32, sendo 3 à montante do eixo, inserido no núcleo argiloso, e 3 dentro do espaldar de jusante, no conglomerado;
- 16 piezômetros tipo Casagrande para medição dos níveis d'água instalados nas mesmas seções do medidor de recalque, sendo 2 no filtro vertical e 2 situados ao longo da fundação da barragem;
- 06 marcos superficiais para medição da deformação do maciço, implantados nas estacas 5, 10, 16, 21, 26 e 32.

2.5.4.3.5 Análise de Estabilidade

Os estudos de estabilidade foram realizados utilizando-se o método de equilíbrio limite aplicado a superfícies circulares. Foi empregado o programa *"SLOPE"*, que utiliza o método de *Bishop Simplificado* para a determinação do coeficiente de segurança (FS). Os estudos foram realizados em termos de tensões efetivas. Os cálculos determinaram os coeficientes de segurança resultantes de cada configuração geométrica, geotécnica e de carregamento prevista. Os estudos completos de verificação de estabilidade da barragem são apresentados no documento **1230-MMO-2105-04-02-001 - Barragem Braúnas - Memória de Cálculo de Estabilidade e Percolação**.

2.5.4.3.6 Estudo de Percolação

Os estudos de percolação de água foram realizados para estimar as vazões de infiltração e subsidiar o dimensionamento dos filtros internos e as análises de estabilidade dos taludes.

Os estudos foram realizados empregando-se o programa SEEP desenvolvido pela Geo-Slope, que utiliza o método dos elementos finitos. O programa permite a consideração do fluxo não confinado em regime permanente, com a obtenção da superfície freática por um processo iterativo. Os estudos detalhados estão apresentados no documento **1230-MMO-2105-04-02-001 - Barragem Braúnas - Memória de Cálculo de Estabilidade e Percolação**.

Figura 2.35 - Barragem Braúnas - Arranjo Geral

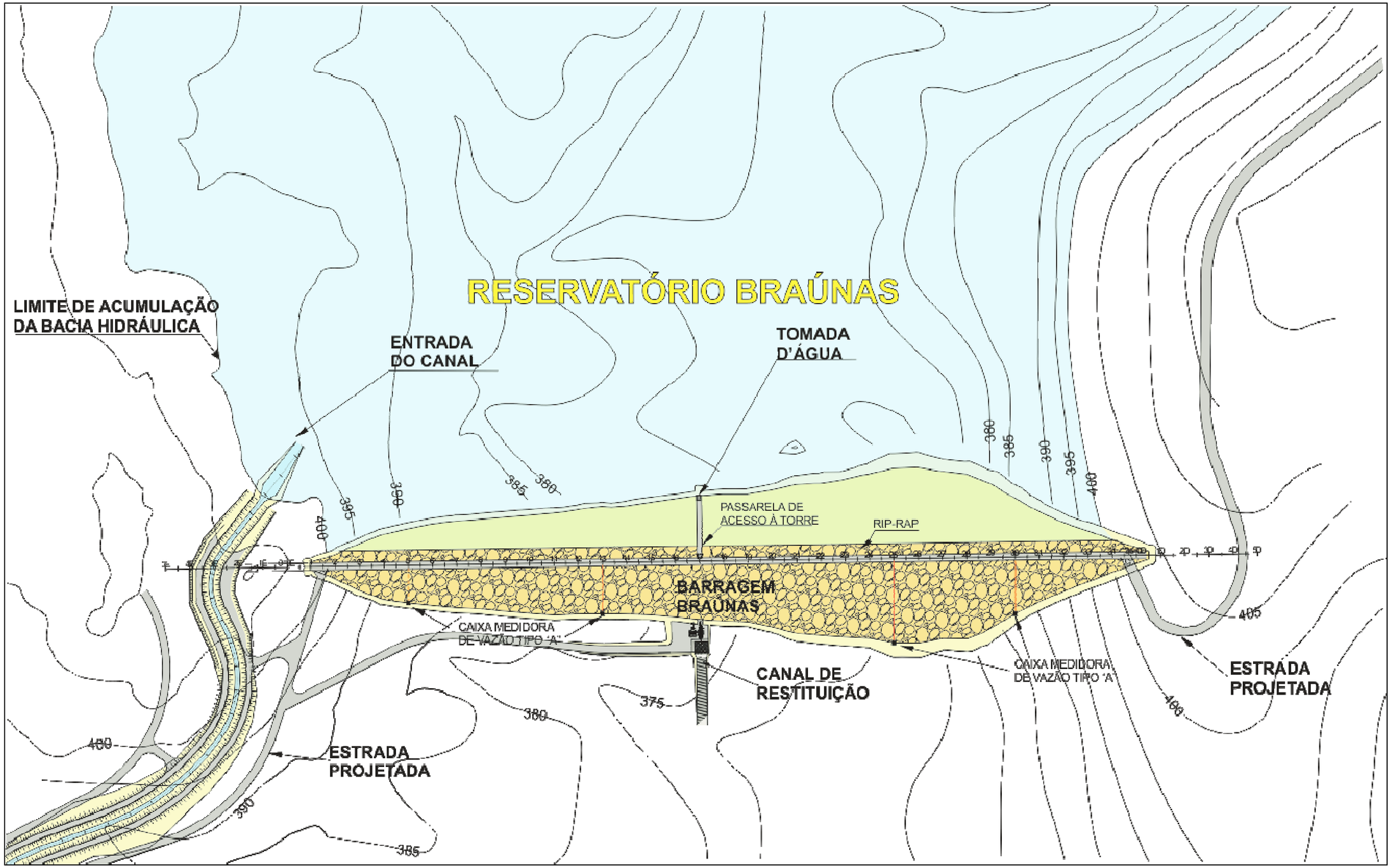


Figura 2.36- Dique e Sangradouro da Barragem Braúnas - Arranjo Geral

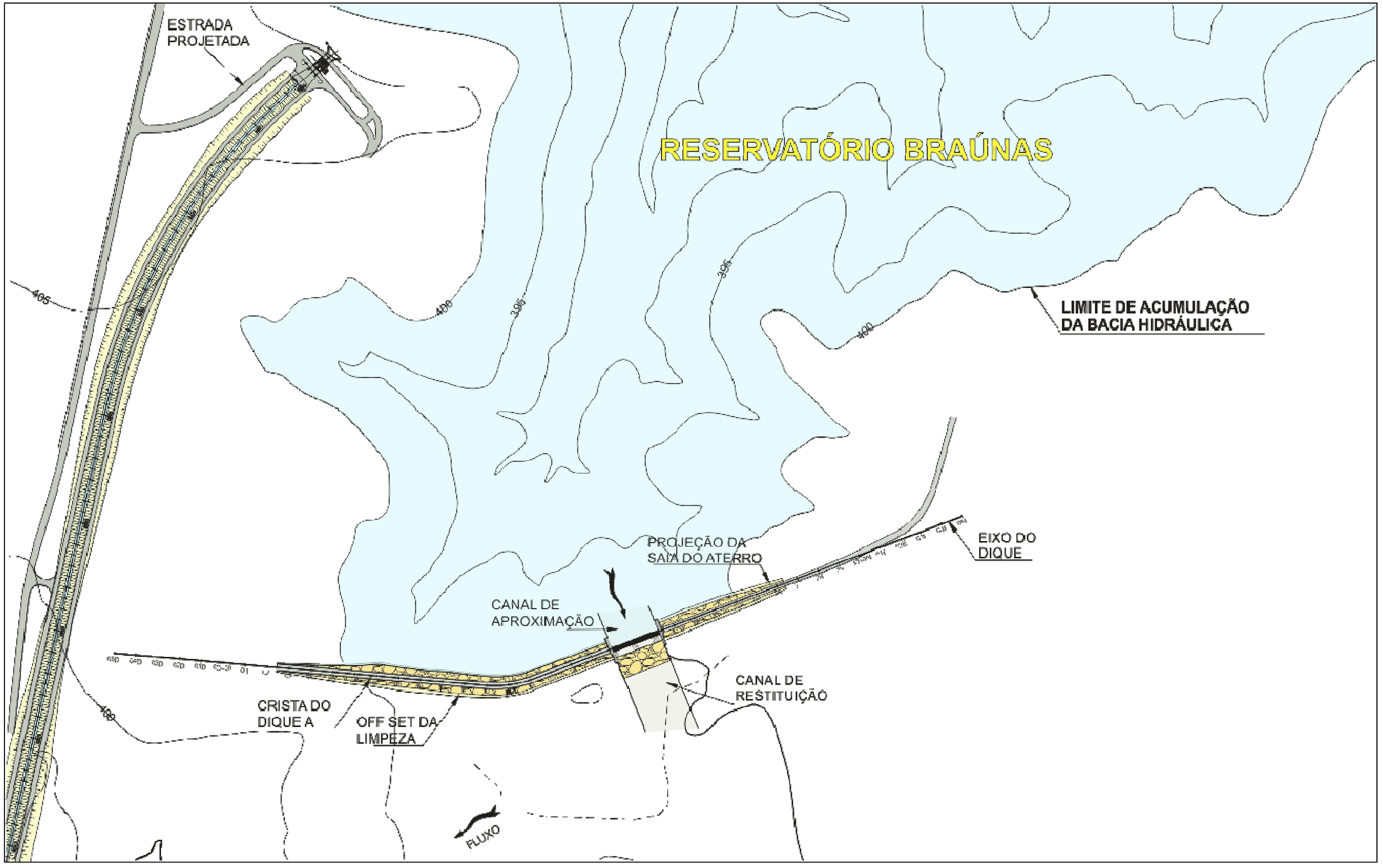


Figura 2.37 - Barragem Braúnas - Seções Tipo e Seção Longitudinal da Tomada d'Água

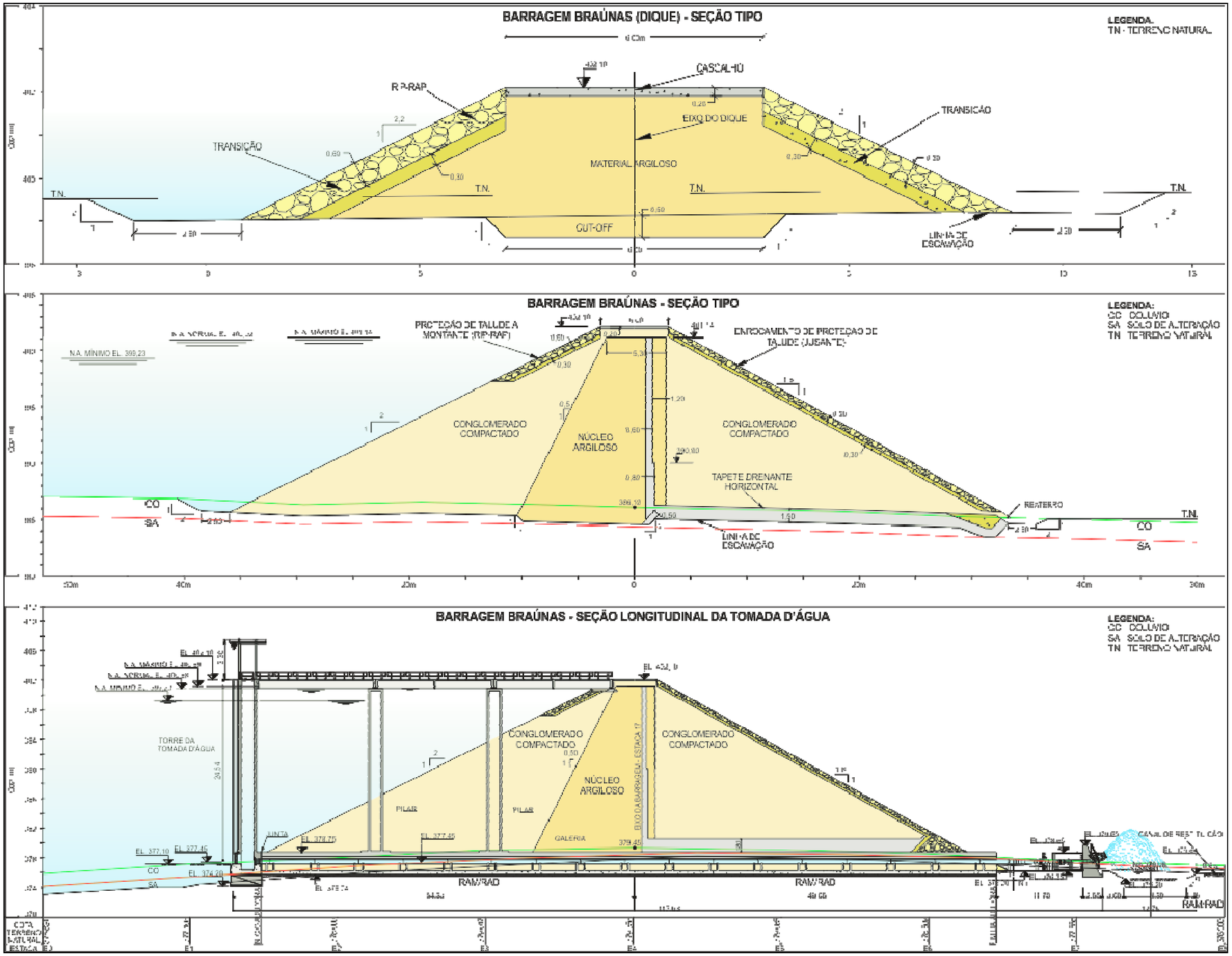
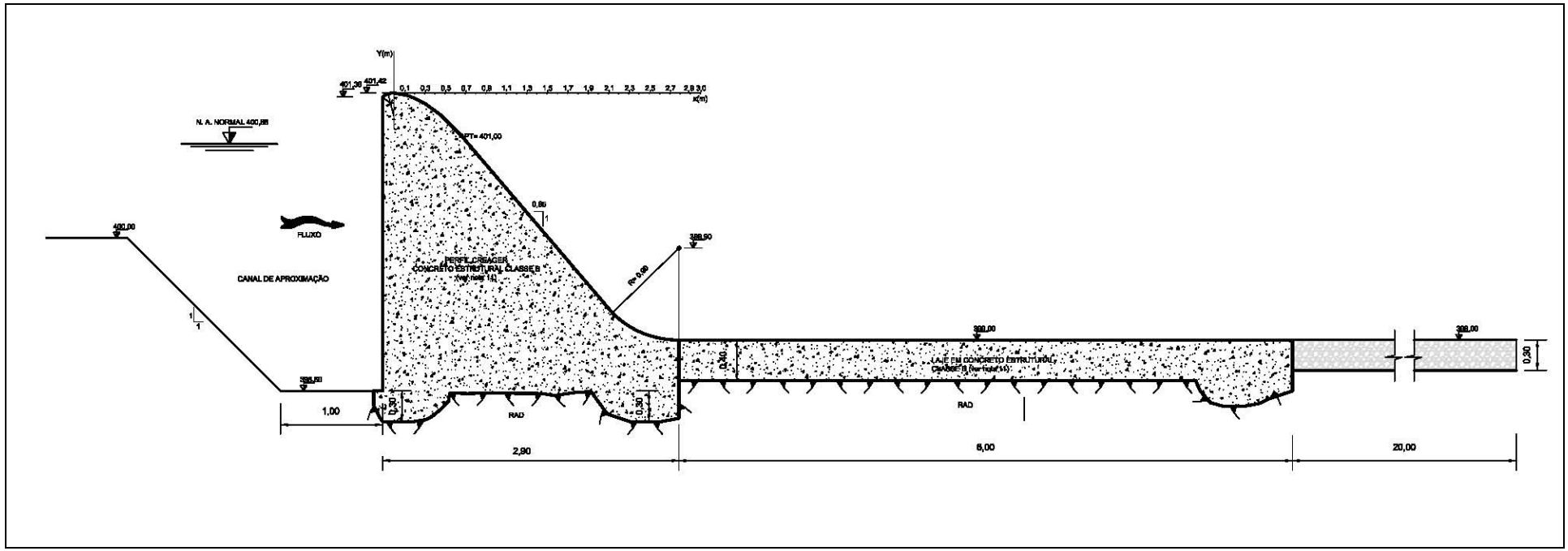


Figura 2.38 - Seção do Sangradouro



2.5.5 Barragem Mandantes

2.5.5.1 Características do Reservatório

A barragem Mandantes forma o terceiro reservatório de passagem do sistema adutor, no sentido montante - jusante do Eixo Leste. Está situada entre a barragem Braúnas e a estação elevatória EBV-3, na divisão dos segmentos de canais 2208 e 2209. O reservatório está compreendido entre as seguintes estacas do sistema adutor do Eixo Leste: 1624+15,80 do deságue do segmento de canal 2208 à montante, e estaca 1723+18,84 na entrada do segmento de canal 2209, a jusante.

Na **Tabela 2.59** - Estão apresentadas as principais características do reservatório e na **Figura 2.38** o arranjo geral.

Tabela 2.59 - Barragem Mandantes - Características do Reservatório

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A. normal	m	399,69
Área da bacia de drenagem	km²	23,60
Área do reservatório no N.A. normal	km²	0,95
Acumulação do reservatório no N.A. normal	$m^3 \times 10^6$	4,12
Comprimento máximo do reservatório	km	2,00
Largura máxima do reservatório	km	7,50
Profundidade máxima do reservatório	m	21,40

2.5.6 Aspectos Geológico/Geotécnicos do Sítio da Barragem

A área de implantação da barragem Mandantes é formada, na ombreira esquerda e na faixa central do vale, por arenitos finos intercalados, de forma errática, por pequenos veios de folhelhos e siltitos e na ombreira direita por conglomerados polimíticos de matriz areno-siltosa a argilo-arenosa. No contato entre essas duas litologias há evidências da existência de argilitos-siltitos.

A parte superficial é formada por depósito aluvionar de quaternário não consolidado, constituído de areia fina a grossa, cascalhos e, de forma localizada, por manchas de material argiloso.

Na **Tabela 2.60** estão apresentados os resultados obtidos nas sondagens realizadas nas fases de Projetos Básico e Executivo.

Tabela 2.60 - Barragem Mandantes - Sondagens

Sondagem	Fase de Projeto	Localização (Estaca)	Cota do Terreno (m)	Profundidade (m)	Perfil (m)			
					Solo	RAM	RAD	RS
SR-29	Básico	9+0,00	398,25	1305,00	0,30	-	-	12,75
SR-30	Básico	15+0,00	395,85	15,05	1,30	6,85	6,90	-
SME-01MAN	Executivo	17+0,00 (eixo)	392,43	12,24	12,24	-	-	-
SME-02MAN	Executivo	36+0,00	393,73	12,10	12,10	-	-	-
SME-03MAN	Executivo	4+10,00	387,33	12,45	12,45	-	-	-
SR-31	Básico	49+9,42 (42,54m p/jus)	393,30	13,01	9,05	1,05	2,91	-
SME-06MAN	Executivo	58+0,00 (40,00m	391,87	31,00	6,00	-	-	25,00
SME-07MAN	Executivo	58+0,00 (eixo)	394,50	31,00	8,00	-	-	23,00
SME-08MAN	Executivo	58+0,00 (40,00m p/jus)	394,65	30,50	6,50	-	-	24,00
SR-32	Básico	62+10,64 (0,60m p/jus)	392,20	12,06	2,45	3,79	5,82	-
SRE-04MAN	Executivo	77+6,50 (eixo)	401,61	6,45	6,45	-	-	-
SRE-05MAN	Executivo	77+0,00 (102,00m p/jus)	400,94	13,95	13,95	-	-	-

Onde:

SR = Sondagem Rorativa
SRE = Sondagem Rotativa realizada na fase de projeto executivo
SME = Sondagem Mista realizada na fase de projeto executivo
RAM = Rocha Alterada Mole
RAD = Rocha Alterada Dura
RS = Rocha Sã

2.5.7 Concepção da Barragem

A seção transversal da barragem Mandantes, desenvolvida na fase de elaboração do projeto básico é zoneada e prevê a utilização de materiais argilosos, aluvionares ou não, tanto no núcleo como nos espaldares, todos situados nas proximidades do eixo da barragem.

Na elaboração do projeto executivo, optou-se pela execução da barragem em perfil homogêneo, aproveitando-se os conglomerados de matriz mais argilosa, situados nas proximidades da margem direita do reservatório, a uma distância menor que 1,00 km. Com relação aos filtros vertical e horizontal, optou-se pela utilização de areia, conjuntamente com uma mistura de brita. Em toda a extensão de montante do maciço da barragem foi previsto um tapete com altura e largura variável, com o objetivo de dificultar a percolação pela fundação de arenito. Essas soluções se deram no transcurso das investigações geotécnicas mais detalhadas que possibilitaram concluir que:

a) A heterogeneidade dos aluviões ocorrentes nas proximidades do eixo da barragem, com bolsões de argila e de areia inviabilizam técnica e economicamente a exploração desses materiais, tanto para a construção do maciço como para a construção dos filtros.

b) Uma vez descartada a utilização de materiais aluvionares, o conglomerado ocorrente na margem direita do reservatório, é o único material que se presta para a construção do maciço (boas condições de trabalhabilidade, resistência ao cisalhamento e compressibilidade) que está situado a uma distância mais próxima do eixo, o que reduz a distância de transporte.

c) Descarta a utilização de areia das formações aluvionares pelas dificuldades de se obter um material livre de contaminação, as distâncias de transporte de outros locais tornaram mais econômico a utilização de brita nos filtros vertical e horizontal da barragem.

d) O tapete de montante não implica em custos adicionais elevados uma vez que constitui um bota-fora dos argilitos expansivos de escavação obrigatória do canal nos segmentos a montante e a jusante do reservatório.

Com relação à drenagem interna do maciço, por razões econômicas, adotou-se uma mistura de britas 0, 1 e 2 ou apenas de brita 0 e 1, para construção do filtro vertical, conjuntamente com um filtro de areia. O filtro horizontal de areia e mistura de brita termina em um dreno de pé, construído com enrocamento compactado.

Os taludes de jusante e de montante são protegidos contra processos erosivos por “rip-rap” assentado sobre transição graduada de brita. O “rip-rap” será construído utilizando-se materiais de 3ª categoria (rocha sã), resultante das escavações obrigatórias do canal. Tanto a jusante como a montante, o “rip-rap” cobre toda a extensão dos taludes.

Ao longo do eixo da barragem está previsto a execução de um cut-off com largura de fundo de 5,00m, altura de 4,00m e taludes de 1,0V:1,0H na sua maior seção.

Com relação ao tratamento da fundação da barragem, não se previu a execução de injeções de calda de cimento uma vez que os materiais ocorrentes não são injetáveis. Os levantamentos topográfico e geológico/geotécnico das fundações da barragem constarão do “as built” a ser elaborado pela supervisora das obras.

Na **Tabela 2.61** estão apresentadas as características do maciço da barragem Mandantes e na **Figura 2.39** a seção tipo da mesma.

Tabela 2.61 - Barragem Mandantes - Características do Maciço

Tipo	gravidade
Seção	homogênea de terra (conglomerado)
Localização no eixo barrável	Est 2+9,08m a Est 79+19,46m
Comprimento da crista	1550,38m
Cota do coroamento	401,50m
Altura máxima	21,40m

2.5.8 Sangradouro

O sangradouro da barragem Mandantes é constituído de um canal aberto, situado na ombreira esquerda, seguindo o eixo escolhido, e cruza o eixo da barragem entre as estacas 77 e 79+5,00m. A seção de controle é formada por um vertedor com soleira livre de perfil tipo Creager, bacia de dissipação com 5m de comprimento e canal de fuga.

O acesso ao vertedor é através de um canal de aproximação escavado a montante, com fundo na cota 399,50 e a saída é feita através de um canal de restituição com fundo na cota 399,00 e declividade de 0,2%, também em movimento uniforme no regime subcrítico.

O projeto do sangradouro seguiu a mesma concepção do projeto básico, com um pequeno deslocamento em função dos resultados das sondagens realizadas na fase de projeto executivo. No seu dimensionamento seguiu-se as recomendações contidas nos "Critérios Gerais de Projeto" definidos no Projeto Básico.

Na **Tabela 2.62** estão apresentadas as características gerais do sangradouro e nas **Figuras 2.38** e **2.40** o arranjo geral e a seção do mesmo, respectivamente.

Tabela 2.62 - Barragem Mandantes - Características Gerais do Sangradouro

Tipo	Soleira livre - perfil Creager
Estrutura	Gravidade em concreto
Largura	45,00m
Cota da soleira livre	400,49m
Altura	1,99m
Lâmina vertente	0,50m
Vazão de projeto	28m³/s
Vazão de projeto para T.R. 1000anos	60,40m³/s

O dimensionamento hidráulico e os estudos de verificação da estabilidade do vertedouro e dos muros guias são apresentados no documento **1230-MMO-2106-20-04-001 - Barragem Mandantes - Vertedouro**.

2.5.9 Tomada d'Água

A tomada d'água de Mandantes é composta de duas estruturas de concreto armado: uma torre de controle situada à montante do maciço e uma galeria que se desenvolve transversalmente sob o maciço da barragem. O acesso da crista da barragem até a torre é feito por uma passarela com guarda corpo.

A tubulação de 700mm de diâmetro da tomada d'água se desenvolve dentro da galeria sobre montantes de concreto armado. Ao sair da galeria a tubulação se divide em duas de diâmetro de 500mm com prolongamento a céu aberto até a estrutura de saída. O acesso à crista da barragem e à estrutura de saída da tomada d'água é mostrado no documento **1230-REL-2052-00-00-001 - Relatório Final do Projeto Executivo do Sistema Viário**.

Na **Tabela 2.63** estão apresentadas as características principais da tomada d'água e na **Figura 2.39** a seção longitudinal da mesma.

Tabela 2.63 - Barragem Mandantes - Características da Tomada d'Água

Tipo de tomada d'água:	uso difuso
Tipo de estrutura:	Torre e galeria em concreto armado
Localização em relação ao eixo da barragem:	Estaca 58 +0,00m
Altura da torre:	11,05m
Comprimento da passarela:	16,70m
Largura da passarela:	1,70m
Comprimento da galeria:	44,34m
Extensão total da tomada d'água:	68,98m
Tubulação inserida na galeria:	DN 700 / 53,18m
Bifurcação:	DN 700/500 / 2,80m
Tubulação da estrutura de saída	DN 500 / 2 x 7,42m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 500
Vávula dispersora:	1 x DN 500 / 1m³/s
Vazão total de projeto:	2 m³/s

2.5.10 Instrumentação

A instrumentação da barragem, composta de equipamentos do tipo piezômetro e medidor de recalque e da instalação de marcos superficiais de medição, têm como objetivo a observação do comportamento do maciço e do funcionamento dos filtros nas fases de construção e operação da obra.

A instalação dos marcos e dos medidores de recalque foi feita em locais estrategicamente escolhidos mediante a consideração da possibilidade de ocorrência de deformações do maciço. Os piezômetros são instalados nos locais considerados ideais para o monitoramento dos níveis d'água no maciço, na fundação e nos filtros. Nos desenhos de projeto são também indicados os locais de implantação dos marcos de referência, cujas cotas servirão de base para as medições a serem efetuadas. Nesta barragem os equipamentos e marcos a serem instalados, são:

- 04 medidores de recalque tipo IPT, para medição da deformação do maciço, instalados nas estacas 17, 47, 66 e 74, 3,0m a jusante do eixo, com três estágios de medição;

- 07 piezômetros tipo Casagrande para medição dos níveis d'água em 04 estacas, instalados nos filtros vertical e horizontal e também no maciço de fundação da barragem, em posições e quantidades variando de conformidade com as dimensões da seção do maciço;

- 19 marcos superficiais para medição da deformação do maciço, implantados ao longo da crista da barragem.

2.5.11 Análise de Estabilidade

Os estudos de estabilidade foram realizados utilizando-se o método de equilíbrio limite aplicado a superfícies circulares. Foi empregado o programa *"SLOPE"*, que utiliza o método de *Bishop Simplificado* para a determinação do coeficiente de segurança (FS). Os estudos foram realizados em termos de tensões efetivas.

Os cálculos determinaram os coeficientes de segurança resultantes de cada configuração geométrica, geotécnica e de carregamento prevista. Os estudos completos de verificação de estabilidade da barragem são apresentados no relatório **1230-MMO-2106-04-02-001 - Memória de Cálculo de Estabilidade e de Percolação**.

2.5.12 Estudo de Percolação

Os estudos de percolação de água foram realizados para estimar as vazões de infiltração e subsidiar o dimensionamento dos filtros internos e as análises de estabilidade dos taludes.

Os estudos foram realizados empregando-se o programa SEEP desenvolvido pela Geo-Slope, que utiliza o método dos elementos finitos. O programa permite a consideração do fluxo não confinado em regime permanente, com a obtenção da superfície freática por um processo iterativo. Os estudos detalhados estão apresentados no documento **1230-MMO-2106-04-02-001 - Memória de Cálculo de Estabilidade e de Percolação**.

Figura 2.38 - Barragem Mandantes - Arranjo Geral

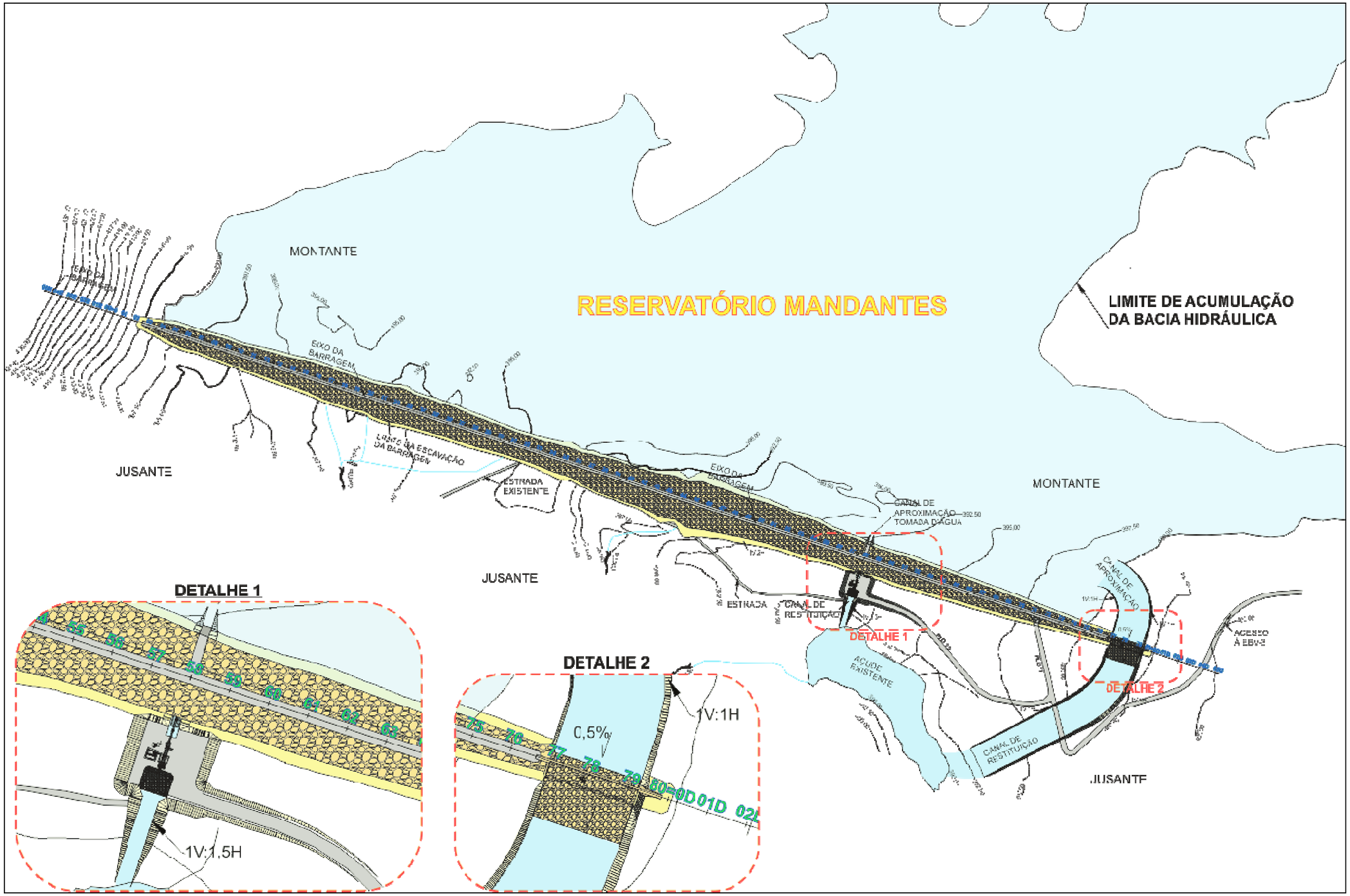


Figura 2.39- Barragem Mandantes - Seção Tipo e Seção Longitudinal da Tomada d'Água

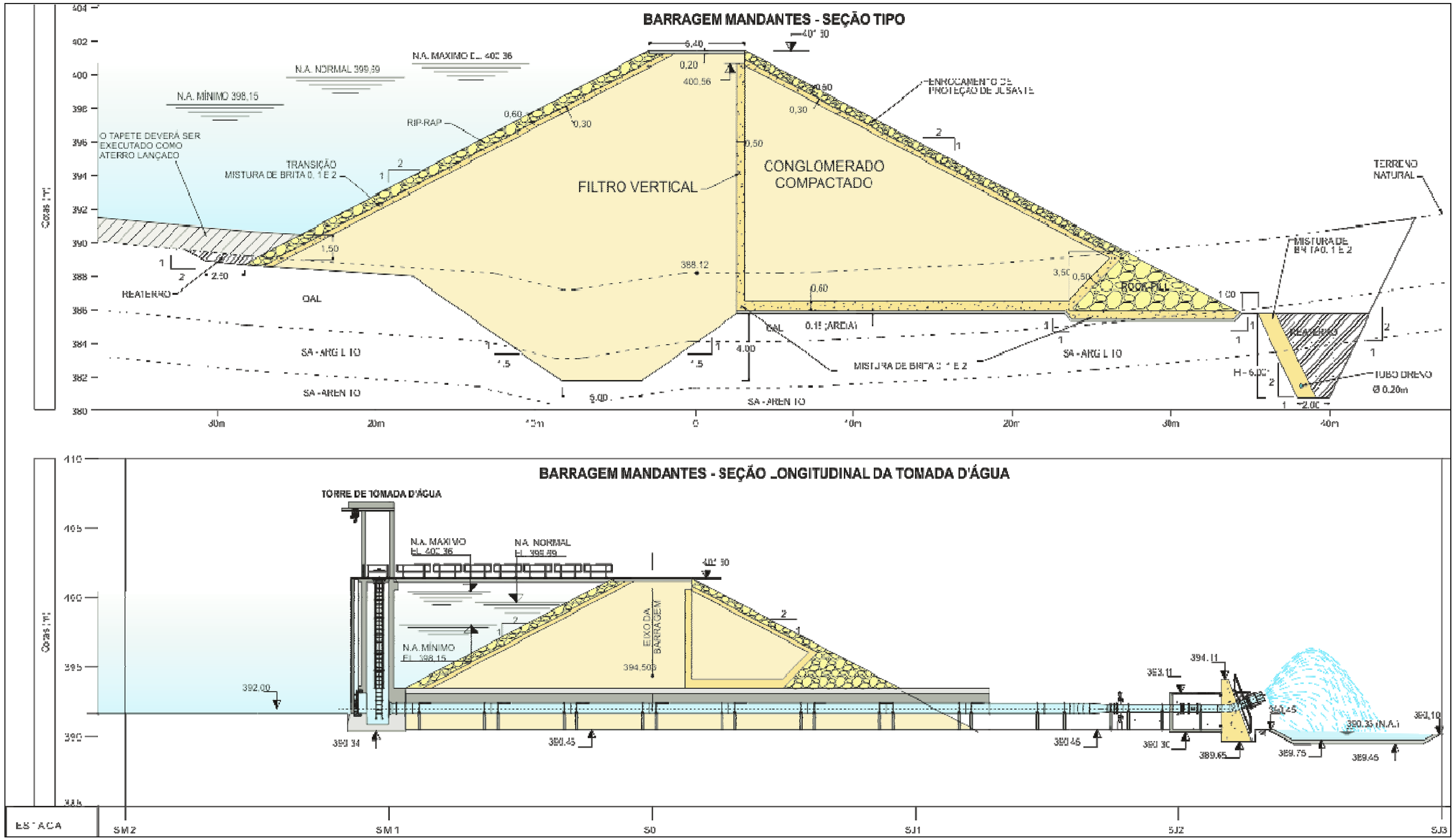
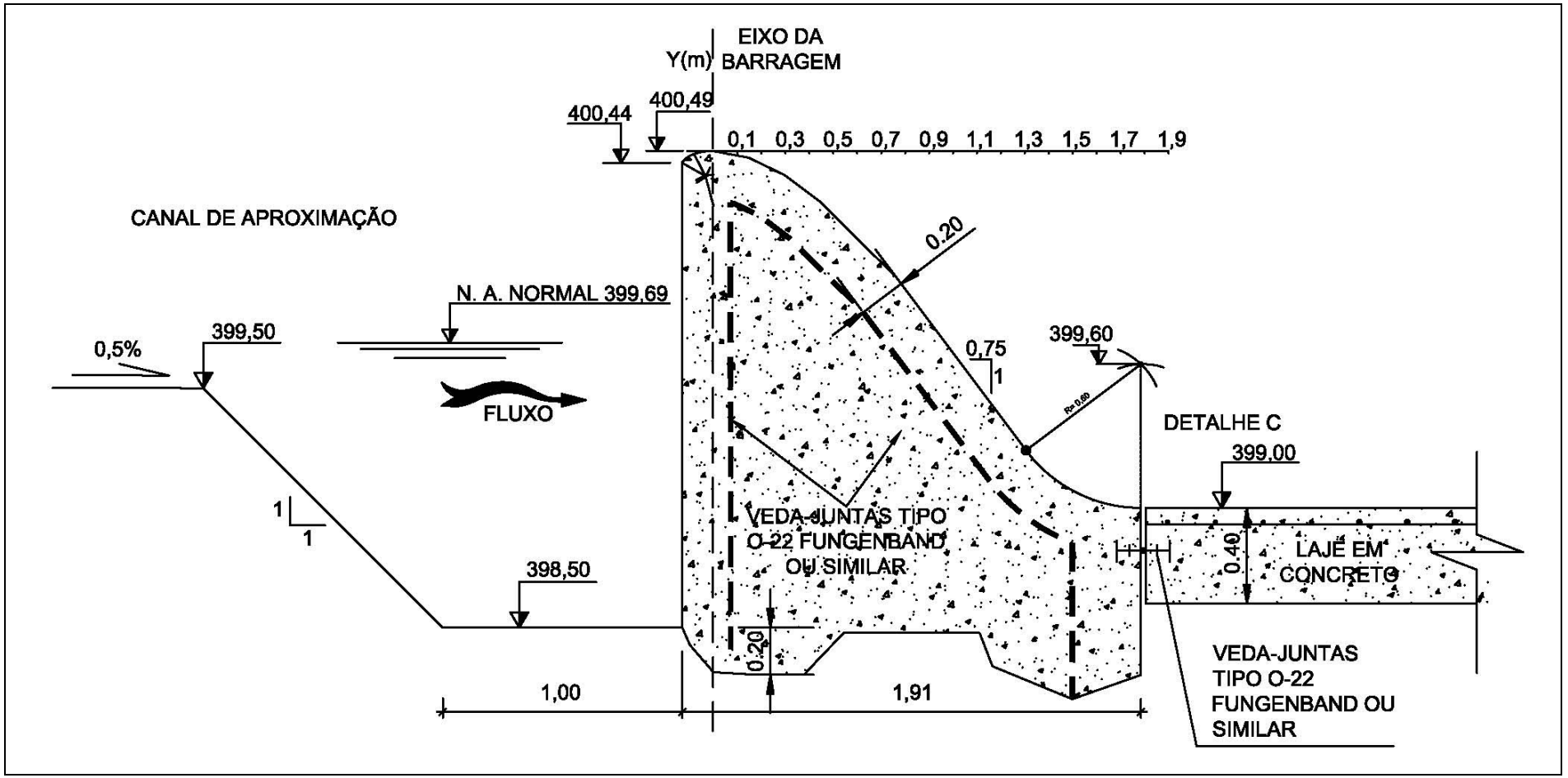


Figura 2.40 - Barragem Mandantes - Seção do Sangradouro



2.6 BARRAGEM SALGUEIRO

2.6.1 Características do Reservatório

O reservatório formado pela barragem Salgueiro é o quarto do Eixo Leste, no sentido montante - jusante do sistema adutor. Está situada entre a estação elevatória EBV-3 e a barragem Muquém, na divisão dos segmentos de canais 2210 e 2211. O reservatório está compreendido entre as seguintes estacas do sistema adutor do Eixo Leste: 1884+16,00 do deságüe do segmento de canal 2210, à montante e a estaca 1945+10,00 da tomada d'água da estrutura de controle, a jusante, no início do segmento de canal 2211.

Na **Tabela 2.64** estão apresentadas as características do reservatório.

Tabela 2.64 - Barragem Salgueiro - Características do Reservatório

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A normal	m	459,43
Área da bacia de drenagem	km²	6,60
Área do reservatório no N.A normal	km²	1,00
Acumulação do reservatório no N.A normal	$m^3 \times 10^6$	4,49
Comprimento máximo do reservatório	km	1,60
Largura máxima do reservatório	km	0,92
Profundidade máxima do reservatório	m	20,70

2.6.2 Aspectos Geológico/Geotécnicos do Sítio da Barragem

A área de implantação da barragem Salgueiro é formada por um embasamento cristalino de granito pórfiro sotoposto a uma zona de solos de alteração do granito, coberta por um depósito de conglomerados constituídos por fragmentos rochosos arredondados de diversos tamanhos e variadas litologias com matriz areno-argilosa.

Compõe ainda o perfil geológico do sítio da barragem: a) uma cobertura de colúvio silte-arenoso com blocos de arenito silicificado de dimensões decimétricas envoltos em matriz areno-argilosa na ombreira direita com espessura média de 2,00m, sobre solo de alteração de granito gnaisse porfirítico, até uma profundidade média de 5,50m; b) uma presença de coluvião argilo-arenoso de espessura média de 0,60m.

Localmente, na superfície da ombreira direita, ocorre espesso coluvião areno-argiloso com blocos de arenito silicificado.

No leito do rio, a sondagem SR43 indicou a presença de coluvião argilo-arenoso na superfície com espessura de 0,60m, capeando solo de alteração do granito-gnaisse porfirítico, este até a profundidade de 6,10m. O solo de alteração é constituído por areia final a média, siltosa englobando blocos de rocha e apresenta índices SPT elevados, superiores a 30 golpes/30cm.

Abaixo, ocorre rocha alterada dura e extremamente fraturada até a profundidade de 12,70m e rocha sã, medianamente a pouco fraturada no trecho inferior.

Os ensaios de infiltração confirmam a baixa permeabilidade do solo de alteração, indicando valores de até 4,8x10^{-6}cm/s. Os ensaios de perda d'água indicaram valores de permeabilidade baixa para o maciço rochoso, variando entre 1,0 e 7,2x10^{-5}cm/s.

Na ombreira esquerda, as sondagens SR40, SR41 e SR42 revelaram condições de alteração menos intensa do que na ombreira direita, limitando-se o solo de alteração até a profundidade máxima de 5,72m, observado na sondagem SR41. Na sequência, aparece o granito-gnaisse porfirítico, em geral são medianamente a pouco fraturado, exceto na SR40 onde a rocha é pouco alterada. Os ensaios de perda d'água indicaram absorções nulas no maciço rochoso da SR42 e SR40 e permeabilidade baixa a média na SR41 com valores de condutividade hidráulica variando 2,66x10^{-4} a 8,6x10^{-5}cm/s.

Na ombreira direita, aproximadamente no entorno da estaca 10 e na mesma direção do eixo da barragem, o embasamento rochoso mergulha no sentido da ombreira. A partir dessa constatação foram programados alguns furos à rotopercussão a serem realizados pelo construtor da obra na direção do eixo original e ao longo da rotação para o lado de montante programada para o eixo no projeto executivo.

Os resultados dessas sondagens mostraram que a superfície do embasamento rochoso permanece com uma profundidade de cerca de 5,00m, ao longo do eixo programado no projeto executivo, na região onde a camada do coluvião areno-argiloso é bastante espessa, com blocos de arenito silicificado.

Na **Tabela 2.65** estão apresentados os resultados obtidos nas sondagens realizadas nas fases de Projetos Básico e Executivo.

Na **Figuras 2.41** está apresentado o arranjo geral da barragem Salgueiro.

Tabela 2.65 - Barragem Salgueiro - Sondagens

Sondagem	Fase de Projeto	Localização (Estaca)	Cota do Terreno (m)	Profundidade (m)	Perfil (m)			
					Solo	Cong	RAD	RS
SME-01SAL	Executivo	25+0,00	453,25	10,10	1,10	2,40	-	6,60
SR-44	Básico	28+14,36 (48,74m p/jus)	454,15	16,70	7,60	-	-	9,10
SR-43	Básico	34+5,31 (137,82m p/jus)	442,20	20,02	6,10	-	-	13,92
SME-02SAL	Executivo	40+0,00	444,08	15,04	2,84	12,20	-	-
SR-42	Básico	48+9,81 (143,14m p/jus)	449,55	20,00	2,80	-	0,93	16,27
SME-03SAL	Executivo	55+0,00	451,01	18,30	2,15	6,50	-	9,65
SME-04SAL	Executivo	55+0,00 (60,00m p/jus)	456,02	18,95	2,65	3,85	-	12,45
SME-05SAL	Executivo	55+0,00	456,02	11,40	2,95	4,00	-	4,95
SR-41	Básico	59+1,31 (130,19m p/jus)	452,50	15,03	5,72	-	-	9,31
SR-40	Básico	69+2,65 (67,20m p/jus)	453,90	15,80	9,70	-	-	6,10
SME-07SAL	Executivo	80+0,00	458,18	10,11	1,90	1,60	-	6,61
SME-08SAL	Executivo	82+0,00 (50,00m p/jus)	458,28	13,00	0,40	1,20	-	11,40
SME-09SAL	Executivo	41+0,00	441,00	9,00	4,00	2,00	-	3,00
SME-10SAL	Executivo	01+0,00	458,85	27,80	5,80	4,15	-	17,85
SME-11SAL	Executivo	15+0,00	456,02	17,00	1,00	3,90	-	12,10
SME-12SAL	Executivo	05+0,00	458,24	25,00	2,60	3,30	-	19,10
SME-13SAL	Executivo	10+0,00	457,09	13,00	0,45	4,25	-	8,30

Onde:
SR = Sondagem Rorativa
SRE = Sondagem Rotativa realizada na fase de projeto executivo
SME = Sondagem Mista realizada na fase de projeto executivo
RAM = Rocha Alterada Mole
RAD = Rocha Alterada Dura
RS = Rocha Sã

2.6.3 Concepção da Barragem

No projeto básico a barragem Salgueiro foi concebida em seção zoneada, prevendo a utilização de materiais argilosos no núcleo, aluvionares ou não e materiais de alteração de rocha ou conglomeráticos nos espaldares.

Na elaboração do projeto executivo, primeiramente seguiu-se a concepção de zoneamento da seção, porém situando o material argiloso no espaldar de montante, e o material conglomerático, cuja matriz é mais arenosa, no espaldar de jusante. A partir de prospecções e ensaios mais detalhados realizados na fase de elaboração do projeto executivo, constatou-se que a área de empréstimo apresenta vários horizontes/estratos de diferentes tipos de solo, tornando o processo de separação do material complexo e moroso; constatou-se também que a quantidade de material argiloso seria suficiente para a execução de uma barragem de terra homogênea. Estes dois fatores fundamentaram a

alteração da seção tipo para uma barragem de terra homogênea, sem distinção de materiais a montante e jusante do filtro vertical. Esse material encontra-se presente na jazida próxima ao eixo da barragem, a distância inferior a 1,0 Km, o que elimina os custos com momentos de transporte na construção da obra.

Com relação à drenagem interna do maciço, por razões econômicas, adotou-se uma mistura de britas 0, 1 e 2 ou apenas de brita 0 e 1, para construção do filtro vertical, dada a escassez de areias a distâncias compensatórias. O filtro horizontal de areia termina em um dreno de pé, construído com enrocamento compactado.

Os taludes de jusante e de montante são protegidos contra processos erosivos por “rip-rap” assentado sobre transição graduada de brita. O “rip-rap” será construído utilizando-se materiais de 3ª categoria (rocha sã), resultante das escavações obrigatórias do canal. Tanto a jusante como a montante, o “rip-rap” cobre toda a extensão dos taludes.

Devido as características de expansibilidade e dispersibilidade constatada em materiais argilosos em outros locais da região do projeto, procedeu-se a execução de ensaios especiais de pressão de expansão, “crumb test", granulometria comparativa e ensaios químicos de capacidade de troca catiônica (CTC). Esses ensaios comprovaram a não expansibilidade e a não dispersibilidade dos materiais argilosos a serem utilizados na parte de montante do maciço da barragem.

Para tratamento da fundação da barragem foi prevista uma cortina de injeção com furos primários espaçados de 10,0m entre as estacas 8 e 75, com profundidade de 10,0m. Ao longo do desenvolvimento da tomada d’água foram previstas injeções de colagem com 10,0m de profundidade, a cada 3,0m.

Na **Tabela 2.66** estão apresentadas as características da barragem e na **Figura 2.42** a sua seção-tipo.

Tabela 2.66 - Barragem Salgueiro - Características do Maciço

Tipo	gravidade
Seção	homogênea
Localização no eixo barrável	0P a 2E+10,25m
Comprimento da crista	1853,81m
Cota do coroamento	460,60m
Altura máxima	20,70m

2.6.4 Sangradouro

O sangradouro foi detalhado seguindo-se a mesma concepção do projeto básico, sofrendo apenas um pequeno deslocamento em função da realidade geológica definida após a realização das novas sondagens geotécnicas.

Compõe-se de um canal de aproximação escavado até o topo rochoso, um vertedouro do tipo Creager com bacia de dissipação em concreto convencional com 7m de extensão e um canal de fuga com saída em enrocamento compactado e 0,20% de declividade. O sangradouro foi projetado para uma vazão de 28m³/seg, correspondente ao deságüe do canal no reservatório.

O dimensionamento hidráulico e os estudos de verificação da estabilidade do vertedouro e dos muros guias do sangradouro são apresentados no documento **1230-MMO-2107-20-04-001 - Memória de Cálculo - Vertedouro da Barragem Salgueiro**.

Na **Tabela 2.67** estão apresentadas as características do sangradouro.

Nas **Figuras 2.41 e 2.43** estão apresentados o arranjo geral e a seção longitudinal do sangradouro.

Tabela 2.67 - Barragem Salgueiro - Características do Sangradouro

Tipo	Soleira livre - perfil Creager
Estrutura	Gravidade em concreto
Largura	45,00m
Cota da soleira livre	459,93m
Altura	5,83m
Lâmina vertente	0,50m
Vazão de projeto	28,00m³/s

2.6.5 Tomada D´Água

A tomada d'água da barragem Salgueiro é formada de duas estruturas de concreto armado: uma torre de controle situada à montante do maciço e uma galeria que se desenvolve transversalmente sob o maciço da barragem. O acesso da crista à torre é feito por uma passarela com guarda-corpo, apoiada no maciço da barragem e na torre de controle. A tubulação de 700mm da tomada se desenvolve dentro da galeria sobre berços de concreto armado. Ao sair da galeria a mesma se divide em duas com diâmetro de 500mm com prolongamento a céu aberto até a estrutura de deságue. Os acessos à crista da barragem e à estrutura de deságue são mostrados no documento **1230-REL-2052-00-00-001 - Relatório Final do Projeto Executivo do Sistema Viário**.

Na **Tabela 2.68** estão apresentadas as características da tomada d'água e na **Figura 2.42** sua seção longitudinal.

Tabela 2.68 - Salgueiro - Características da Tomada D'Água

Tipo de tomada d'água:	uso difuso
Tipo de estrutura:	Torre e galeria em concreto
Localização em relação ao eixo da barragem:	Estaca 64+0,00m
Altura da torre:	12,66m
Comprimento da passarela:	20,00m
Largura da passarela:	1,70m
Comprimento da galeria:	44,06m
Extensão total da tomada d'água:	65,00m
Tubulação inserida na galeria:	DN 700 / 49,50m
Bifurcação:	DN 700/500 / 2,80m
Tubulação da estrutura de saída	DN 500 / 2 x 7,13m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 500
Vávula dispersora:	1 x DN 500 / 1m³/s
Vazão total de projeto:	2 m³/s

2.6.6 Instrumentação

A instrumentação da barragem, composta de equipamentos do tipo piezômetro e medidor de recalque e da instalação de marcos superficiais de medição, têm como objetivo a observação do comportamento do maciço e do funcionamento dos filtros nas fases de construção e operação da obra.

A instalação dos marcos e dos medidores de recalque foi feita em locais estrategicamente escolhidos mediante a consideração da possibilidade de ocorrência de deformações do maciço. Os piezômetros são instalados nos locais considerados ideais para o monitoramento dos níveis d'água no maciço, na fundação e nos filtros. Nesta barragem os equipamentos e marcos a serem instalados, são:

- 9 medidores de recalque telescópico, para medição da deformação do maciço, instalados nas estacas 15, 30, 41, 60 e 75, inseridos nos espaldares de montante e de jusante;

- 18 piezômetros tipo Casagrande para medição dos níveis d'água, instalados nos filtros vertical e horizontal das mesmas estacas dos medidores de recalque, em posições e quantidades variando de conformidade com as dimensões da seção do maciço;

- 06 marcos superficiais para medição da deformação do maciço, implantados nas estacas 5, 15, 30, 41, 60 e 75 da crista da barragem.

2.6.7 Análise de Estabilidade

Os estudos de estabilidade foram realizados utilizando-se o método de equilíbrio limite aplicado a superfícies circulares. Foi empregado o programa *"SLOPE"*, que utiliza o

método de *Bishop Simplificado* para a determinação do coeficiente de segurança (FS). Os estudos foram realizados em termos de tensões efetivas.

Os cálculos determinaram os coeficientes de segurança resultantes de cada configuração geométrica, geotécnica e de carregamento prevista. Os estudos completos de verificação de estabilidade da barragem são apresentados no documento 1**230-MMO-2107-04-02-001 - Barragem Salgueiro - Memória de Cálculo de Estabilidade e de Percolação**.

2.6.8 Estudo de Percolação

Os estudos de percolação de água foram realizados para estimar as vazões de infiltração e subsidiar o dimensionamento dos filtros internos e as análises de estabilidade dos taludes.

Os estudos foram realizados empregando-se o programa SEEP desenvolvido pela Geo-Slope, que utiliza o método dos elementos finitos. O programa permite a consideração do fluxo não confinado em regime permanente, com a obtenção da superfície freática por um processo iterativo. Os estudos detalhados estão apresentados no documento 1**230-MMO-2107-04-02-001 - Barragem Salgueiro - Memória de Cálculo de Estabilidade e de Percolação**.

Figura 2.41 - Barragem Salgueiro - Arranjo Geral

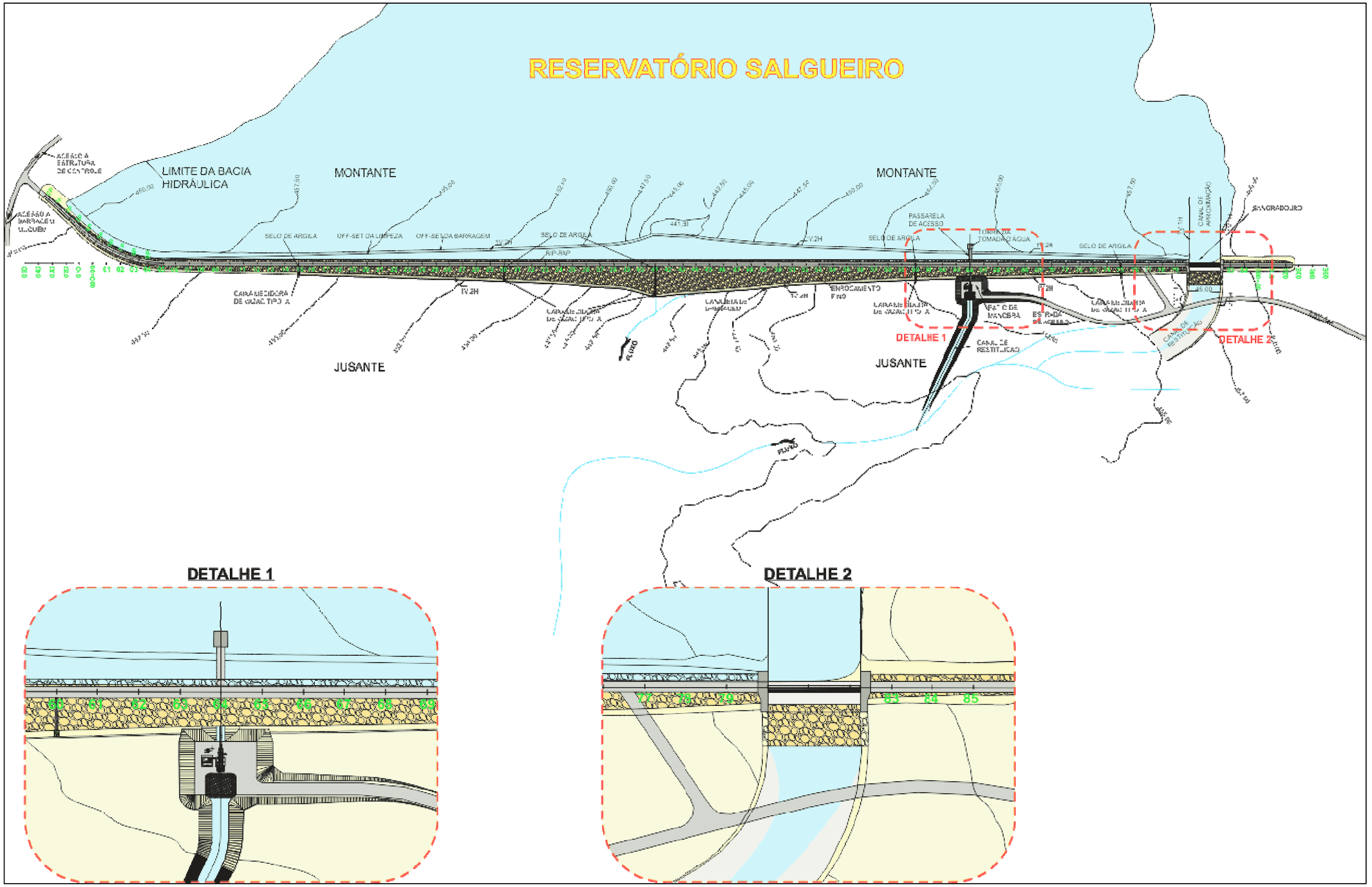


Figura 2.42 - Barragem Salgueiro - Seção-Tipo e Seção Longitudinal da Tomada d'Água

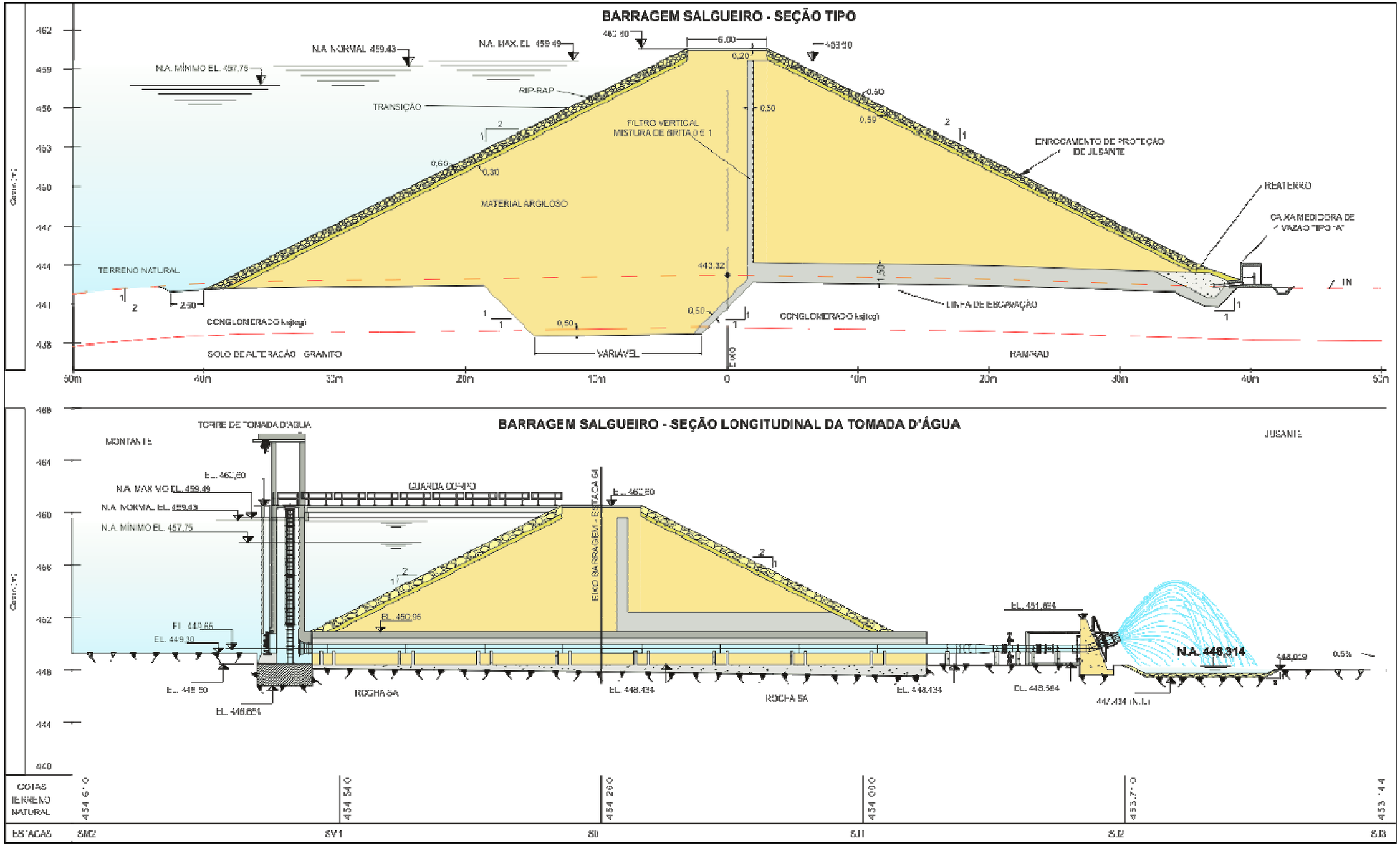
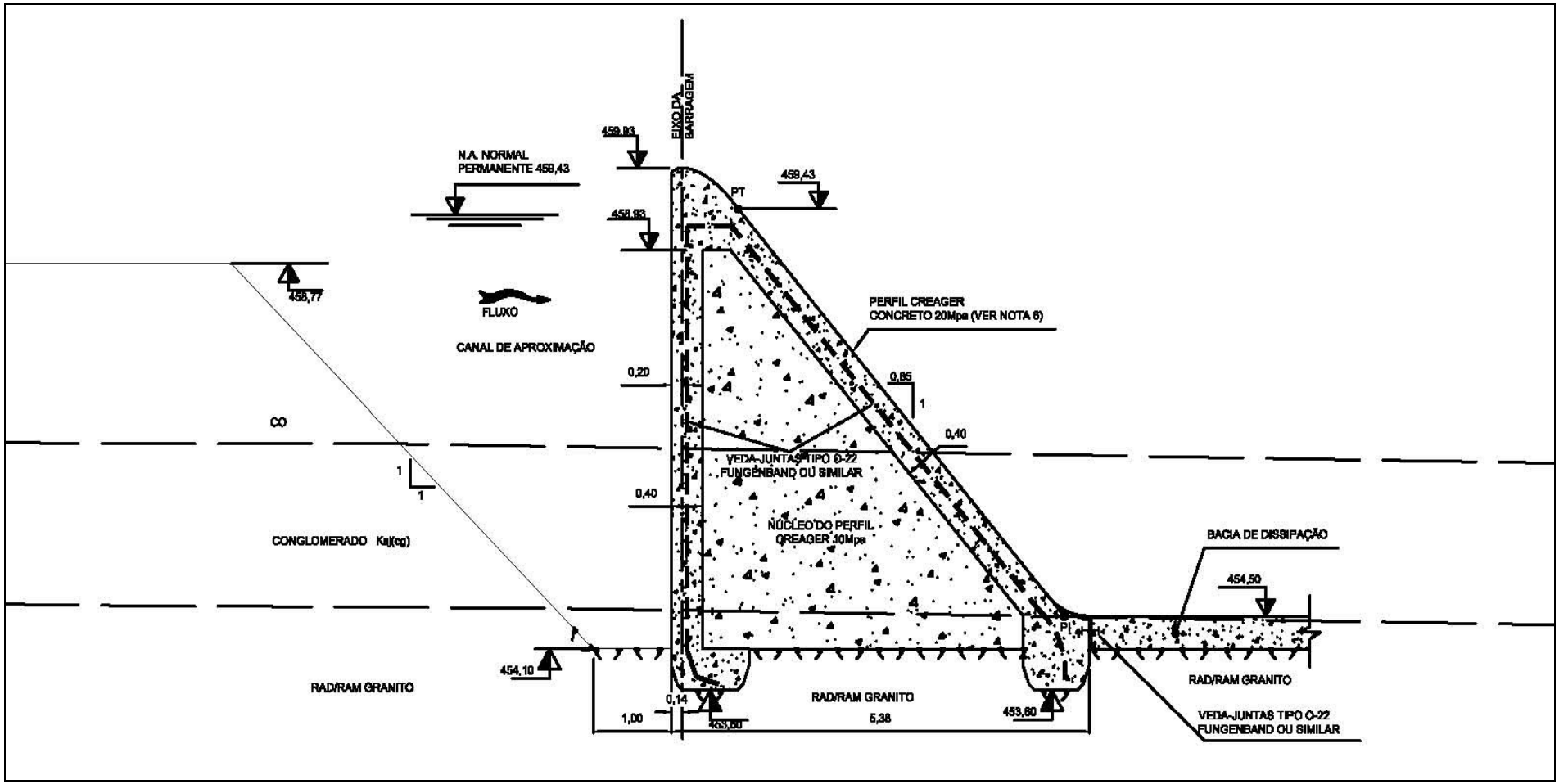


Figura 2.43 - Barragem Salgueiro - Seção Longitudinal do Sangradouro



2.7 BARRAGEM MUQUÉM

2.7.1 Características do Reservatório

No sentido de montante para jusante do sistema adutor, o reservatório formado pela barragem Muquém é o quinto do Eixo Leste. Está situado entre a barragem Salgueiro e o aqueduto Jacaré, na divisão dos segmentos de canais 2211 e 2212. O reservatório está compreendido entre as seguintes estacas do sistema adutor do Eixo Leste: 3461+12,00 do deságue do segmento de canal 2211, à montante e a estaca 3531+14,19 da tomada d'água da estrutura de controle, a jusante, no início do segmento de canal 2212.

Na **Tabela 2.69** estão apresentadas as características dos reservatórios.

Tabela 2.69 - Barragem Muquém - Características do Reservatório

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A normal	m	456,38
Área da bacia de drenagem	km²	63,90
Área do reservatório no N.A normal	km²	0,76
Acumulação do reservatório no N.Am	$m^3 \times 10^6$	3,18
Comprimento Máximo do reservatório	km	1,60
Largura máxima do reservatório	km	1,25
Profundidade máxima do reservatório	m	13,3

2.7.2 Aspectos Geológico/Geotécnicas do Sitio da Barragem

A região de construção do Eixo Leste - Trecho V se caracteriza pela presença de rochas do pré-cambriano e rochas sedimentares cretáceas da Bacia do Jatobá, além de sedimentos aluvionares do quaternário.

As rochas do cristalino são constituídas de biotita-gnaisses, muscovita-gnaisse, migmatitos biotitas-granitos e biotitas-gnaisse com intercalações. Os sedimentos são formados por arenitos, siltitos e folhelhos, muitas vezes recobertos com depósitos aluvionares.

Um aspecto que mereceu especial atenção no desenvolvimento do Projeto Executivo é o aprofundamento dos estudos geotécnicos dos materiais de construção, tanto dos materiais tradicionais usados para aterro, como solos sílicos/argilosos, quanto materiais provenientes das escavações obrigatórias.

Na região da barragem MUQUÉM ocorrem, na superfície especialmente na parte central do vale, aluviões argilo-arenosos de consistência rija a dura e sob os aluviões, existe uma camada de solo de alteração de gnaisses.

Sotoposto a essas camadas superficiais encontram-se migmatitos, granitos porfiríticos, biotitas gnaisse e veios pegmatoides, alterados na parte superior e tornando-se,

gradativamente sãos com o aumento da profundidade. Esta formação faz parte do embasamento cristalino. Nas ombreiras ocorre camada superficial composta de colúvio arenoso.

No sítio da barragem, a espessura de solo é variável, em torno de 1,0 a 3,0m nas ombreiras, sendo maior, no leito do rio, chegando a 8,0m se somadas às camadas de aluvião e solo de alteração de gnaisse.

De acordo com os ensaios de perda d'água realizados as absorções são baixas, variando, na aluvião, de 1,5 a 4,5x10^{-5}cm/seg, e no solo de alteração indo de .1,22x10^{-5}cm/seg a 1,20x10^{-7}cm/seg. No maciço rochoso predomina uma permeabilidade da ordem de 10^{-5}cm/seg, conforme os resultados das SME-01 a SME-07, que corroboraram os resultados das sondagens do Projeto básico, SR-172, 174 e 175.

Na **Tabela 2.70** estão apresentados os resultados obtidos nas sondagens realizadas nas fases de Projetos Básico e Executivo.

Na **Figura 2.44** está apresentado o arranjo geral da barragem.

Concepção da Barragem

No projeto executivo da barragem Muquém seguiu-se a mesma concepção do projeto básico: uma parte central construída em concreto compactado a rolo (CCR) que funciona como sangradouro e dois maciços laterais de seção homogênea a serem construídos com materiais argilosos provenientes das escavações em áreas de empréstimo situadas na área da bacia hidráulica e nas proximidades do sítio da barragem. Os trechos em aterros estão entre as estacas 0 e 22 na ombreira direita e entre as estacas 36 e 74 + 16,00 na ombreira esquerda.

Os maciços laterais de solo são providos de filtro vertical e tapete drenante horizontal, descarregando em um dreno de pé de enrocamento compactado. Os taludes com inclinação de 2,2H:1,0V, são protegidos a montante e a jusante por enrocamento tipo "rip-rap" sobre transição graduada. Para a ligação da barragem de terra com a barragem em CCR, são previstos abraços de terra compactada.

Tabela 2.70 - Barragem Muquém - Sondagens

Sondagem	Fase de Projeto	Localização (Estaca)	Cota do Terreno (m)	Profundidade (m)	Perfil (m)			
					Solo	RAM	RAD	RS
SME-06MUQ	Executivo	02+0,00	456,51	16,40	3,00	-	-	13,40
SR-175	Básico	6+11,43	453,10	10,00	8,00	2,00	-	-
SME-08MUQ	Executivo	13+0,00 (30,00m p/mont)	456,48	19,25	2,80	-	-	16,45
SR-172	Básico	22+12,55 (3,36m p/mont)	448,75	10,00	0,45	0,73	-	8,82
SME-04MUQ	Executivo	26+0,00	447,63	17,50	4,45	-	-	13,05
SME-03MUQ	Executivo	30+0,00 (25,00m p/jus)	445,79	20,00	9,00	-	-	11,00
SME-05MUQ	Executivo	34+0,00	446,31	12,00	6,00	-	-	6,00
SME-01MUQ	Executivo	44+0,00	447,22	18,00	6,00	-	-	12,00
SR-174	Básico	48+10,00 (2,16m p/jus)	447,95	12,10	5,30	6,80	-	-
SME-07MUQ	Executivo	73+0,00	457,38	18,50	2,10	-	-	16,40

Onde:
SR = Sondagem Rorativa
SRE = Sondagem Rotativa realizada na fase de projeto executivo
SME = Sondagem Mista realizada na fase de projeto executivo
RAM = Rocha Alterada Mole
RAD = Rocha Alterada Dura
RS = Rocha Sã

Para tratamento da fundação da barragem Muquém foi prevista a realização de injeções primárias entre as estacas 0 a 22 e 36 a 75, correspondentes aos maciços laterais de terra, com furos primários de 15,0m de profundidade, a cada 20,0m. Entre as estacas 22 e 36, onde se assentará o maciço em CCR, está prevista uma cortina de furos primários com 15,0m de profundidade, espaçados de 10,0m e injeções de colagem a cada 3,0m, com 6,0m de profundidade.

Na **Tabela 2.71** estão apresentadas as características do maciço de terra da barragem Muquém.

Na **Figura 2.45** está apresentada a seção-tipo do maciço de terra**.**

Tabela 2.71 - Barragem Muquém - Características do Maciço de Terra

Tipo	gravidade
Seção	homogênea (argiloso)
Localização no eixo barrável	Est 0 a 22 e Est 36 a 74+16m
Comprimento da crista	1399,00m
Cota do coroamento	458,28m
Altura máxima	19,29m

2.7.3 Sangradouro

O sangradouro da barragem Muquém é constituído do próprio maciço central de CCR. O vertedouro é projetado em degraus, dimensionado para funcionar com descarga específica máxima de 0,31m³/s/m. Na **Figura 2.44** está apresentada a seção-tipo.

O dimensionamento hidráulico e os estudos de verificação da estabilidade do vertedouro e dos muros guias do sangradouro são apresentados no documento **1230-MMO-2108-20-04-001 - Barragem Muquém - Memória de Cálculo - Vertedouro**.

Na **Tabela 2.72** são apresentadas as características do maciço vertedouro em CCR.

Tabela 2.72 - Barragem Muquém - Características do Maciço Vertedouro em CCR

Tipo	Soleira livre - perfil Creager (degraus)
Estrutura	Gravidade em CCR.
Largura	200,00m
Cota da soleira livre	456,90m
Altura máxima	17,40m
Lâmina máxima vertente	0,50m
Vazão efluente de projeto	62,21m³/s

2.7.4 Tomada d'Água - Estrutura de Derivação

A estrutura de derivação da barragem Muquém foi projetada para escoamento de uma vazão máxima de 10m³/seg para o abastecimento do açude Barra do Juá com a finalidade de suprir o futuro Projeto de Irrigação Serra Negra e está situada na parte não vertedoura à esquerda do maciço de CCR. Evidentemente, essa estrutura poderá funcionar também com a função de esvaziamento do reservatório em eventuais necessidades.

É composta de uma galeria afogada em concreto armado, com entrada tipo "sino", reduzindo através de uma extensão de 6,00m para uma seção de diâmetro de 1,80m, onde começa a tubulação de aço com mesmo diâmetro e extensão de 30,95m, sendo 6,30m envelopada em concreto armado, embutida no maciço de CCR. Na saída do maciço a tubulação se desenvolve para jusante a céu aberto sobre berços de concreto armado numa extensão de 24,65m até uma redução para um diâmetro de 0,90m com extensão de 5,00m até a válvula dispersora.

A **Tabela 2.73** apresenta as características da tomada d'água da barragem Muquém.

A **Figura 2.45** apresenta a seção longitudinal da tomada d'água.

Tabela 2.73 - Barragem Muquém - Características da Tomada d'Água

Tipo de tomada d'água:	derivação
Tipo de estrutura:	Galeria afogada em concreto armado
Localização em relação ao eixo da barragem:	Estaca 33+10,00m
Altura até a crista:	12,78m
Comprimento da galeria:	13,91
Extensão total da tomada d'água:	44,92
Tubulação inserida na galeria:	DN 1800 / 30,95m
Tubulação da estrutura de saída:	DN 900 / 2 x 2,75m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 900
Vávula dispersora:	2 x DN 900 / 5m³/s
Vazão total de projeto:	10 m³/s

2.7.5 Instrumentação

A instrumentação da barragem, composta de equipamentos do tipo piezômetro e medidor de recalque e da instalação de marcos superficiais de medição, tem como objetivo a observação do comportamento do maciço e do funcionamento dos filtros nas fases de construção e operação da obra. A instalação dos marcos e dos medidores de recalque foi feita em locais estrategicamente escolhidos mediante a consideração da possibilidade de ocorrência de deformações do maciço. Os piezômetros são instalados nos locais considerados ideais para o monitoramento dos níveis d'água no maciço, na fundação e nos filtros. Nesta barragem os equipamentos e marcos a serem instalados na parte do maciço de terra, são:

- 09 medidores de recalque telescópico, para medição da deformação do maciço de terra instalados nas estacas 19, 22 (local do abraço da margem direita), 36 (local do abraço da margem esquerda), 47 e 57 inseridos nos espaldares argilosos de montante e jusante;

- 14 piezômetros tipo Casagrande para medição dos níveis d'água, instalados nos filtros vertical e horizontal nas estacas 19 e 36 (local do abraço da margem esquerda), 47 e 57, em posições e quantidades variando de conformidade com as dimensões da seção do maciço;

- 07 marcos superficiais para medição da deformação do maciço, implantados nas estacas 3P, 19+10,0, 22+10,0 (local do abraço da margem direita), 35+10,0 (local do abraço da margem esquerda), 46+10,0, 57+10,0 e 70.

2.7.6 Análise de Estabilidade

2.7.6.1 Barragem de Terra

Os estudos de estabilidade dos maciços de terra da barragem Muquém foram realizados utilizando-se o método de equilíbrio limite aplicado a superfícies circulares. Foi

empregado o programa *"SLOPE"*, que utiliza o método de *Bishop Simplificado* para a determinação do coeficiente de segurança (FS). Os estudos foram realizados em termos de tensões efetivas.

Os cálculos determinaram os coeficientes de segurança resultante de cada configuração geométrica, geotécnica e de carregamento prevista. Os estudos completos de verificação de estabilidade da barragem são apresentados no documento **1230-MMO-2108-04-02-01 - Barragem Muquém - Memória de Cálculo de Estabilidade e Percolação**.

2.7.6.2 Barragem de CCR

Para análise de estabilidade do trecho em concreto compactado com rolo, CCR, foi usado, para o trecho não vertedor e para o trecho vertedor, o programa (MARCA I).

Inicialmente foi efetuada uma verificação das tensões normais verticais instaladas no plano da fundação e, em seguida, foram verificadas as condições de estabilidade ao deslizamento, à flutuação e ao tombamento das seções da barragem não vertedora e vertedora fundadas na cota 439,50m, com paramento de montante vertical e o de jusante com inclinação 1V:0,75H, na seção não vertedora e 1V:0,90H para seção vertedora.

Para a análise da estabilidade ao deslizamento da estrutura escolheu-se a formulação que leva em conta os coeficientes parciais de minoração das resistências relativas ao atrito e à coesão, utilizados em barragens semelhantes, determinando-se o chamado fator de segF (S.F.F) do U.S.B.R.

As análises de estabilidade efetuadas, considerando-se as seções máximas dos trechos da barragem não vertedora e vertedora, indicaram que em relação às tensões instaladas na fundação, em relação ao deslizamento, à flutuação e ao tombamento, a barragem apresenta-se estável, tanto dentro das Condições de Carregamento Normais, como dentro das Condições de Carregamento Excepcionais. Toda área de fundação está sob tensão de compressão e os coeficientes de segurança encontrados estão todos acima do mínimo recomendado.

Os estudos detalhados estão apresentados no documento **1230-MMO-2108-20-04-001 - Barragem Muquém - Memória de Cálculo do Vertedouro**.

2.7.7 Estudo de Percolação

Os estudos de percolação de água foram realizados para estimar as vazões de infiltração e subsidiar o dimensionamento dos filtros internos e as análises de estabilidade dos taludes.

Os estudos foram realizados empregando-se o programa SEEP desenvolvido pela Geo-Slope, que utiliza o método dos elementos finitos. O programa permite a consideração do fluxo não confinado em regime permanente, com a obtenção da superfície freática por um processo iterativo.

Os estudos detalhados estão apresentados no documento **1230-MMO-2108-04-02-001 - Barragem Muquém - Memória de Cálculo de Estabilidade e Percolação**.

Figura 2.44 - Barragem Muquém - Arranjo Geral

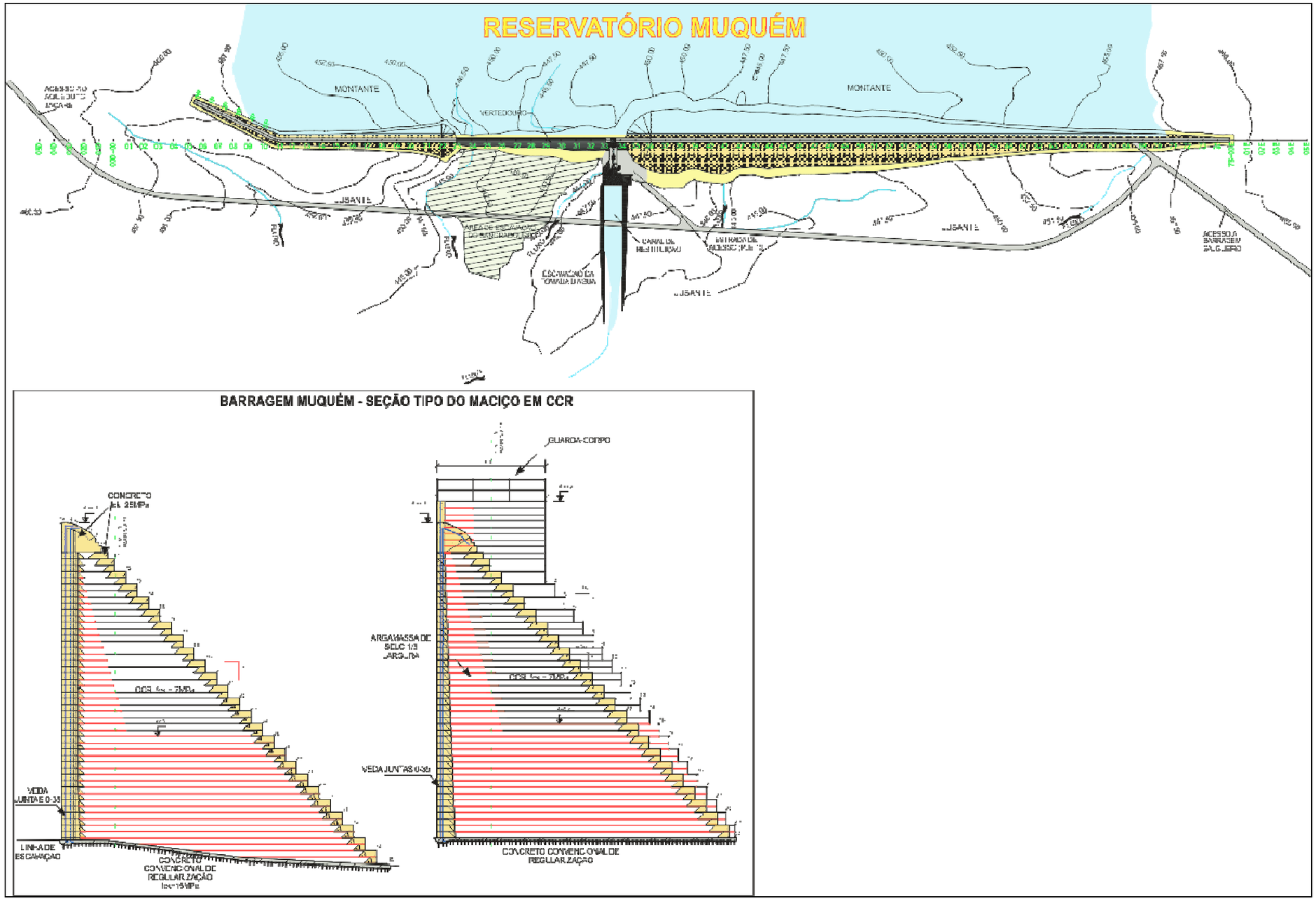
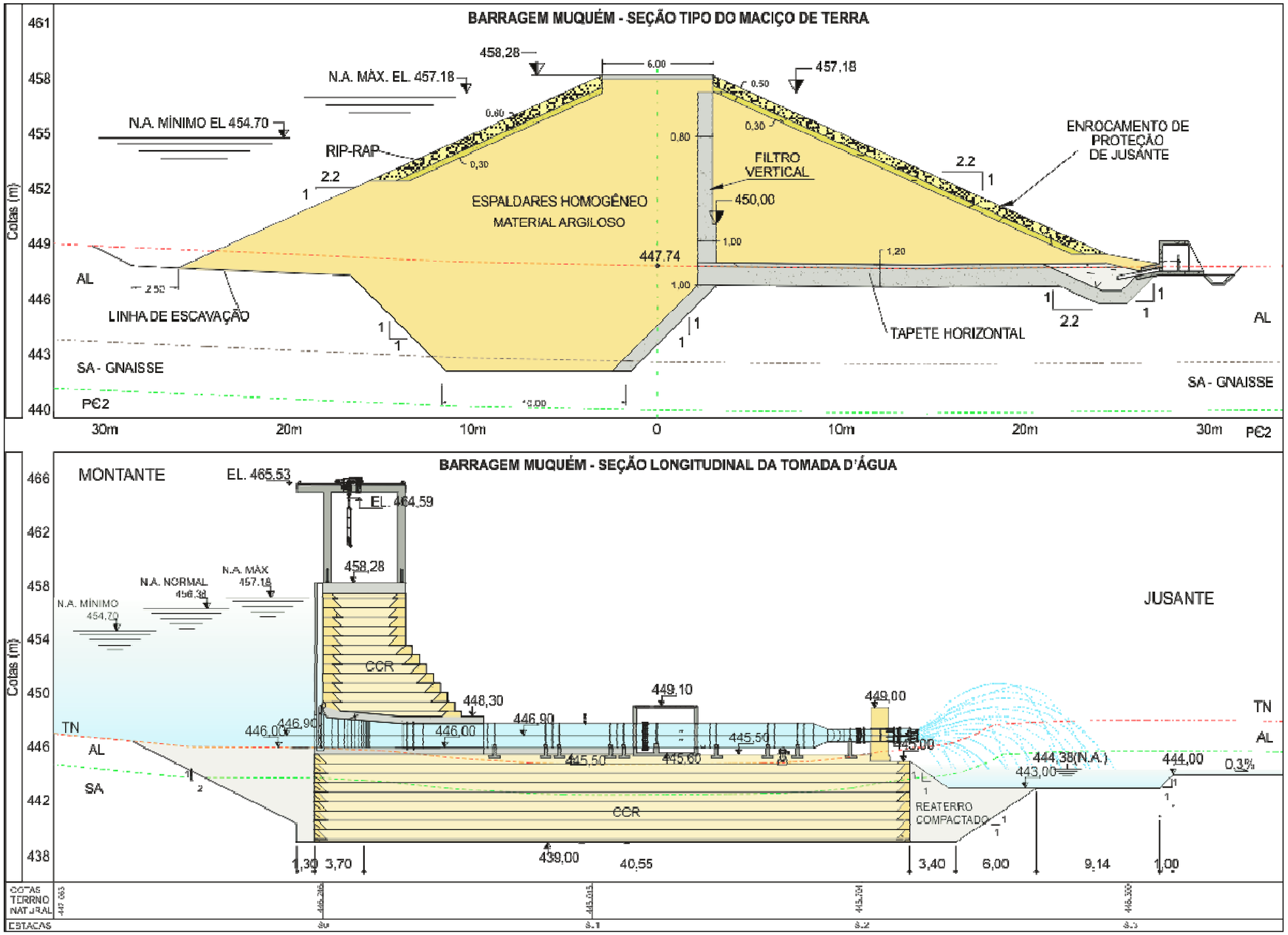


Figura 2.45 - Barragem Muquém - Seção-Tipo do Maciço de Terra e Seção Longitudinal da Tomada d'Água



2.8 BARRAGEM CACIMBA NOVA

2.8.1 Características do Reservatório

O reservatório formado pela barragem Cacimba Nova é o sexto do sistema adutor do Eixo Leste. Está limitado pelas estacas 4567+13,64 e 4785+11,10 do sistema adutor, entre o aqueduto Jacaré e a Estação de Bombeamento EBV-4. O reservatório divide os segmentos de canal 2213 e 2214.

A barragem apresenta a particularidade de formação de reservatório temporário a jusante do seu maciço por ocasião das grandes cheias ocorridas no riacho Maravilha, cuja descarga se dá a jusante da barragem, nas proximidades do eixo. O riacho Maravilha recebe as águas do riacho do Mel que forma o reservatório de Cacimba Nova.

Na **Tabela 2.74** estão apresentadas as características do reservatório Cacimba Nova.

Tabela 2.74 - Barragem Cacimba Nova - Características do Reservatório

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A normal	m	454,18
Área da bacia de drenagem	km²	22,10
Área do reservatório no N.A normal	km²	0,90
Acumulação do Reservatório no N.A normal	$m^3 \times 10^6$	2,77
Comprimento máximo do reservatório	km	0,54
Largura máxima do reservatório	km	3,90
Profundidade máxima do reservatório	m	13,91

Nas **Figuras 2.46 e 2.47** está apresentado o arranjo geral da barragem Cacimba Nova.

2.8.2 Características Geológico/Geotécnicas do Sítio da Barragem

A região de construção do Eixo Leste - Trecho V se caracteriza pela presença de rochas do pré-cambriano e rochas sedimentares cretáceas da Bacia do Jatobá, além de sedimentos aluvionares do quaternário.

As rochas do cristalino são constituídas de biotita-gnaisses, muscovita-gnaisse, migmatitos biotitas-granitos e biotitas-gnaisse com intercalações. Os sedimentos são formados por arenitos, siltitos e folhelhos, muitas vezes recobertos com depósitos aluvionares.

No sítio da barragem Cacimba Nova predominam as rochas cristalinas cobertas por espessas camadas de solo de alteração e aluviões areno-argilosos.

No transcurso da elaboração do projeto executivo, procedeu-se a uma pesquisa de materiais nas proximidades do eixo da barragem. Embora o volume calculado e as características dos materiais tenham sido considerados aptos e suficientes para utilização no maciço da barragem, constatou-se durante a execução das obras, a necessidade de se pesquisar áreas de empréstimo. Os motivos que apontaram para esta necessidade

foram: insuficiência de materiais, verificada após a efetiva exploração da jazida original e a não obtenção de licença ambiental para a exploração total da jazida. Os novos materiais pesquisados são provenientes das escavações do segmento de canal 2214 e do forebay de montante da EBV-4 que, após submetidos aos ensaios de caracterização e especiais, foram considerados aptos para utilização na complementação do maciço da barragem.

O Barramento está inserido integralmente dentro do domínio do Embasamento Cristalino, que no local é constituído por migmatitos, biotita granitos porfiríticos, biotita gnaisse e veios pegmatoides. Localmente aparecem rochas calcosilicáticas.

Sobre ao embasamento cristalino existe uma camada de solo de alteração de gnaisse e um espesso manto de aluvião areno-argiloso, chegando a quase 10,00m de profundidade.

Através de ensaios sobre os materiais da fundação, realizados durante o projeto executivo, concluiu-se que o solo de alteração apresentava coesão efetiva de 0,32kg/cm² e ângulo de atrito efetivo de 22º, enquanto que o aluvião, coesão de 0,19kg/cm² e ângulo de atrito de 18º.

Já as amostras de solo provenientes de área de empréstimo indicada originalmente, situada na área da bacia hidráulica e cujo material foi utilizado na construção da barragem até a cota correspondentes a do topo dos drenos de pé de montante e jusante, apresentam os seguintes resultados: permeabilidade de $9{,}63 \times 10^{-7}$cm/s, coesão efetiva de 0,72kgf/cm² e ângulo de atrito efetivo de 30º em ensaio triaxial.

No que se refere aos materiais resultantes das escavações do segmento de canal 2214, utilizado na complementação do maciço da barragem, os resultados dos ensaios triaxiais realizados em material deformado compactado na umidade ótima, indicaram coesão efetiva de 0,59kgf/cm² e ângulo de atrito efetivo de 24º e no ensaio de cisalhamento direto coesão de 0,13kgf/cm² e ângulo de atrito de 39º. A permeabilidade obtida na amostra foi de $6{,}27 \times 10^{-7}$cm/s.

Na **Tabela 2.75** estão apresentados os resultados das sondagens realizadas.

2.8.3 Concepção da Barragem

Em decorrência da utilização de solos com características diferenciadas de duas jazidas pesquisadas na ocasião da elaboração do projeto executivo e outra durante a execução das obras, a concepção da barragem Cacimba Nova se deu nesses dois momentos, adequando-se o perfil da seção final à diversidade dos materiais empregados na sua construção.

Tabela 2.75 - Barragem Cacimba Nova - Sondagens

Sondagem	Fase de Projeto	Localização (Estaca)	Cota do Terreno (m)	Profundidade (m)	Perfil (m)			
					Solo	RAM	RAD	RS
SME-01CAN	Executivo	5+0,00	456,51	16,40	3,00	-	-	13,40
SME-02CAN	Executivo	10+0,00	453,10	10,00	8,00	2,00	-	-
SME-03CAN	Executivo	14+0,00	456,48	19,25	2,80	-	-	16,45
SME-11CAN	Executivo	32+0,00	448,75	10,00	0,45	0,73	-	8,82
SME-13CAN	Executivo	38+0,00	447,63	17,50	4,45	-	-	13,05
SR-56	Básico	46+11,69 (51,39 p/mont)	445,79	20,00	9,00	-	-	11,00
SME-12CAN	Executivo	50+0,00	446,31	12,00	6,00	-	-	6,00
SME-14CAN	Executivo	86+0,00	447,22	18,00	6,00	-	-	12,00
SME-04CAN	Executivo	104+0,00	447,95	12,10	5,30	6,80	-	-
SR-55	Básico	112+0,00 (26,73m p/mont)	457,38	18,50	2,10	-	-	16,40
SME-05CAN	Executivo	122+0,00	456,48	19,25	2,80	-	-	16,45
SME-06CAN	Executivo	132+0,00	448,75	10,00	0,45	0,73	-	8,82
SME-07CAN	Executivo	145+0,00	447,63	17,50	4,45	-	-	13,05
SR-54	Básico	174+3,64 (9,73m p/jus)	445,79	20,00	9,00	-	-	11,00
SME-08CAN	Executivo	178+0,00	446,31	12,00	6,00	-	-	6,00
SME-09CAN	Executivo	178+0,00 (50,00m p/mont)	447,22	18,00	6,00	-	-	12,00
SME-10CAN	Executivo	178+0,00 (50,00m p/jus)	447,95	12,10	5,30	6,80	-	-
SME-15CAN	Executivo	190+0,00	457,38	18,50	2,10	-	-	16,40

Onde:
SR = Sondagem Rorativa
SRE = Sondagem Rotativa realizada na fase de projeto executivo
SME = Sondagem Mista realizada na fase de projeto executivo
RAM = Rocha Alterada Mole
RAD = Rocha Alterada Dura
RS = Rocha Sã

Originalmente, no projeto executivo, seguiu-se a concepção desenvolvida no projeto básico: seção homogênea de solo argiloso proveniente de área de empréstimo situada na bacia hidráulica, sem filtro vertical e horizontal. A drenagem do aterro nesta concepção é

feita por drenos de pé, em enrocamento compactado acompanhado das devidas transições. Foi prevista ainda proteção de enrocamento (rip-rap) a montante e a jusante.

A insuficiência de material liberado para exploração pelo órgão ambiental, somada a insuficiência da própria jazida indicada, motivou a concepção de uma nova seção tipo. Esta nova seção foi concebida quando a construção da obra se encontrava no nível da cota dos dois drenos de pé. Uma vez que os materiais novos pesquisados têm permeabilidade superior ao indicado originalmente, concebeu-se uma seção com dois drenos sendo um vertical a montante e outro inclinado a jusante, com drenos horizontais no pé, ao final dos quais se desenvolvem longitudinalmente ao eixo da barragem tubulações coletoras tipo Kananet perfurado, envelopadas em pedrisco protegido com manta geotêxtil não tecido (bidim) aos quais estão ligados outros tubos do mesmo tipo porém não perfurados que, a cada 20,0m, deságuam lateralmente as águas coletadas.

Na **Figura 2.48** está apresentada a seção-tipo final da barragem Cacimba Nova.

Devido à grande espessura da camada aluvionar, foram feitas investigações complementares nesta zona o que recomendou o critério de escavação para a definição do horizonte onde o aterro da barragem deverá se assentar.

Nos trechos entre as estacas 61 a 134 e 162 a 190, a escavação foi prevista para retirada da camada superficial com profundidade de até 1,00m.

Por se tratar de uma barragem assentada sobre camada espessa de aluvião, não se prevê tratamento da fundação com injeção de cauda de cimento.

Na **Tabela 2.76** estão apresentadas as características do maciço da barragem Cacimba Nova.

Tabela 2.76 - Barragem Cacimba Nova - Características do Maciço

Tipo	gravidade
Seção	homogênea
Localização no eixo barrável	Est 0+5,43n a Est 0P+8,74m
Comprimento da crista	3966,41m
Cota do coroamento	456,40m
Altura máxima	13,91m

2.8.4 Sangradouro

O sangradouro de Cacimba Nova é constituído por uma estrutura vertedoura de soleira livre de perfil tipo “Creager”, com crista na cota 454,87 e 180m de largura situada no eixo da barragem, entre a estaca 31+10,00 e a estaca 40+10,00. O vertedouro e a bacia de dissipação de energia com extensão de 5m serão construídos em concreto massa com núcleo apresentando resistência definida por f_{ck} = 15MPa e revestimento com concreto convencional de fck = 25MPa.

O dimensionamento do vertedouro foi feito para a vazão máxima da cheia milenar, a que corresponde a um pico 143,31m^3/s.

Considerando o hidrograma para a cheia máxima afluente com tempo de retorno de 1000 anos, foi feito o encaminhamento dessa cheia no reservatório (flood routing) e obteve-se uma vazão efluente máxima de 68,97m3/s, com o nível d'água atingindo a cota 455,19.

Na **Tabela 2.77** estão apresentadas as características do vertedouro.

Nas **Figuras 2.47 e 2.49** estão apresentados o arranjo geral e a seção-tipo do sangradouro.

Tabela 2.77 - Barragem Cacimba Nova - Características do Vertedouro

Tipo	Soleira livre - perfil Creager
Estrutura	Gravidade em concreto
Largura	180,00m
Cota da soleira livre	454,87m
Altura máxima	5,67m
Lâmina máxima vertente	0,50m
Vazão efluente de projeto	68,97m^3/s

O dimensionamento hidráulico e os estudos de verificação da estabilidade do vertedouro e dos muros guias do sangradouro são apresentados no documento **1230-MMO-2109-20-04-001 - Barragem Cacimba Nova - Memória de Cálculo do Vertedouro**

2.8.5 Tomada d'Água

A tomada d'água da barragem Cacimba Nova é formada de duas estruturas de concreto armado: uma torre de controle situada à montante do maciço e uma galeria que se desenvolve transversalmente sob o maciço da barragem.

O acesso da crista da barragem à torre é feito por uma passarela com guarda corpo, assentada no maciço da barragem e na torre da tomada d'água.

A tubulação de 700 mm de diâmetro da tomada d'água se desenvolve dentro da galeria sobre berço de concreto armado, com prolongamento a céu aberto até a estrutura de deságüe. Ao sair da galeria a mesma se divide em duas com diâmetro de 500mm.

Os acessos à crista da barragem e à estrutura de deságüe da tomada d'água são mostrados no documento **1230-REL-2052-20-00-00-001 - Relatório Final do Projeto Executivo do Sistema Viário**.

Na **Tabela 2.78** estão apresentadas as características da tomada d'água e na **Figura 2.48** sua seção longitudinal.

Tabela 2.78 - Barragem Cacimba Nova - Características da Tomada d'Água

Tipo de tomada d'água:	uso difuso
Tipo de estrutura:	Torre e galeria em concreto
Localização em relação ao eixo da	Estaca 194 + 0,00m
Altura da torre:	8,66m
Comprimento da passarela:	12,70m
Largura da passarela:	1,70m
Comprimento da galeria:	35,29m
Extensão total da tomada d'água:	56,74m
Tubulação inserida na galeria:	DN 700 / 41,27m
Bifurcação:	DN 700/500 / 2,80m
Tubulação da estrutura de	DN 500 / 2 x 7,13m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 500
Válvula dispersora:	1 x DN 500 / 1m³/s
Vazão total de projeto:	2 m³/s

2.8.6 Instrumentação

A instrumentação da barragem, composta de equipamentos do tipo piezômetro e medidor de recalque e da instalação de marcos superficiais de medição, têm como objetivo a observação do comportamento do maciço e do funcionamento dos filtros nas fases de construção e operação da obra. A instalação dos marcos e dos medidores de recalque foi feita em locais estrategicamente escolhidos mediante a consideração da possibilidade de ocorrência de deformações do maciço. Os piezômetros são instalados nos locais considerados ideais para o monitoramento dos níveis d'água no maciço, na fundação e nos filtros. Nos desenhos de projeto são também indicados os locais de implantação dos marcos de referência, cujas cotas servirão de base para as medições a serem efetuadas. Nesta barragem os equipamentos e marcos a serem instalados, são:

- 08 medidores de recalque telescópico, para medição da deformação do maciço, instalados nas estacas nas estacas: 20, 60, 120 e 180, inseridos nos espaldares de montante e de jusante;

- 16 piezômetros tipo Casagrande para medição dos níveis d'água, instalados nas estacas 20, 60, 120 e 180, posicionados nos drenos de pé e no maciço da barragem, variando em conformidade com a seção do maciço;

- 9 marcos superficiais para medição da deformação do maciço, implantados nas estacas 32, 40, 80, 100, 120, 140, 160 e 180 da crista da barragem.

2.8.7 Análise de Estabilidade

2.8.7.1 Barragem de Terra

Os estudos de estabilidade dos maciços de terra da Barragem Cacimba Nova foram realizados utilizando-se o método de equilíbrio limite aplicado a superfícies circulares. Foi

empregado o programa *"SLOPE"*, que utiliza o método de *Bishop Simplificado* para a determinação do coeficiente de segurança (FS). Os estudos foram realizados em termos de tensões efetivas.

Os cálculos determinaram os coeficientes de segurança resultante de cada configuração geométrica, geotécnica e de carregamento prevista. Os estudos completos de verificação de estabilidade da barragem são apresentados no documento **1230-MMO-2109-04-02-001 - Barragem Cacimba Nova - Memória de Cálculo de Estabilidade e de Percolação.**

2.8.7.2 Barragem de Concreto Massa

Para análise de estabilidade do trecho em concreto massa, foi usado, para o trecho não vertedor e para o trecho vertedor, o programa (MARCA I).

Inicialmente foi efetuada uma verificação das tensões normais verticais instaladas no plano da fundação e, em seguida, foram verificadas as condições de estabilidade ao deslizamento, à flutuação e ao tombamento das seções da barragem não vertedoura e vertedoura fundadas nas cotas 448,50 e 449,20m, respectivamente e com paramento de montante vertical e o de jusante com inclinação 1V:0,70H, na seção não vertedoura e 1V:1H para seção vertedoura.

Para a análise da estabilidade ao deslizamento da estrutura escolheu-se a formulação que leva em conta os coeficientes parciais de minoração das resistências relativas ao atrito e à coesão, utilizados em barragens semelhantes, determinando-se o chamado fator de segurança ao deslizamento (F.S.D). Em adição foi determinado, também, o shear friction factor (S.F.F) do U.S.B.R.

As análises de estabilidade efetuadas, considerando-se as seções máximas dos trechos não vertedor e vertedor da barragem, indicaram que em relação às tensões instaladas na fundação, em relação ao deslizamento, à flutuação e ao tombamento, a barragem apresenta-se estável, tanto dentro das Condições de Carregamento Normais, como dentro das Condições de Carregamento Excepcionais. Toda área de fundação está sob tensão de compressão e os coeficientes de segurança encontrados estão todos acima do mínimo recomendado.

2.8.8 Estudo de Percolação

Os estudos de percolação de água foram realizados para estimar as vazões de infiltração e subsidiar o dimensionamento dos filtros drenos de pé de ambos os lados do maciço e as análises de estabilidade dos taludes.

Os estudos foram realizados empregando-se o programa SEEP desenvolvido pela Geo-Slope, que utiliza o método dos elementos finitos. O programa permite a consideração do fluxo não confinado em regime permanente, com a obtenção da superfície freática por um processo iterativo.

Para o desenvolvimento dos estudos foi efetuada a discretização de uma malha de elementos finitos a partir de cada seção característica. Os estudos detalhados estão apresentados no documento **1230-MMO-2109-04-02-001 - Barragem Cacimba Nova - Memória de Cálculo de Estabilidade e Percolação**.

No caso específico da barragem de Cacimba Nova, onde se dará a acumulação de água à jusante do maciço nas grandes cheias do riacho Maravilha estudou-se dois casos: com e sem a presença de água a jusante.

Figura 2.46 - Barragem Cacimba Nova - Arranjo Geral – Ombreira Direita

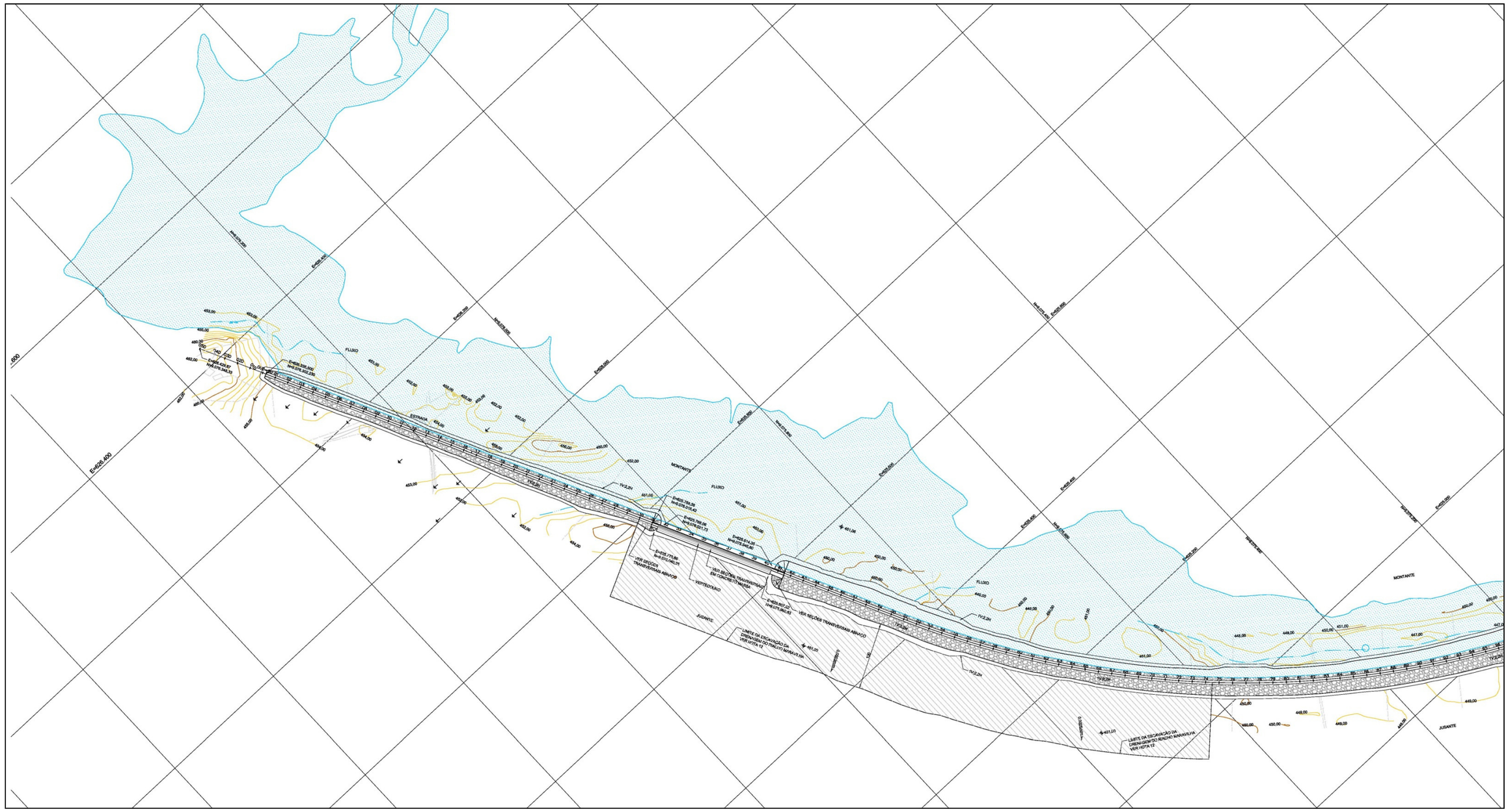


Figura 2.47- Barragem Cacimba Nova - Arranjo Geral - Ombreira Esquerda

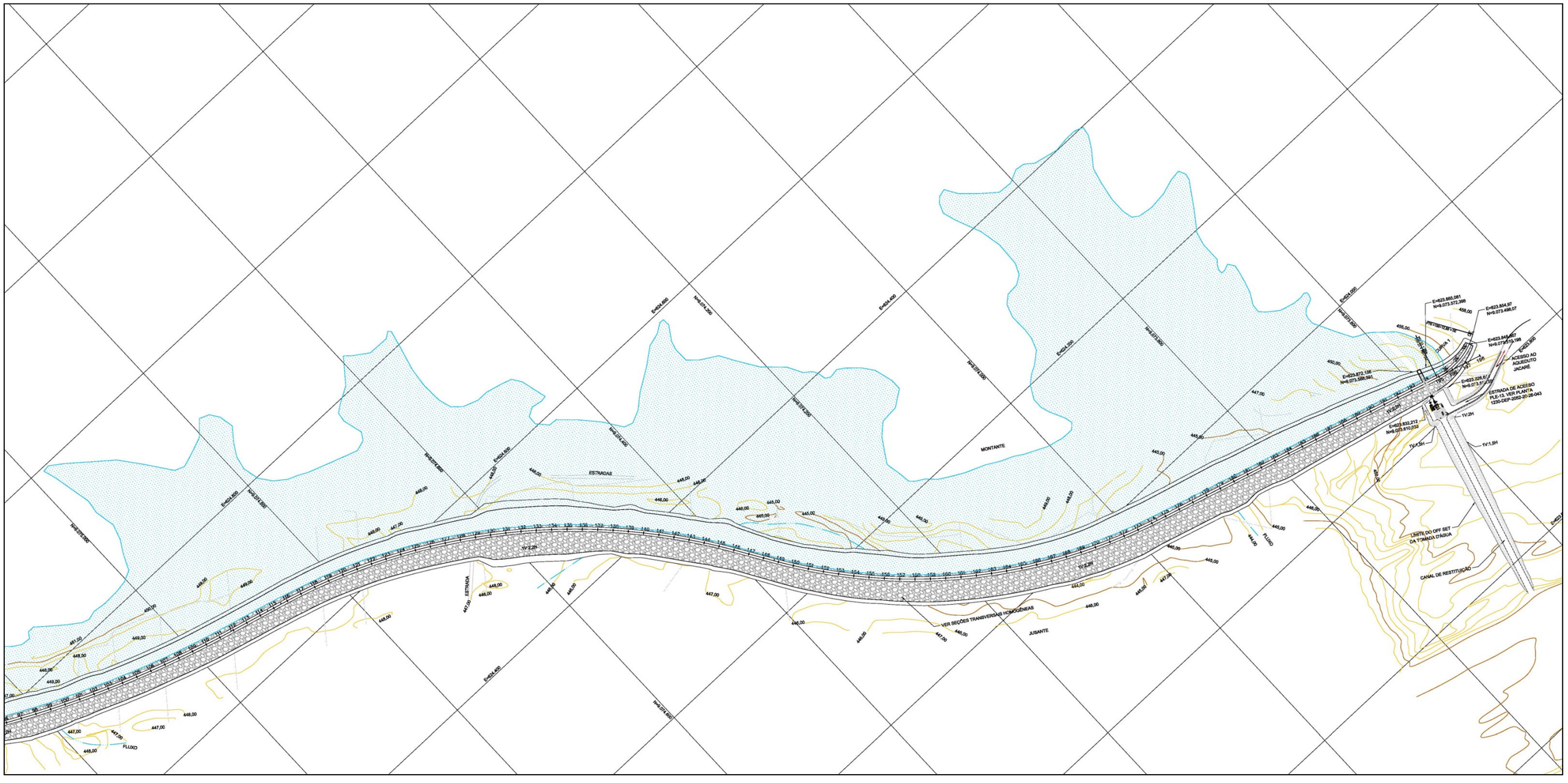


Figura 2.48 - Barragem Cacimba Nova – Seção Tipo e Seção Longitudinal da Tomada d'Água

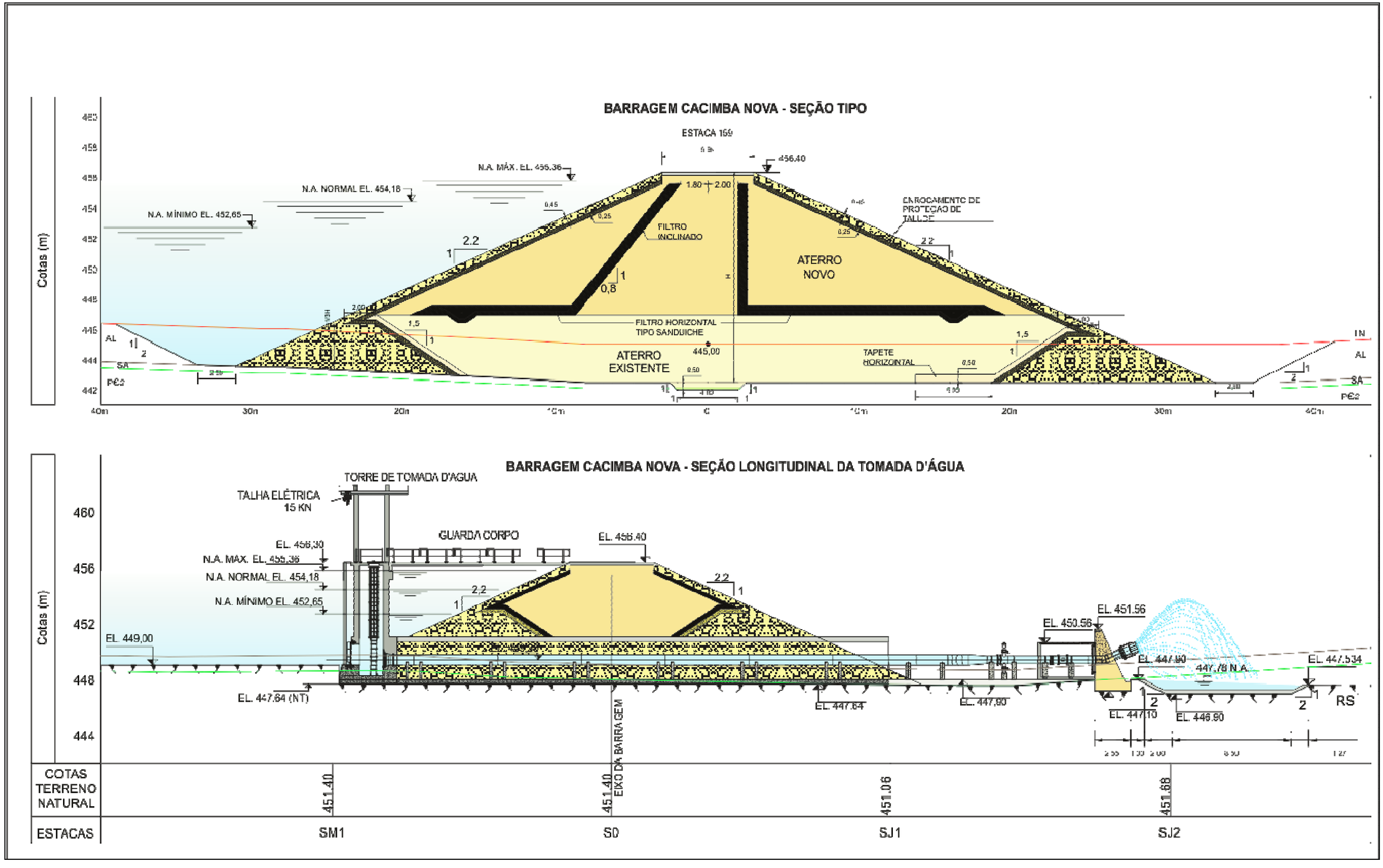
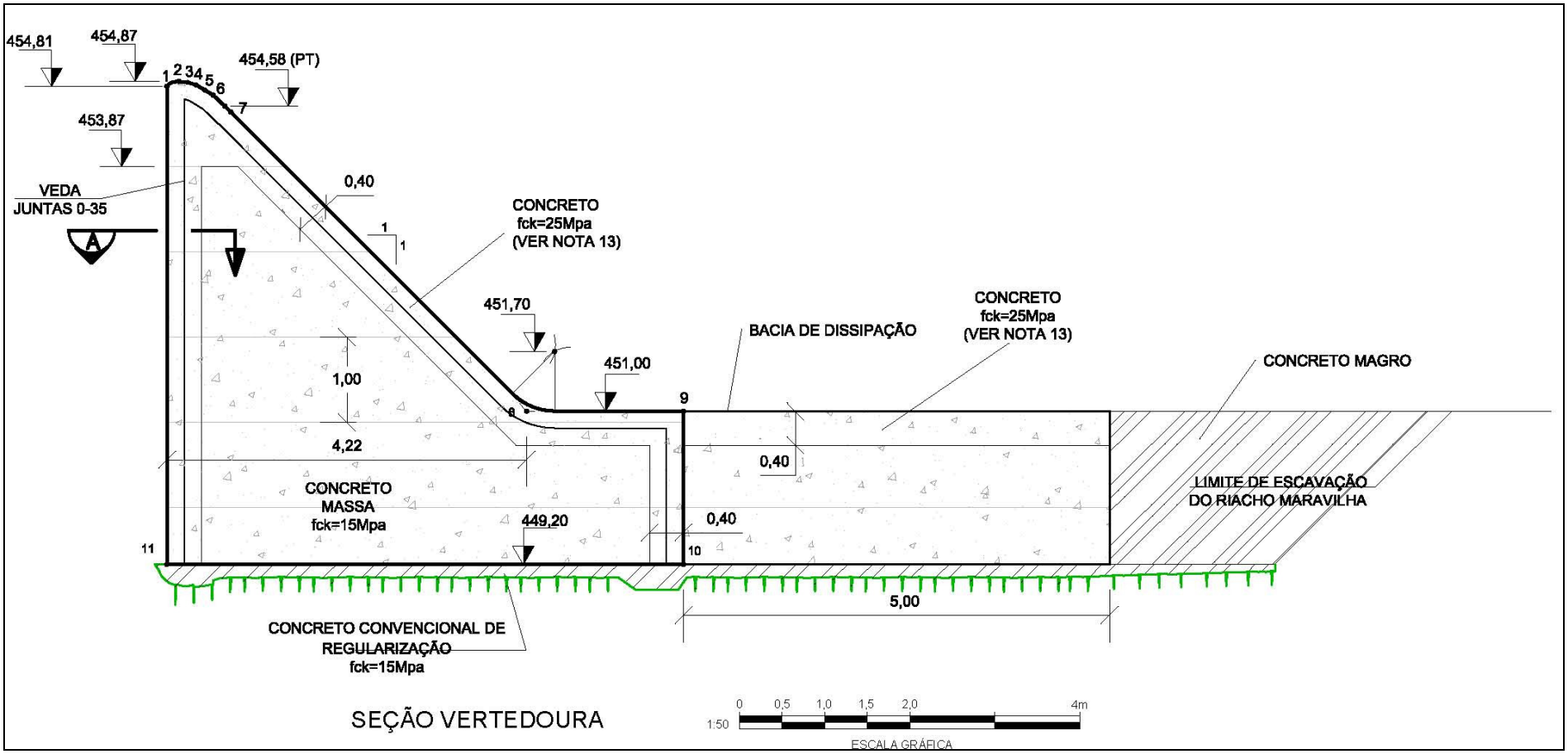


Figura 2.49 - Barragem Cacimba Nova - Seção Tipo do Sangradouro



2.9 BARRAGEM BAGRES

2.9.1 Características do Reservatório

No sentido de montante para jusante, o reservatório formado pela barragem e pelo dique Bagres é o sétimo do sistema adutor do Eixo Leste. Está situado na divisa dos segmentos de canais 2215, com descarga no reservatório na estaca 5121+13,18 do sistema adutor e segmento 2216 na estaca 5220+9,51 da tomada da estrutura de controle. À jusante do segmento 2215 está a Estação de Bombeamento EBV-4 e a montante o Aqueduto Caetitu.

Na **Tabela 2.79** estão apresentadas as características do reservatório.

Tabela 2.79 - Barragem Bagres - Características do Reservatório

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A normal	m	509,49
Área da bacia de drenagem	km²	2,25
Área do reservatório no N.A normal	km²	0,77
Acumulação do reservatório no N.A normal	$m^3 \times 10^6$	2,36
Comprimento máximo do reservatório	km	1,60
Largura máxima do reservatório	km	0,92
Profundidade máxima do reservatório	m	13,20

2.9.2 Características Geológico/Geotécnicas dos Sítios da Barragem e do Dique

A fundação como um todo é bastante impermeável com valores representativos entre 10^{-5} e 10^{-4}cm/s.

Na região da barragem Bagres ocorrem migmatitos do embasamento cristalino com presença de gnaisses e nas ombreiras solos de alteração de migmatito com espessura relativamente pequena, variando de 1 a 3m, constituída de solo silte arenoso micáceo sobreposto diretamente sobre o migmatito cinza escuro, este pouco alterado e extremamente fraturado.

No local da barragem, a espessura de solo nas ombreiras é relativamente pequena, em torno de 1,00m, desaparecendo na parte central do vale.

As sondagens realizadas no eixo do dique revelaram a predominância do migmatito com presença de gnaisse, indicando que a geologia é bem homogênea no local de implantação das obras, apresentando, porém, espessuras menores de solo. Na parte central a espessura do solo de alteração aumenta um pouco, atingindo uma espessura de cerca de 2,00m.

Na **Tabela 2.80** estão apresentados os resultados das sondagens realizadas nos locais da barragem e do dique.

Na **Figura 2.50** estão apresentados os arranjos gerais da barragem e do dique.

Tabela 2.80 - Barragem Bagres - Sondagens

Sondagem	Fase de Projeto	Localização (Estaca)	Cota do Terreno (m)	Profundidade (m)	Perfil (m)			
					Solo	RAM	RAD	RS
Barragem								
SME-01BAG	Executivo	1+0,00	508,46	8,00	1,40	-	-	6,60
SR-64	Básico	5+12,35 (3,31m p/jus)	506,50	15,05	0,40	-	5,70	8,96
SME-02BAG	Executivo	16+0,00	500,41	10,90	2,00	-	-	8,90
SR-65	Básico	21+15,70	499,80	15,03	3,45	0,91	2,14	8,53
SME-03BAG	Executivo	27+0,00	505,19	11,00	3,60	-	-	7,40
SME-04BAG	Básico	21+0,00 (50,00m p/mont)	504,28	10,50	4,45	-	-	6,05
SME-05BAG	Executivo	27+0,00 (50,00 p/jus)	505,45	10,00	1,80	-	-	8,20
SR-66	Executivo	38+2,45 (5,0m p/jus)	507,90	15,14	3,00	0,45	3,25	8,44
Dique								
SR-176	Básico	5+12,35 (3,31m p/jus)	509,15	10,05	1,40	0,60	0,80	7,25
SME-01DBAG	Executivo	11+0,00	502,91	7,00	1,25	-	-	5,75
SME-02DBAG	Executivo	21+0,00	500,90	8,90	2,80	-	-	6,10
SR-177	Básico	21+15,70	501,32	15,18	0,50	-	-	14,68
SR-178	Básico	38+2,45 (3,00m p/jus)	509,00	10,13	1,70	1,35	2,45	4,63

Onde:
SR = Sondagem Rorativa
SRE = Sondagem Rotativa realizada na fase de projeto executivo
SME = Sondagem Mista realizada na fase de projeto executivo
RAM = Rocha Alterada Mole
RAD = Rocha Alterada Dura
RS = Rocha Sã

2.9.3 Concepção da Barragem e do Dique

Na elaboração do projeto executivo da barragem e do dique Bagres, seguiu-se a mesma concepção do projeto básico de construção dos maciços em seções homogêneas com

utilização de materiais argilosos situados na área da bacia hidráulica, nas proximidades dos seus eixos.

Em ambos os maciços o sistema de drenagem interna é composto de um filtro vertical e um tapete horizontal e um dreno de pé. Uma caixa medidora de vazão do sistema interno de drenagem foi prevista com a finalidade de monitoramento da drenagem.

Os taludes de montante e jusante, ambos com inclinação do talude de 1,0V:2,0H, são protegidos com enrocamento tipo “rip-rap”.

Para o tratamento das fundações da barragem e do dique, foi prevista a realização de cortinas de furos primários de injeção entre as estacas 0 e 36 e 0 e 39, respectivamente, com profundidades de 10,0m espaçados de 20,0m. Ao longo do eixo da galeria da tomada d’água da barragem, foram previstas injeções de colagem com furos de 6,0m de profundidade, a cada 3,0m.

Nas **Tabelas 2.81** e **2.82** estão apresentadas as características dos maciços da barragem e do dique.

Na **Figura 2.51** estão apresentadas as seções-tipo de ambos os maciços.

Tabela 2.81 - Barragem Bagres- Características do Maciço

Tipo	gravidade
Seção	homogênea de terra (argilosa)
Localização no eixo barrável	Est 2D+15,00m a Est 5P+7,49m
Comprimento da crista	827,04m
Cota do coroamento	510,70m
Altura máxima	14,25m

Tabela 2.82 - Barragem Bagres (Dique) - Características do Maciço

Tipo	gravidade
Seção	homogênea de terra (argilosa)
Localização no eixo barrável	Est 3D+6,50m a Est 0 +12,41m
Comprimento da crista	878,88m
Cota do coroamento	510,70m
Altura máxima	13,48m

2.9.4 Sangradouro

O sangradouro da barragem Bagres está localizado na ombreira direita da barragem, onde será escavado o canal de aproximação. A estrutura vertedoura é em perfil tipo “Creager” com bacia de dissipação 5,0m em concreto.

A estrutura vertedoura foi dimensionada para permitir a passagem da vazão de 28,0m³/s, (com uma lâmina de 0,5m nos 45,0m de extensão da crista), correspondente ao deságüe do canal no reservatório da barragem.

O dimensionamento hidráulico e os estudos de verificação da estabilidade do vertedouro e dos muros guias do sangradouro são apresentados no documento **1230-MMO-2110-20-04-001 - Barragem Bagres - Memória de Cálculo do Vertedouro**.

Na **Tabela 2.83** estão apresentadas as características do vertedouro.

Nas **Figuras 2.50** e **2.52** estão apresentados o arranjo geral e a seção longitudinal do sangradouro, respectivamente.

Tabela 2.83 - Barragem Bagres - Características do Vertedouro

Tipo	Soleira livre - perfil Creager
Estrutura	Gravidade em concreto
Largura	45,00m
Cota da soleira livre	509,99m
Altura	1,24m
Lâmina vertente	0,50m
Vazão de projeto	28m³/s

2.9.5 Tomada d'Água

A tomada d'água de Bagres é composta de duas estruturas de concreto armado: uma torre de controle situada à montante do maciço e uma galeria que se desenvolve transversalmente sob o maciço da barragem. O acesso da crista da barragem até a torre é feito por uma passarela com guarda corpo.

A tubulação de 700mm de diâmetro da tomada d'água, se desenvolve dentro da galeria sobre montantes de concreto armado. Ao sair da galeria a tubulação se divide em duas de diâmetro de 500mm com prolongamento a céu aberto até a estrutura de saída. O acesso à crista da barragem e à estrutura de saída da tomada d'água são mostrados no documento **1230-REL-2052-00-00-001 - Relatório Final do Projeto Executivo do Sistema Viário**.

Na **Tabela 2.84** estão apresentadas as características principais da tomada d'água e na **Figura 2.51** a seção longitudinal da mesma.

Tabela 2.84 - Barragem Bagres - Características da Tomada d'Água

Tipo de tomada d'água:	uso difuso
Tipo de estrutura:	Torre e galeria em concreto
Localização em relação ao eixo da	Estaca 7 + 0,00m
Altura da torre:	7,96m
Comprimento da passarela:	11,7
Largura da passarela:	1,70m
Comprimento da galeria:	32,29
Extensão total da tomada d'água:	51,44m
Tubulação inserida na galeria:	DN 700 / 35,95m
Bifurcação:	DN 700/500 / 2,80m
Tubulação da estrutura de saída:	DN 500 / 2 x 7,13m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 500
Vávula dispersora:	1 x DN 500 / 1m³/s
Vazão total de projeto:	2 m³/s

2.9.6 Instrumentação

A instrumentação da barragem, composta de equipamentos do tipo piezômetro e medidor de recalque e da instalação de marcos superficiais de medição, têm como objetivo a observação do comportamento do maciço e do funcionamento dos filtros nas fases de construção e operação da obra. A instalação dos marcos e dos medidores de recalque foi feita em locais estrategicamente escolhidos mediante a consideração da possibilidade de ocorrência de deformações do maciço. Os piezômetros são instalados nos locais considerados ideais para o monitoramento dos níveis d'água no maciço, na fundação e nos filtros. Nos desenhos de projeto são também indicados os locais de implantação dos marcos de referência, cujas cotas servirão de base para as medições a serem efetuadas. Nesta barragem os equipamentos e marcos a serem instalados, são:

- 03 medidores de recalque telescópico, para medição da deformação do maciço, instalados nas estacas 10, 19 e 25, inseridos nos espaldares de montante da barragem;

- 08 piezômetros tipo Casagrande para medição dos níveis d'água, instalados nas estacas 10, 19 e 25, inseridos no filtro vertical e no material de fundação da barragem, em conformidade com a seção do maciço;

- 03 marcos superficiais para medição da deformação do maciço, implantados nas estacas 10+10,0, 19+10,0 e 25+10,0 na crista da barragem.

Pelas suas dimensões e função na formação do reservatório, o dique da barragem Bagres foi instrumentado com os seguintes equipamentos e marcos:

- 03 medidores de recalque telescópico para medição da deformação do maciço, instalados nas estacas 10, 23 e 30, inseridos no espaldar de montante do dique;

- 08 piezômetros tipo Casagrande para medição dos níveis d'água inseridos no filtro vertical e no material de fundação da barragem nas estacas 10, 23 e 30;

- 03 marcos superficiais para medição da deformação do maciço, implantados nas estacas 10+10,0, 23+10,0 e 30+10,0 ao longo da crista do dique.

2.9.7 Análise de Estabilidade

Os estudos de estabilidade dos maciços de terra da Barragem Bagres foram realizados utilizando-se o método de equilíbrio limite aplicado a superfícies circulares. Foi empregado o programa *"SLOPE"*, que utiliza o método de *Bishop Simplificado* para a determinação do coeficiente de segurança (FS). Os estudos foram realizados em termos de tensões efetivas.

Os cálculos determinaram os coeficientes de segurança resultante de cada configuração geométrica, geotécnica e de carregamento prevista. Os estudos completos de verificação de estabilidade da barragem são apresentados no documento **1230-MMO-2110-04-02-001 - Barragem Bagres - Memória de Cálculo de Estabilidade e Percolação**.

2.9.8 Estudos de Percolação

Os estudos de percolação de água pela fundação e maciço da barragem Bagres foram realizados para estimar as vazões de infiltração e subsidiar o dimensionamento dos filtros e do dreno de pé e as análises de estabilidade dos taludes.

Os estudos foram realizados empregando-se o programa SEEP desenvolvido pela Geo-Slope, que utiliza o método dos elementos finitos. O programa permite a consideração do fluxo não confinado em regime permanente, com a obtenção da superfície freática por um processo iterativo.

Para o desenvolvimento dos estudos foi efetuada a discretização de uma malha de elementos finitos a partir de cada seção característica. Os estudos detalhados estão apresentados no documento **1230-MMO-2110-04-02-001 - Barragem Bagres - Memória de Cálculo de Estabilidade e Percolação.**

Figura 2.50 - Barragem e Dique Bagres - Arranjo Geral

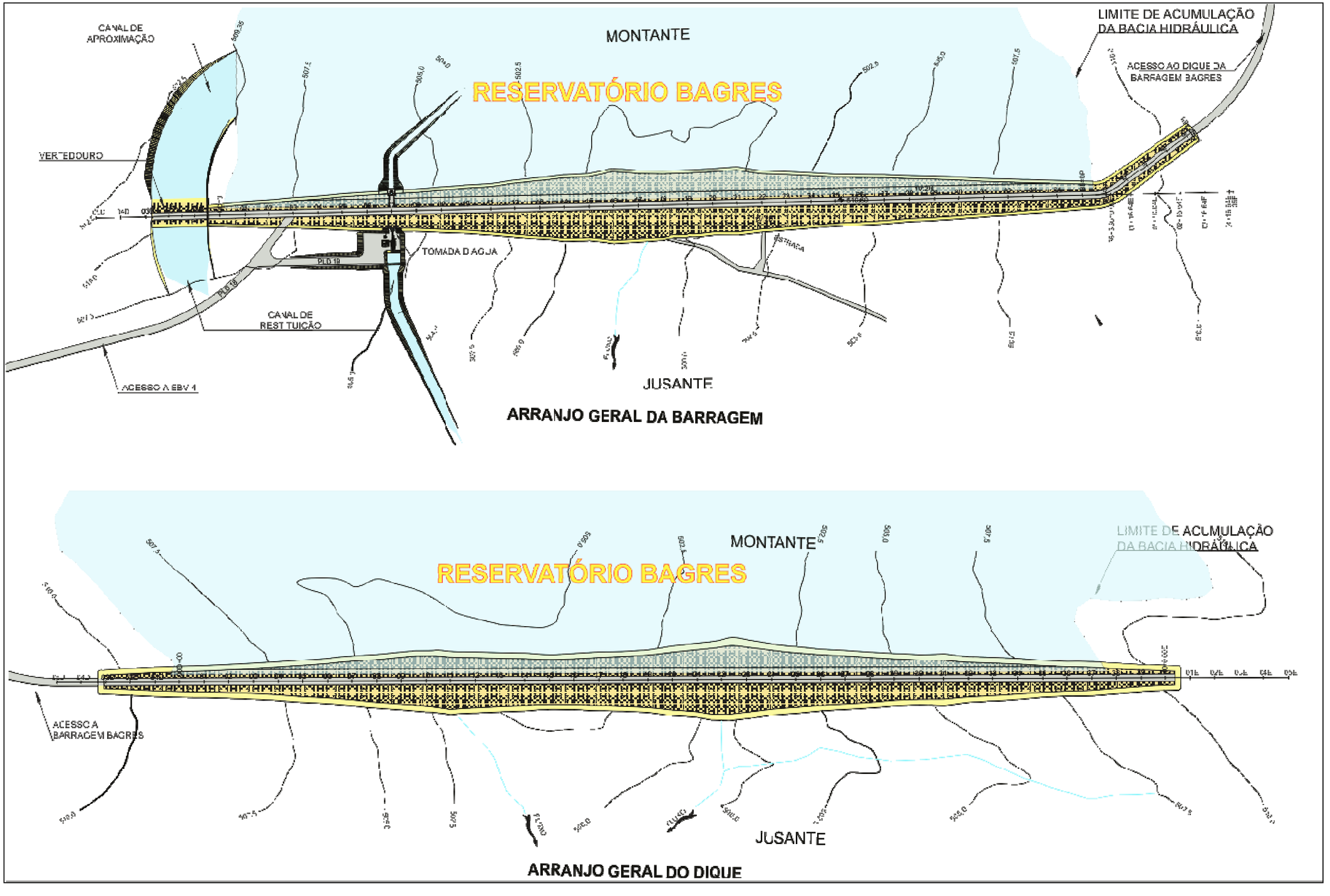


Figura 2.51 - Barragem e Dique Bagres - Seções Tipo e Seção Longitudinal da Tomada d'Água

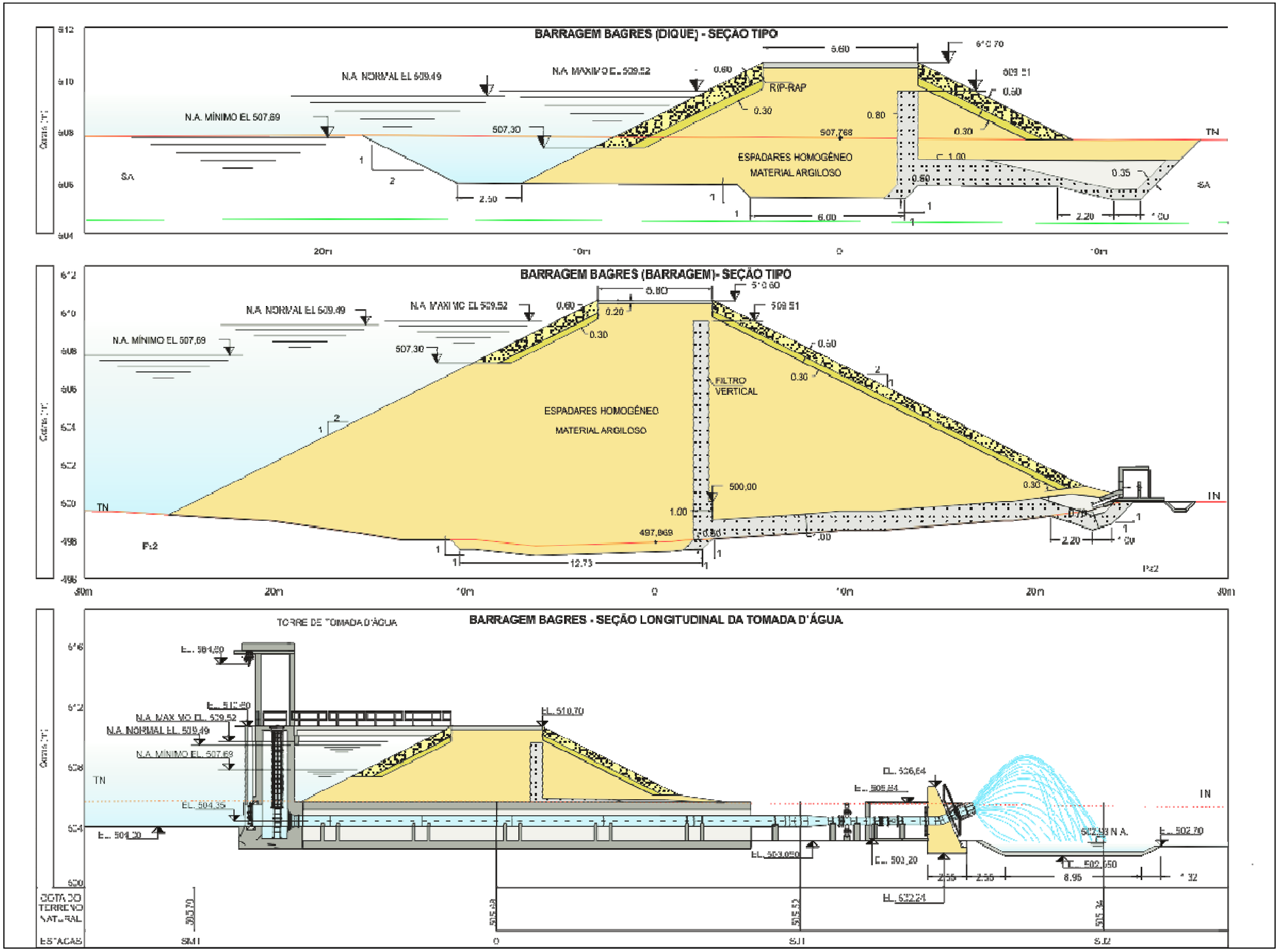
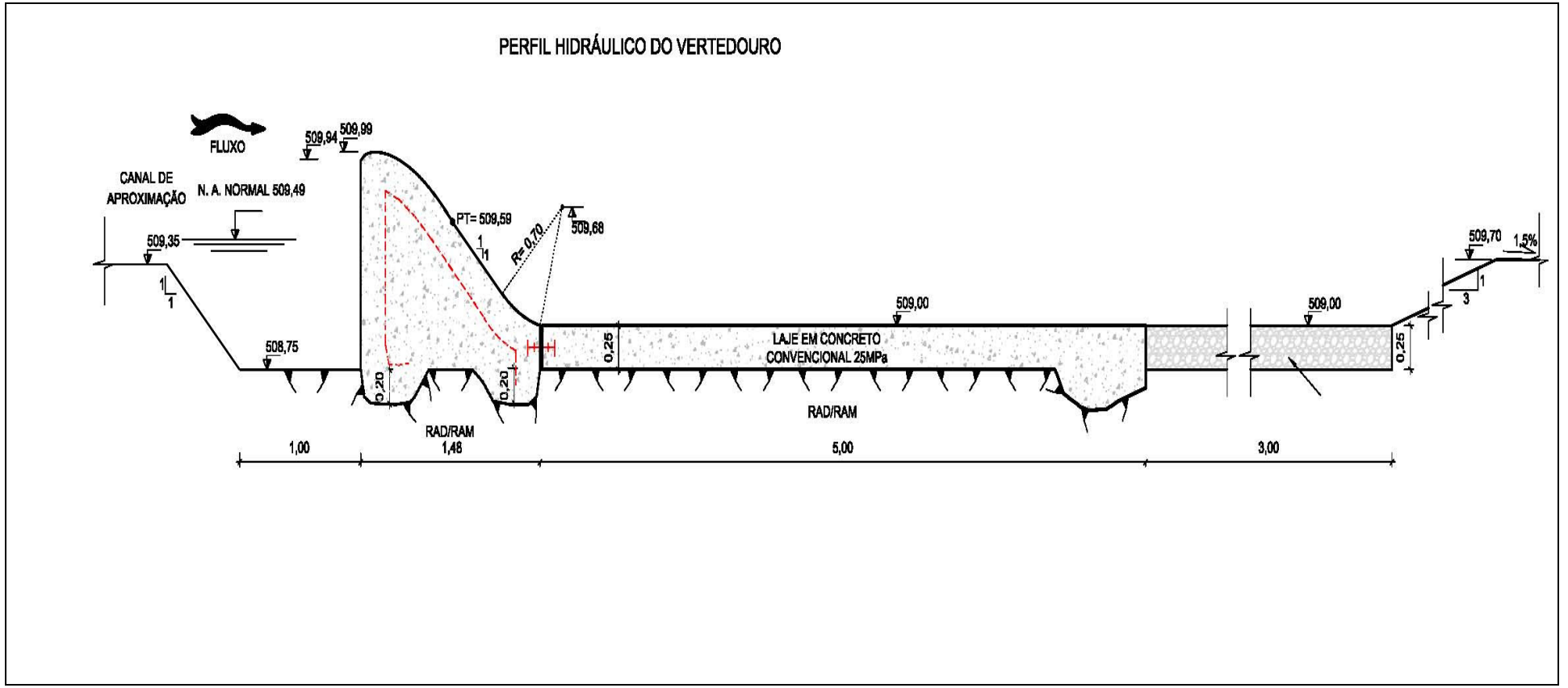


Figura 2.52 - Barragem Bagres - Seção Longitudinal do Sangradouro



2.10 BARRAGEM COPITI

2.10.1 Características do Reservatório

O reservatório formado pela barragem Copiti é, no sentido de montante para jusante, o último do trecho de obras correspondente ao lote C de Projeto Executivo e o oitavo do sistema adutor do Eixo Leste do PISF. Está na divisa dos segmentos de canal 2217 e 2218 e dos lotes 10 e 11 de obras.

Na **Tabela 2.85** estão apresentadas as características do reservatório da barragem Copiti.

Tabela 2.85 - Barragem Copiti - Características do Reservatório

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Cota do reservatório no N.A normal	m	508,06
Área da bacia de drenagem	km²	9,50
Área do reservatório no N.A normal	km²	1,50
Acumulação do reservatório no N.A normal	$m^3 \times 10^6$	6,32
Comprimento máximo do reservatório	km	2,05
Largura máxima do reservatório	km	1,84
Profundidade máxima do reservatório	m	17,24

2.10.2 Características Geológico/Geotécnicas do Sítio da Barragem

No caso do sítio da barragem Copiti, predominam as rochas do cristalino, como o migmatito e biotitas gnaisses com pequena cobertura de solo de alteração dessas rochas uma camada superficial de colúvio.

As rochas da fundação apresentam-se bastante impermeáveis, segundo os ensaios de perda d'água sob pressão, a permeabilidade da fundação está entre 10^{-5} e 10^{-6}cm/s.

Um aspecto que mereceu especial atenção no desenvolvimento do Projeto Executivo é o aprofundamento dos estudos geotécnicos dos materiais de construção, tanto dos materiais tradicionais usados para aterro, como solos sílicos/argilosos, quanto a materiais provenientes das escavações obrigatórias.

O barramento está inserido integralmente dentro do domínio do Embasamento Cristalino, que no local é constituído por migmatitos, biotita granitos porfiríticos, biotita gnaisse e veios pegmatóides. Localmente aparecem rochas calcosilicáticas.

Toda área de implantação da barragem está coberta por uma camada de coluvião formado por areias argilosas compactas a pouco compactas.

Os solos da área da barragem, empréstimos e jazidas, estão associados a rochas précambrianas do complexo Caicó, do grupo Caicó, e Uamá.

Na **Tabela 2.86** estão apresentados os resultados das sondagens realizadas.

Na **Figura 2.53** está apresentada o arranjo geral da barragem.

Tabela 2.86 - Barragem Copiti - Sondagens

Sondagem	Fase de Projeto	Localização (Estaca)	Cota do Terreno (m)	Profundidade (m)	Perfil (m)			
					Solo	RAM	RAD	RS
Barragem								
SME-03COP	Executivo	10+0,00	507,52	11,20	1,10	-	-	10,10
SME-04COP	Executivo	10+0,00 (80,00m p/mont)	509,46	11,00	1,20	-	-	9,80
SR-74	Básico	33+16,23 (5,89m p/jus)	499,00	19,50	1,60	0,92	4,18	12,80
SR-75	Básico	48+13,08 (10,31m p/jus)	494,50	15,06	0,55	-	-	14,51
SME-01COP	Executivo	53+0,00 (50,00m p/jus)	499,64	11,00	1,00	-	-	10,00
SME-02COP	Executivo	53+0,00 (50,00m p/mont)	499,19	11,00	1,45	-	-	9,55
SR-76	Básico	64+17,94 (3,18 p/jus)	505,20	11,56	0,83	1,37	0,60	8,76
SME-02COP	Executivo	81+0,00	498,61	11,10	1,00	-	-	10,10

Onde:
SR = Sondagem Rorativa
SRE = Sondagem Rotativa realizada na fase de projeto executivo
SME = Sondagem Mista realizada na fase de projeto executivo
RAM = Rocha Alterada Mole
RAD = Rocha Alterada Dura
RS = Rocha Sã

2.10.3 Concepção da Barragem

A barragem Copiti foi concebida no projeto básico com seção zoneada prevendo o aproveitamento de materiais diversos ocorrentes nas proximidades do seu sítio, tanto no núcleo como nos espaldares: solos coluvionares e aluvionares e saprolitos (rocha alterada mole).

Investigações geotécnicas mais detalhadas realizadas na fase de projeto executivo induziram a concepção do maciço do tipo homogêneo a ser construídos com solos argilosos provenientes de área de empréstimo levantada nas proximidades do eixo da barragem. O projeto prevê ainda a execução de uma trincheira parcial ao longo da camada de solo coluvionar. A drenagem Interna é formada por filtros vertical e horizontal ligado a um dreno de pé com caixa medidora das vazões drenadas.

Os taludes de montante e jusante têm inclinação de 2,2H:1,0V e são revestidos com enrocamento tipo “rip-rap” sobre transição graduada de areia e brita.

Para o tratamento do maciço da fundação da barragem, foi prevista uma cortina de injeção exploratória com execução de furos entre as estacas 12 a 96, espaçadas de 20,0m e com profundidade de 10,0m. Ao longo do eixo da galeria da tomada d’água está prevista a execução de injeções de colagem com furos espaçados de 6,0m e profundidade de 6,0m.

Na **Tabela 2.87** estão apresentadas as características da Barragem Copiti e na **Figura 2.54** a sua seção-tipo.

Tabela 2.87 - Barragem Copiti - Características do Maciço

Tipo	gravidade
Seção	homogênea de terra (argilosa)
Localização no eixo barrável	Est 1D+13,40m a Est 3E+2,78m
Comprimento da crista	2014,20m
Cota do coroamento	509,70m
Altura máxima	17,24m

2.10.4 Sangradouro

O sangradouro de Copiti é formado por um canal de aproximação escavado na ombreira direita, uma soleira vertedoura do tipo “Creager”, em concreto massa, uma bacia de dissipação em concreto estrutural com 5,5m de comprimento e um canal de restituição iniciado por um trecho de enrocamento lançado com 3,0m de comprimento.

O vertedouro, com crista com 45m de extensão, está projetado para escoar uma vazão de 28m³/seg com lâmina de 0,5m, correspondente a vazão aportada ao reservatório pelo canal à montante.

O dimensionamento hidráulico e os estudos de verificação da estabilidade do vertedouro e dos muros guia do sangradouro, são apresentados no documento **1230-MMO-2111-20-04-001 - Barragem Copiti - Memória de Cálculo - Vertedouro**.

Na **Tabela 2.88** estão apresentadas as características do Vertedouro da Barragem Copiti.

Nas **Figuras 2.53** e **2.55** estão apresentados o arranjo e a seção longitudinal do sangradouro, respectivamente.

Tabela 2.88 - Barragem Copiti - Características do Vertedouro

Tipo	Soleira livre - perfil Creager
Estrutura	Gravidade em concreto
Largura	45,00m
Cota da soleira livre	508,61m
Altura	2,61m
Lâmina vertente	0,50m
Vazão de projeto	28m³/s

2.10.5 Tomada d'Água

A tomada d'água da barragem Copiti está projetada para possibilitar um escoamento de 18m³/seg, sendo a de maior capacidade do Eixo Leste. Situada na estaca 53 (ombreira esquerda) do eixo da barragem, é formada por uma torre de comando à montante e uma galeria que se desenvolve transversalmente embutida no maciço de terra.

A tomada d'água no reservatório é feita por duas comportas tipo segmento, cada uma com capacidade 14m³/seg. Imediatamente a jusante das comportas, está uma estrutura de concreto armado de perfil tipo "sino" que converge para a tubulação de 2400mm que se desenvolve sobre berços de concreto armado, parte dentro da galeria e parte a céu aberto, até a válvula dispersora de 1200mm de diâmetro. O direcionamento das vazões para o leito do rio é feito através de um canal de restituição escavado.

Na **Tabela 2.89** estão apresentadas as características da tomada d'água e na **Figura 2.54** sua respectiva seção longitudinal.

Tabela 2.89 - Barragem Copiti - Características da Tomada d'Água

Tipo de tomada d'água:	uso difuso
Tipo de estrutura:	Torre e galeria em concreto armado
Localização em relação ao eixo da barragem:	Estaca 53 + 0,00m
Altura da torre:	11,95m
Comprimento da passarela:	16,39m
Largura da passarela:	1,70m
Comprimento da galeria:	46,56m
Extensão total da tomada d'água:	84,12m
Tubulação inserida na galeria:	DN 2400 / 68,86m
Bifurcação:	DN 2400/1200 / 3,91m
Tubulação da estrutura de saída:	DN 1200 / 2 x 3,65m
Válvula de bloqueio tipo borboleta:	DN 1200
Vávula dispersora:	2 x DN 1200 / 9m³/s
Vazão total de projeto:	18 m³/s

2.10.6 Instrumentação

A instrumentação da barragem, composta de equipamentos do tipo piezômetro e medidor de recalque e da instalação de marcos superficiais de medição, têm como objetivo a

observação do comportamento do maciço e do funcionamento dos filtros nas fases de construção e operação da obra. A instalação dos marcos e dos medidores de recalque foi feita em locais estrategicamente escolhidos mediante a consideração da possibilidade de ocorrência de deformações do maciço. Os piezômetros são instalados nos locais considerados ideais para o monitoramento dos níveis d'água no maciço, na fundação e nos filtros. Nos desenhos de projeto são também indicados os locais de implantação dos marcos de referência, cujas cotas servirão de base para as medições a serem efetuadas. Na barragem Copiti, os equipamentos e marcos a serem instalados, são:

- 03 medidores de recalque telescópico, para medição da deformação do maciço, instalados nas estacas 33, 50 e 80, 2,6m à montante do eixo da barragem;

- 11 piezômetros tipo Casagrande para medição dos níveis d'água, instalados nos filtros vertical e horizontal das estacas 17, 33, 50, 65 e 80 inseridos nos filtros vertical, horizontal e no material de fundação da barragem em posições e quantidades variando de conformidade com a seção do maciço;

- 04 marcos superficiais para medição da deformação do maciço, implantados nas estacas 4, 33+10,0, 50+10,0 e 80+10,0 da crista da barragem.

2.10.7 Análise de Estabilidade

Os estudos de estabilidade dos maciços de terra da barragem Copiti foram realizados utilizando-se o método de equilíbrio limite aplicado a superfícies circulares. Foi empregado o programa *"SLOPE"*, que utiliza o método de *Bishop Simplificado* para a determinação do coeficiente de segurança (FS). Os estudos foram realizados em termos de tensões efetivas.

Os cálculos determinaram os coeficientes de segurança resultante de cada configuração geométrica, geotécnica e de carregamento prevista. Os estudos completos de verificação de estabilidade da barragem são apresentados no relatório **1230-MMO-2111-20-04-001**.

Os estudos completos de verificação de estabilidade da barragem são apresentados no documento **1230-MMO-2111-04-02-001 - Barragem Copiti - Memória de Cálculo de Estabilidade e Percolação**.

2.10.8 Estudo de Percolação

Os estudos de percolação de água pela fundação e maciço da barragem Copiti foram realizados para estimar as vazões de infiltração e subsidiar o dimensionamento dos filtros e do dreno de pé e as análises de estabilidade dos taludes.

Os estudos foram realizados empregando-se o programa SEEP desenvolvido pela Geo-Slope, que utiliza o método dos elementos finitos. O programa permite a consideração do fluxo não confinado em regime permanente, com a obtenção da superfície freática por um processo iterativo.

Para o desenvolvimento dos estudos foi efetuada a discretização de uma malha de elementos finitos a partir de cada seção característica. Os estudos detalhados estão apresentados no documento **1230-MMO-2111-04-02-001- Barragem Copiti - Memória de Cálculo de Estabilidade e Percolação**.

Figura 2.53 - Barragem Copiti - Arranjo Geral

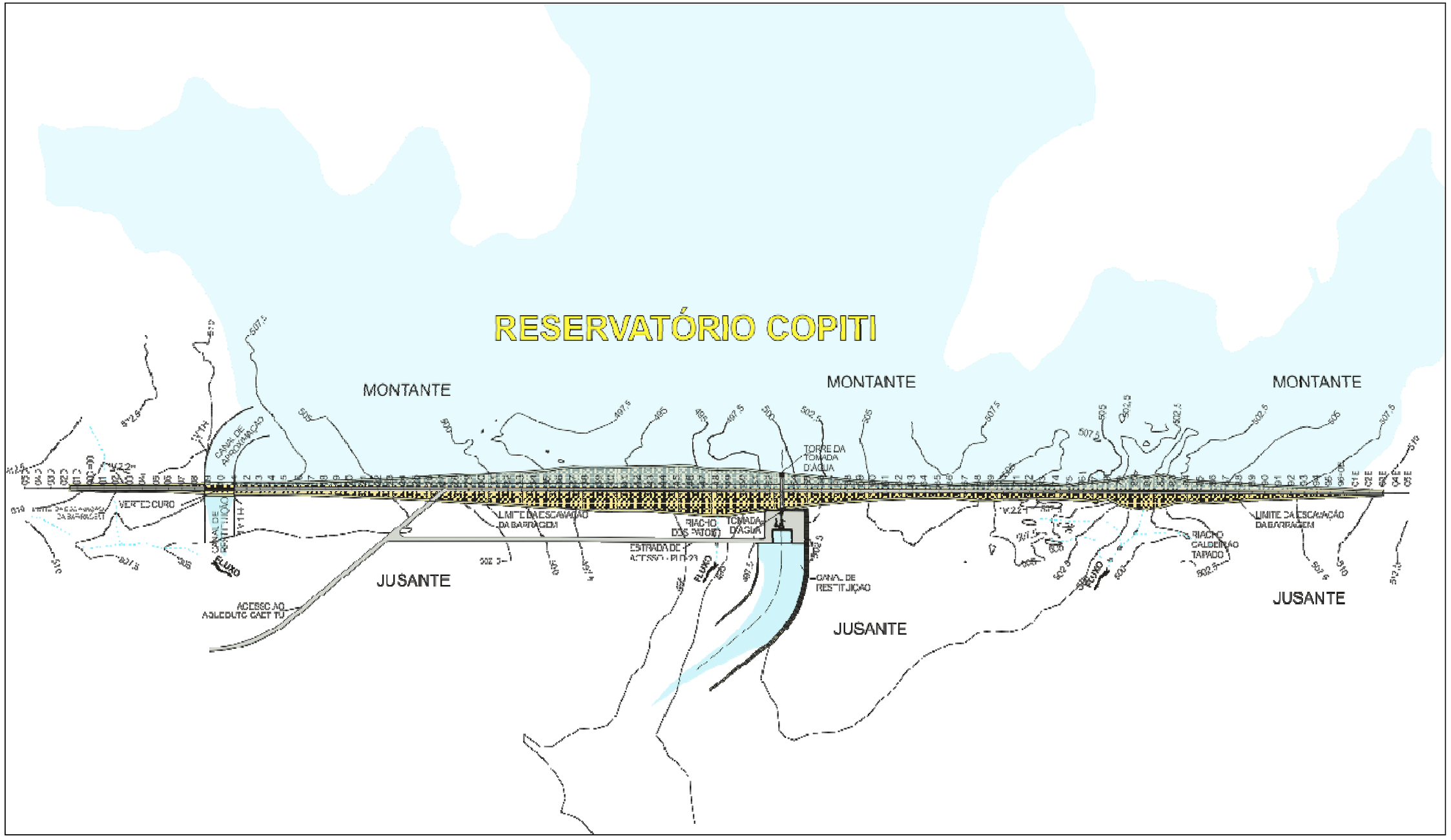


Figura 2.54 - Barragem Copiti - Seção Tipo e Seção Longitudinal da Tomada d'Água

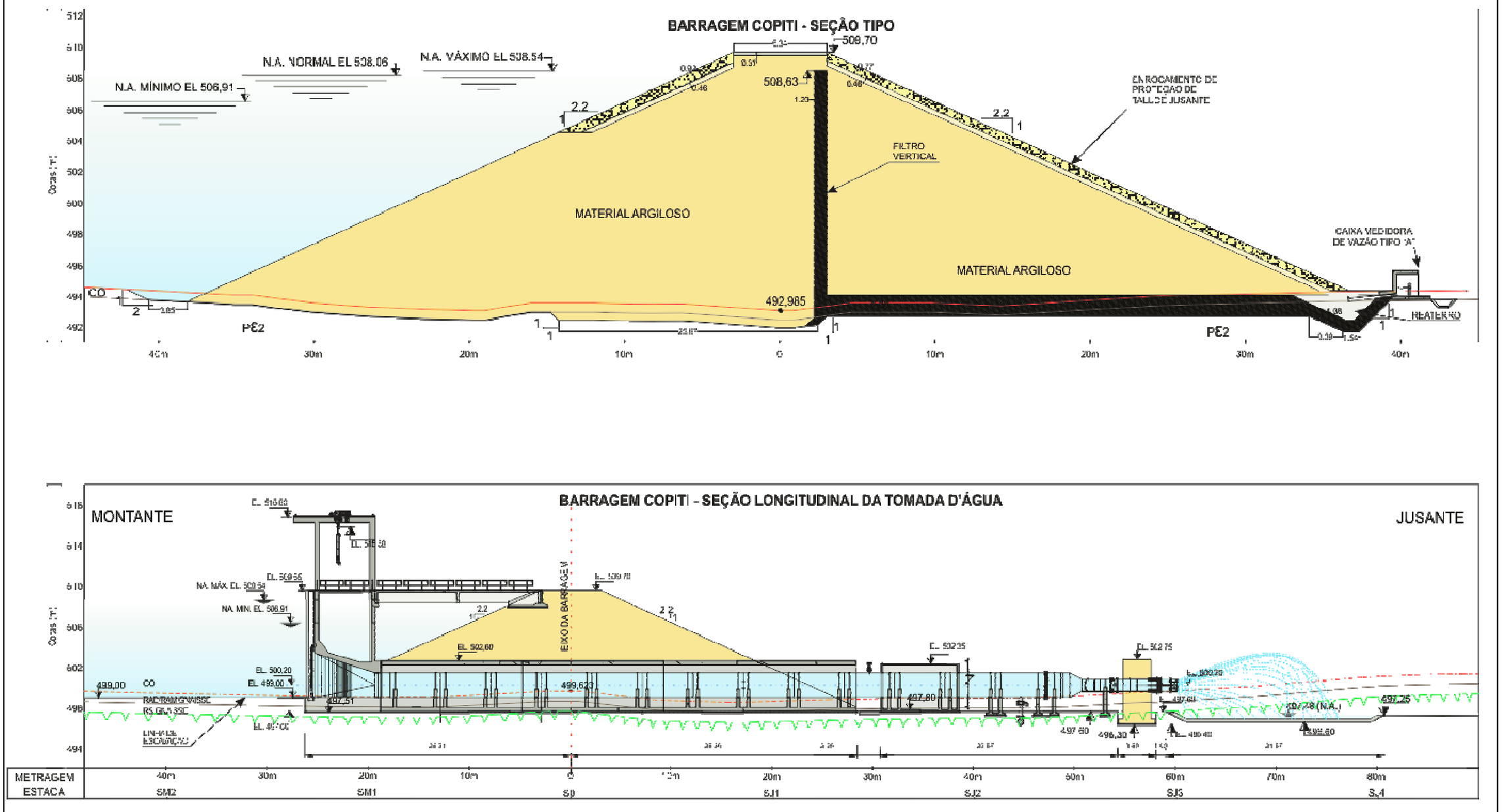
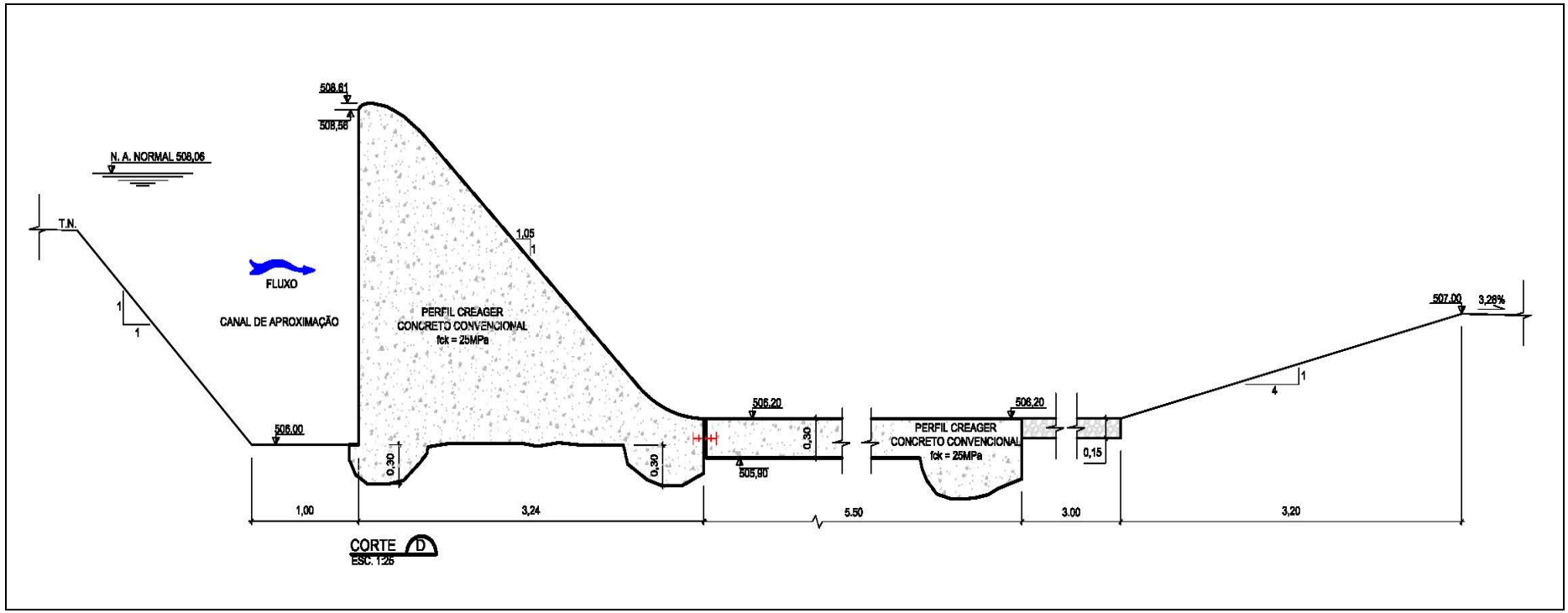


Figura 2.55 - Barragem Copiti - Seção Longitudinal do Sangradouro



2.11 SISTEMA VIÁRIO

O Sistema Viário do Lote C foi concebido com a finalidade de proporcionar o tráfego rodoviário continuo ao longo de todo o sistema adutor e possibilitar o acesso a todas as suas obras. As **Figuras 2.56** e **2.57** apresentam o diagrama linear das estradas laterais ao longo do sistema adutor, respectivamente nos Lotes 09 e 10 de obras. As estradas de acesso às Estações de Bombeamento (Lote 13 de obras) são apresentadas nas **Figuras 2.58 a 2.61.**

O detalhamento do Projeto Executivo está apresentado no documento **1230-REL-2052-00-00-001 – Relatório Final do Projeto Executivo do Sistema Viário**.

As obras do Sistema Viário do Lote C foram concebidas e projetadas tendo como base a restituição aerofotogramétrica; os levantamentos topográficos de campo e os estudos geotécnicos realizados nas fases de elaboração dos Projetos Básico e Executivo. Os outros aspectos que condicionaram a definição do traçado do Sistema Viário do Projeto são descritos a seguir:

a) As Poligonais de Desapropriação das Faixas de Desenvolvimento dos Canais; das Barragens e seus Reservatórios e das Áreas de Implantação das Estações de Bombeamento

O traçado das estradas ao longo do sistema adutor está totalmente contido nas áreas desapropriadas pelo Ministério da Integração Nacional. Somente nos casos dos cruzamentos da rede viária do Projeto com as estradas estadual (PE 360) e federal (BR 316) será necessária a desapropriação de pequenas áreas contíguas às estradas asfaltadas de modo a possibilitar os cruzamentos a uma distância regulamentar das obras do sistema adutor (Aqueduto sobre a BR 316 e Ponte da PE 360 sobre o canal). Os projetos das interligações da rede viária do sistema adutor com a rede regional de estradas vicinais serão contratados pelo MI.

b) O Traçado dos Canais e o Posicionamento das Pontes, Bueiros e Estruturas de Controle

O traçado geral da rede viária segue, evidentemente, o mesmo traçado dos canais com os devidos ajustes localizados, condicionados pela topografia do terreno. Nos casos das obras existentes ao longo dos segmentos dos canais, os ajustes localizados foram compreendidos das concordâncias para os acessos às pontes, das passagens sobre as estruturas de controle nas saídas dos reservatórios e nas passagens sobre os bueiros. Como critério de projeto, as estruturas dos bueiros foram prolongadas para permitirem essa passagem tanto a montante como a jusante embora as estradas se desenvolvam somente de um lado do canal, ficando um dos prolongamentos para garantir a passagem de uma futura estrada a ser construída do outro lado.

c) Os Pontos em que as Bermas dos Canais estão Coincidentes com os Níveis dos Terrenos Naturais (Situação das Passagens de Corte-Aterro dos Canais)

Nesses casos, se faz, quando necessário, a ligação entre as bermas (previstas como estradas de manutenção dos canais) e as estradas laterais ao longo do sistema adutor.

Figura 2.56 - Diagrama Linear das Estradas Laterais do Sistema Adutor do Eixo Leste - Lote C - Lote 09

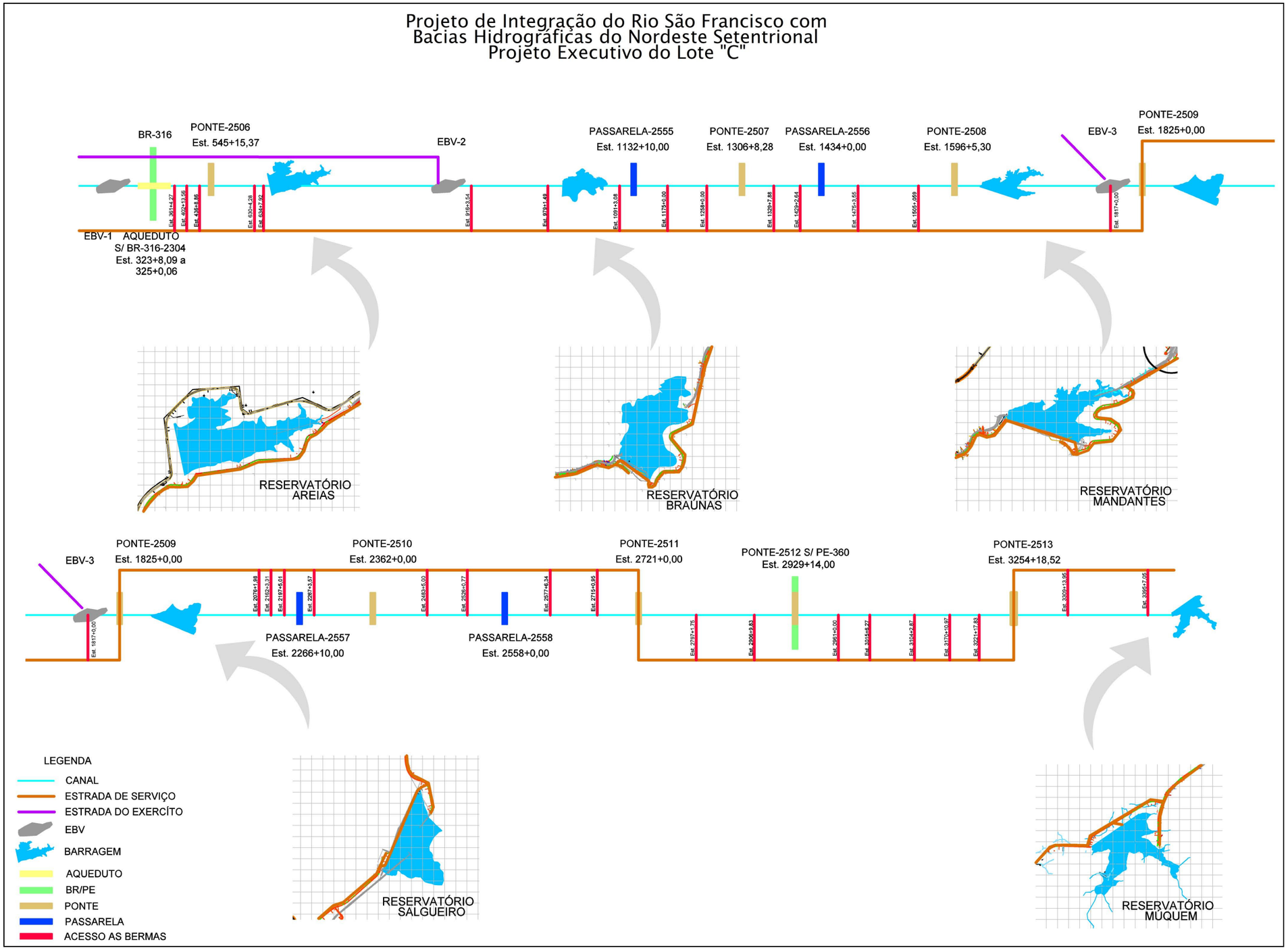


Figura 2.57 - Diagrama Linear das Estradas Laterais do Sistema Adutor do Eixo Leste - Lote C - Lote 10

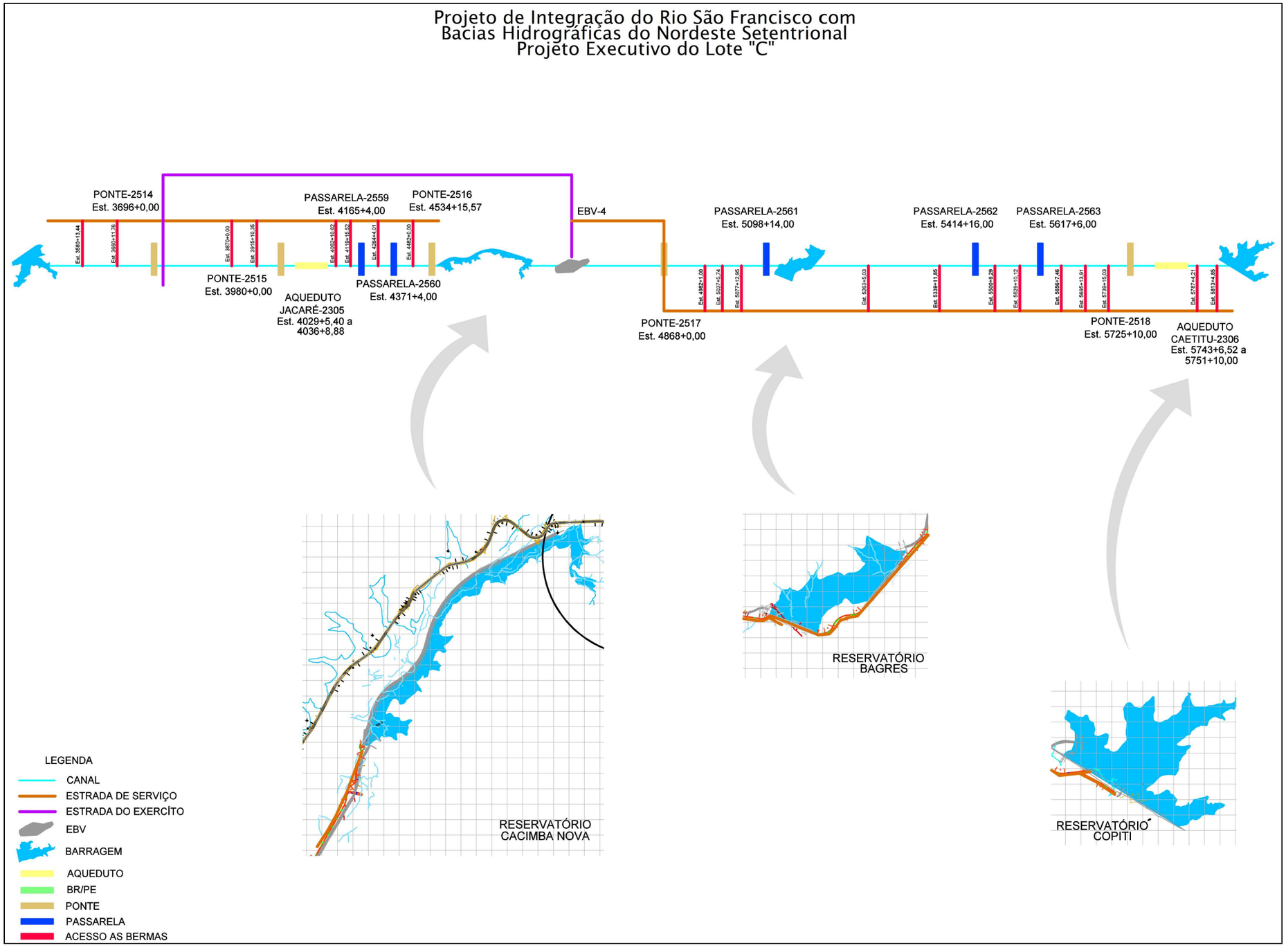


Figura 2.58 - Acesso à Estação de Bombeamento EBV-1 - Lote 13

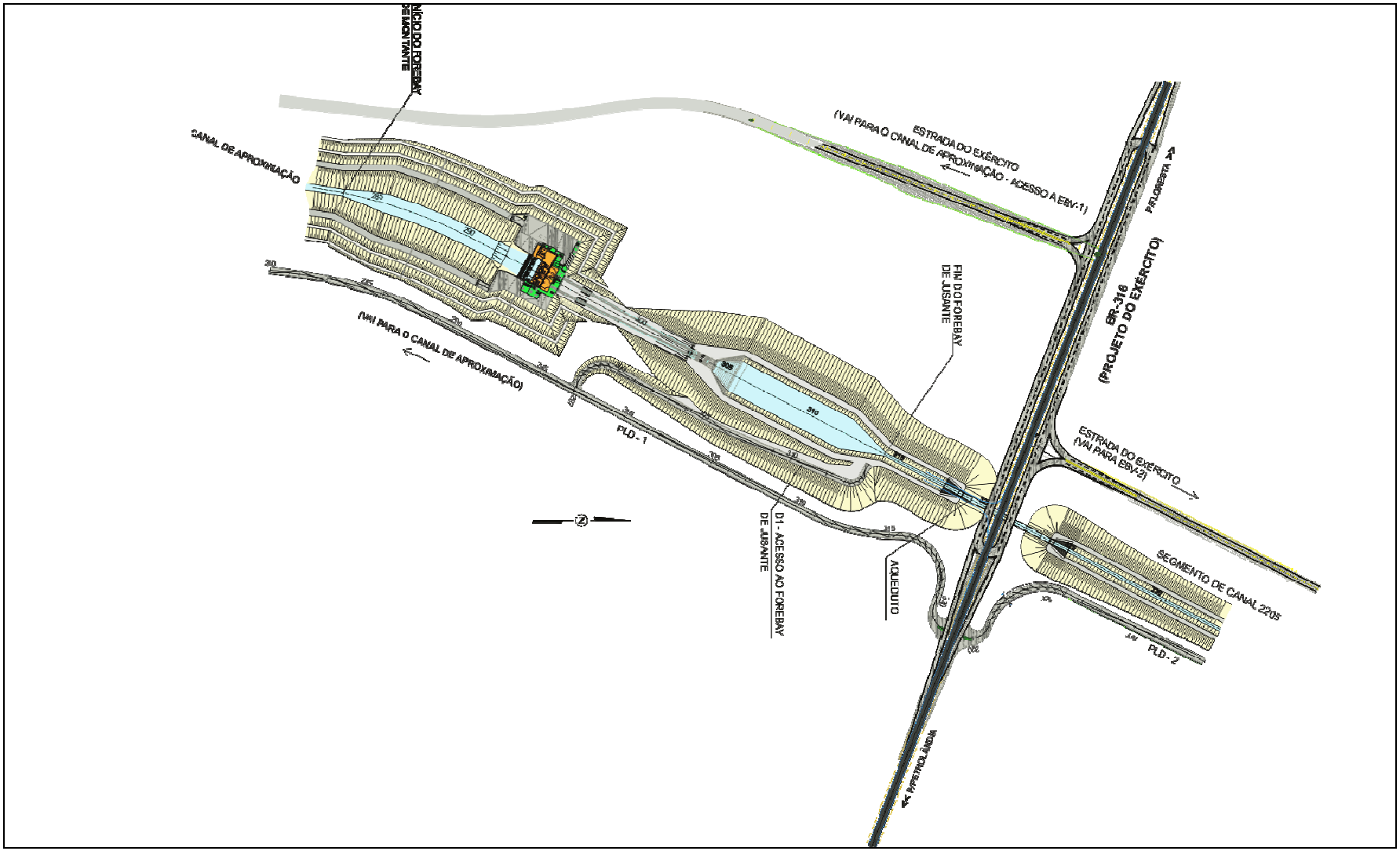


Figura 2.59 - Acesso à Estação de Bombeamento EBV-2 - Lote 13

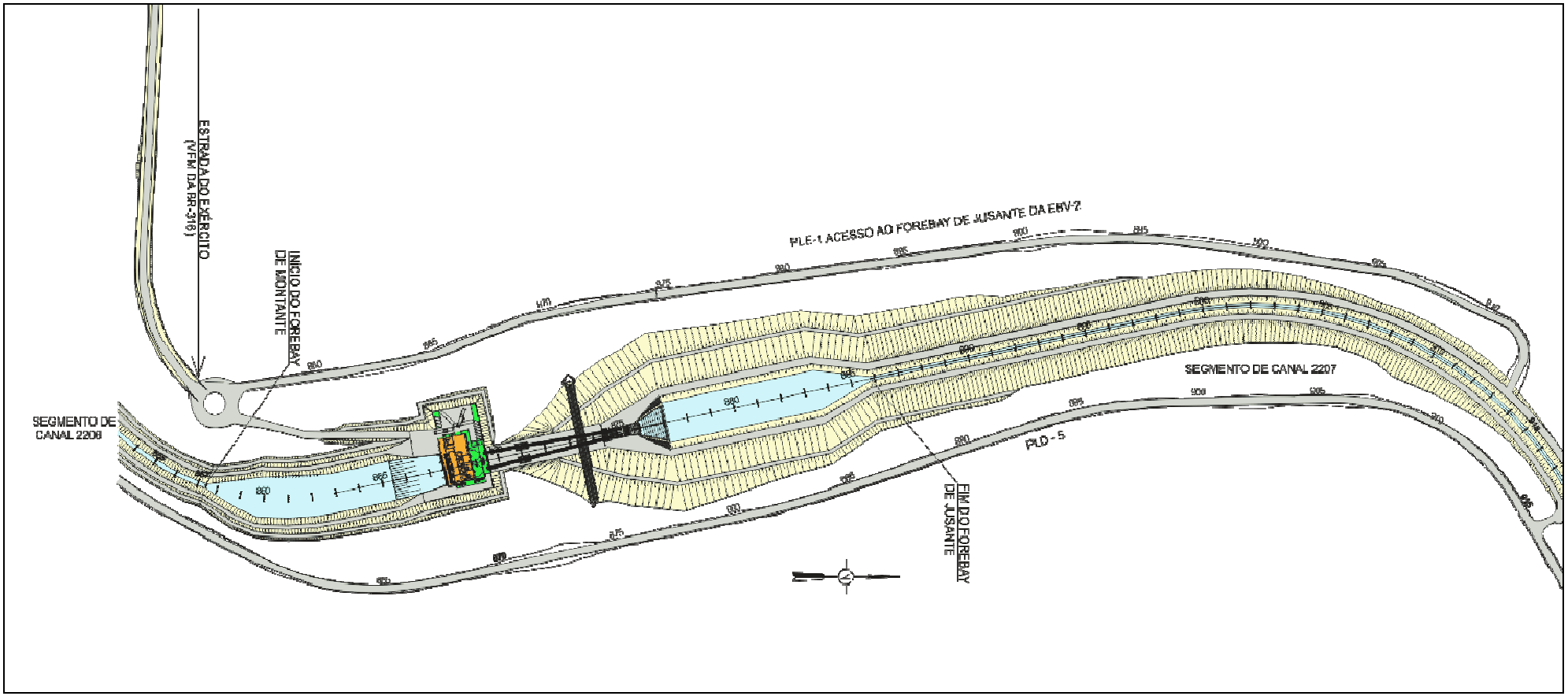


Figura 2.60 - Acesso à Estação de BombeamentoEBV-3 - Lote 13

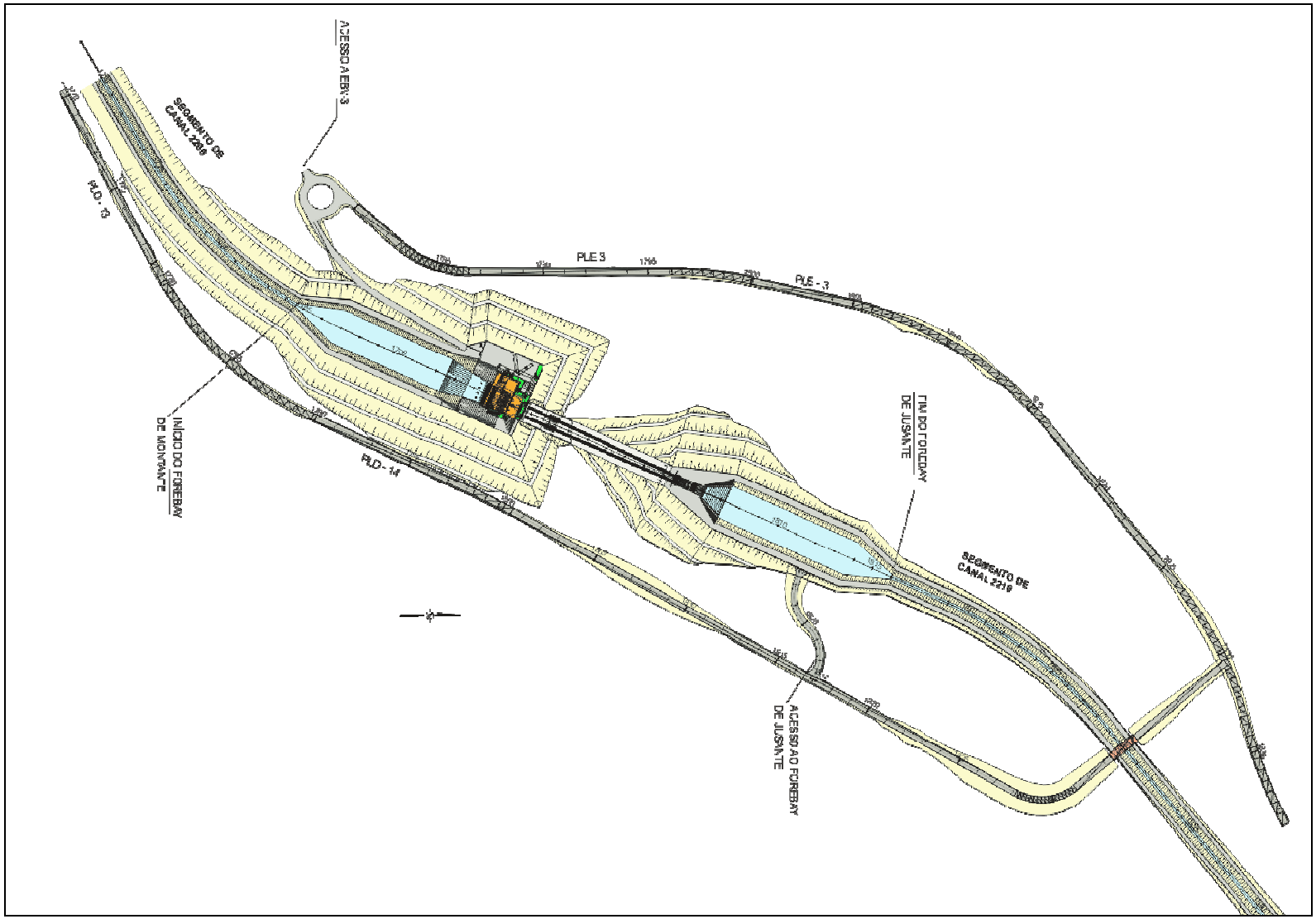
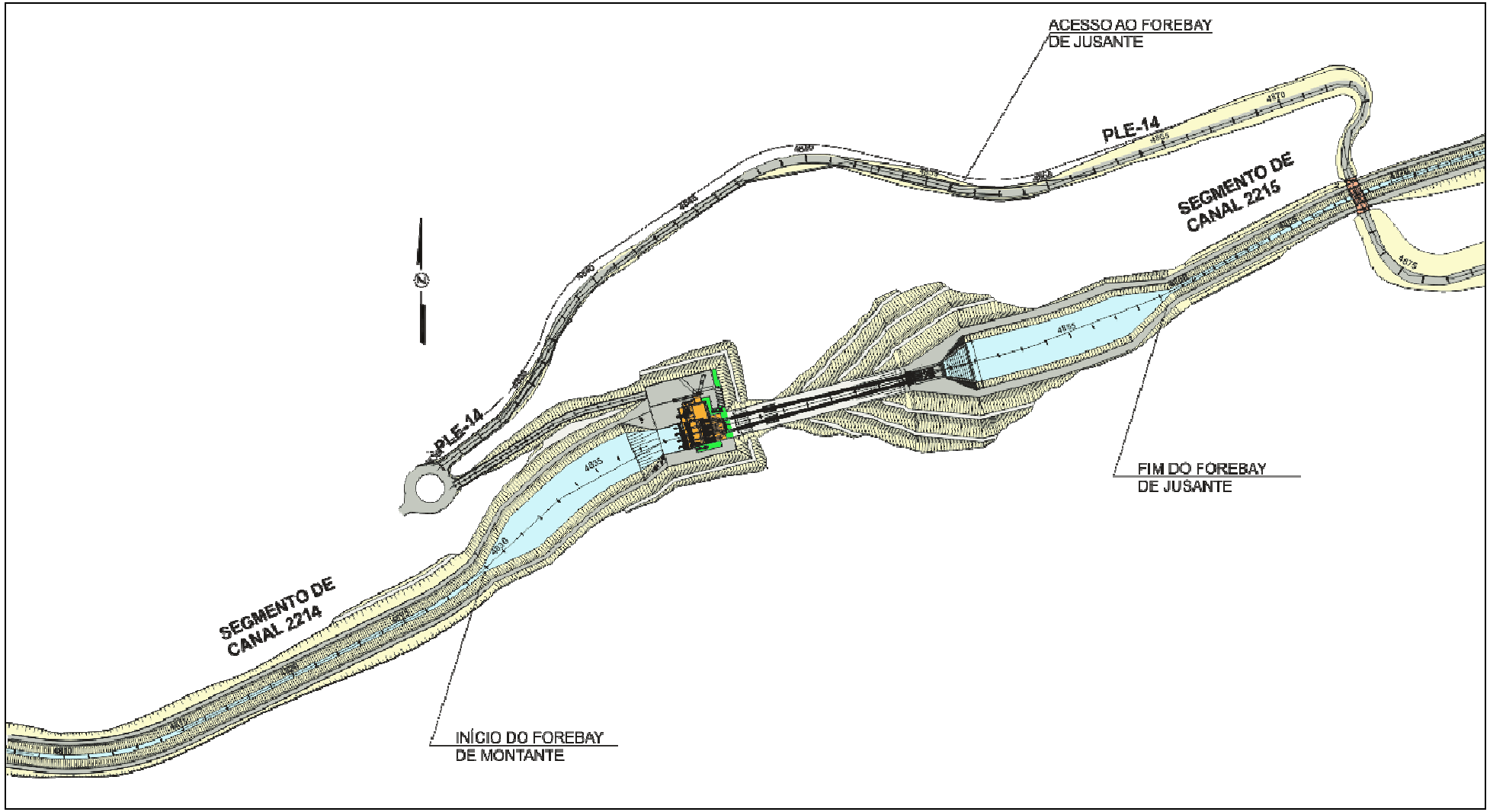


Figura 2.61 - Acesso à Estação de Bombeamento EBV - 4 - Lote 13



d) Os Posicionamentos dos Acessos às Estações de Bombeamento

O lado do acesso às estações de bombeamento, sempre à esquerda no sentido de montante para jusante, no caso das estações do Lote C, é um dos condicionantes do traçado da rede viária ao longo do sistema adutor. Os acessos às estações de bombeamento serão feitos em estradas especiais asfaltadas, projetadas pelo Exército.

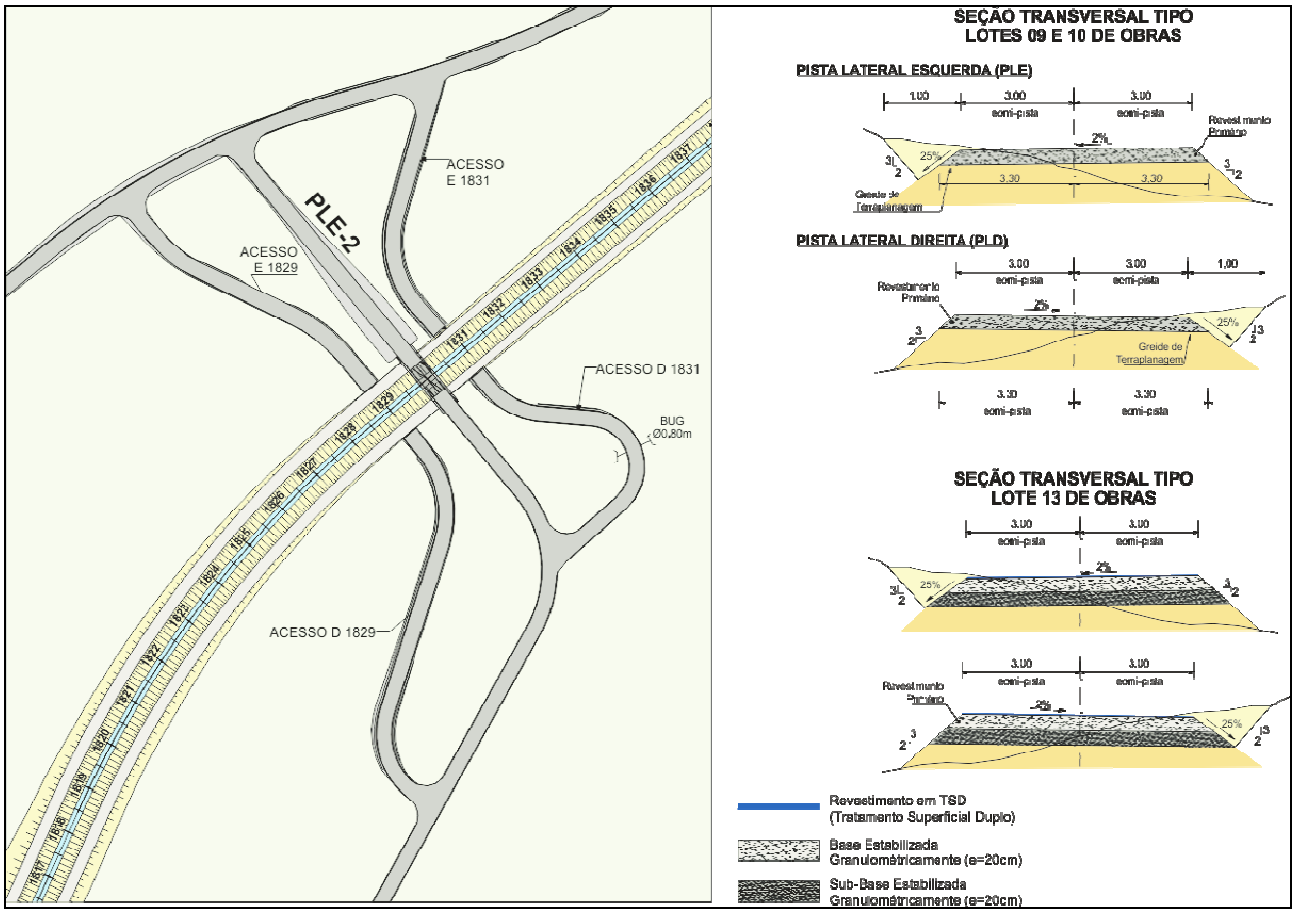
e) Os Posicionamentos dos Vertedouros e das Tomadas d'Água das Barragens

O traçado das estradas ao longo do sistema adutor e as derivações para acessos às obras dos vertedouros e tomadas d'água, foram condicionados pelos posicionamentos dessas obras em relação aos maciços das barragens. Nas barragens em que os vertedouros estão fora do maciço, optou-se pela continuidade do traçado pelas suas cristas.

2.11.1 Parâmetros, Critérios e Metodologia Utilizados

Sempre que as condições topográficas permitiram, as estradas foram projetadas com greide colado. As estradas têm 6,00m de largura, declividade transversal de 2% (com caimento para o lado esquerdo para as estradas locadas no lado esquerdo do canal e caimento para o lado direito nas estradas situadas a direita do canal) e pavimento com revestimento primário de 20cm de espessura conforme apresentado na **Figuras 2.62**.

Figura 2.62 - Pistas Laterais - Seção Tipo



2.11.2 Elementos de Projeto - Lote 09

2.11.1.1 Canal de Aproximação / Reservatório Areias

- **Via: PLD 1**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na altura do Canal de Aproximação e terminando no bordo da BR-316 e no início da PLD 2. Sua estaca inicial é 280+0,00, com azimute de 7º31´41" e coordenadas: N=9.030.129,6802 e E=569.693,3715 e termina na estaca 322+11,30. A extensão total é de 851,30m, com 347,31m (40,80%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 410,50m e o menor raio igual a 20,00m em um total de 4 curvas com sinuosidade de 4,70 curvas por quilômetro. Existem 391,30m em aclives ou declives, que correspondem a 45,96% da via, principalmente entre 2,00% e 3,50%, com 270,00m, ou seja, 31,72% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 4,00% em 28,41m de extensão. As curvas verticais têm um total de 460,00m (54,04%).

- **Via: PLD 2**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando no bordo da BR-316 e terminando na PLD 3. Sua estaca inicial é 319+0,00 (igual a estaca 322+11,30), com azimute de 21º09´53" e coordenadas: N=9.030.835,1174 e E=570.068,7442 e termina na estaca 653+0,36 (igual a estaca 653+10,00 da PLD3). A extensão total é de 6.680,36m, com 3.084,16m (46,17%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 763,97m e o menor raio igual a 20,00m em um total de 25 curvas com sinuosidade de 3,74 curvas por quilômetro. Existem 2.590,36m em aclives ou declives, que correspondem a 38,78% da via, principalmente entre 1,00% e 2,00%, com 985,00m, ou seja, 14,74% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 15,0714% em 1,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 4.090,00m (61,22%).

- **Via: PLD 3**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 2 e terminando na PLD 4. Sua estaca inicial é 653+10,00 (igual a estaca 653+0,36 da PLD 2), com azimute de 82º08´36" e coordenadas: N=9.035.398,1926 e E=574.044,6197 e termina na estaca 786+16,04 (igual a estaca 787+0,00 da PLD4). A extensão total é de 2.666,04m, com 661,47m (24,81%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 254,66m e o menor raio igual a 127,36m em um total de 5 curvas com sinuosidade de 1,88 curvas por quilômetro. Existem 1.146,04m em aclives ou declives, que correspondem a 42,99% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 685,00m, ou seja, 25,69% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 7,34% em 10,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 1.520,00m (57,01%).

- **Via: Acesso D1**

  Estrada que serve de acesso ao Forebay de Jusante da EBV 1 situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 1 e terminando no Forebay de Jusante da EBV 1. Sua estaca inicial é 297+0,00 (mesma estaca da PLD 1), com azimute de 297º38´52" e coordenadas: N=9.030.443,1442 e E=569.817,2708 e termina na estaca 314+14,97. A extensão total é de 354,97m, com 80,25m (22,61%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 214,88m e o menor raio igual a 12,69m em um total de 3 curvas com

sinuosidade de 8,45 curvas por quilômetro. Não existem curvas verticais nesta via que é constituída por uma única declividade longitudinal de 7,4945%.

2.11.1.2 Reservatório Areias / EBV-2

- **Via: PLD 4**

Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 3 e terminando na PLD 5. Sua estaca inicial é 787+0,00 (igual à estaca 786+16,04 da PLD 3), com azimute de 37º12´02" e coordenadas: N=9.036.299,0128 e E=576.352,6464 e termina na estaca 866+18,17 (mesma estaca da PLD 5). A extensão total é de 1.598,17m, com 688,18m (43,06%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 245,57m e o menor raio igual a 107,47m em um total de 6 curvas com sinuosidade de 4,11 curvas por quilômetro. Existem 598,17m em aclives ou declives, que correspondem a 37,43% da via, principalmente entre 2,00% e 3,50%, com 210,00m, ou seja, 13,14% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 8,1304% em 65,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 1.000,00m (62,57%).

2.11.1.3 EBV-2 / Reservatório Braúnas

- **Via: PLD 5**

Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 4 e terminando na PLD 7. Sua estaca inicial é 866+18,17 (mesma estaca da PLD 4), com azimute de 347º56´06" e coordenadas: N=9.037.103,9868 e E=577.583,1654 e termina na estaca 983+2,01 (igual a estaca 985+0,00 da PLD 7). A extensão total é de 2.323,84m, com 816,18m (35,12%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 429,73m e o menor raio igual a 143,27m em um total de 7 curvas com sinuosidade de 3,01 curvas por quilômetro. Existem 961,83m em aclives ou declives, que correspondem a 41,39% da via, principalmente entre 2,00% e 3,50%, com 540,00m, ou seja, 23,24% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 8,00% em 60,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 1.360,00m (58,52%).

- **Via: ACESSO AO FOREBAY DE JUSANTE DA EBV 2**

Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando na Rotatória de acesso a EBV 2 e terminando no Forebay de Jusante da EBV 2. Sua estaca inicial é 856+8,19, com azimute de 171º34´14" e coordenadas: N=9.036.939,0194 e E=577.420,7554 e termina na estaca 914+2,16. A extensão total é de 1.153,97m, com 436,07m(37,79%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 572,97m e o menor raio igual a 30,73m em um total de 5 curvas com sinuosidade de 4,33 curvas por quilômetro. Existem 603,95m em aclives ou declives, que correspondem a 52,34% da via, principalmente entre 5,00% e 8,00%, com 265,00m, ou seja, 22,96% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 7,083% em 5,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 550,00m (47,66%).

- **Via: PLD 6**

Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 5 e terminando no pátio de manobras da válvula difusora da barragem do reservatório Braúnas. Sua estaca inicial é 977+0,00 (mesma estaca da PLD 5), com azimute de 99º36´37" e coordenadas: N=9.038.267,0571 e E=578.693,0913 e termina na estaca 995+6,40. A extensão total

é de 366,40m, com 86,67m (23,65%) em duas curvas horizontais com raios de 107,47m e 214,88m. Existem 146,15m em aclives ou declives, que correspondem a 43,48% da via, principalmente entre 5,00% e 8,00%, com 100,00m, ou seja, 29,75% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 8,00% em 80,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 190,00m (56,52%).

- **Via: PLD 7**

  Estrada situada em parte do coroamento da barragem do reservatório Braúnas, iniciando na PLD 5 e terminando na PLD 8. Sua estaca inicial é 985+0,00 (igual à estaca 983+2,01), com azimute de 126º11´06" e coordenadas: N=9.038.338,6129 e E=578.791,9220 e termina na estaca 1.018+0,00 (mesma estaca da PLD 8). A extensão total é de 660,00m em tangente e em nível.

- **Via: PLD 8**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 7 e terminando na PLD 9. Sua estaca inicial é 1.018+0,00 (mesma estaca da PLD 7), com azimute de 192º20´36" e coordenadas: N=9.037.948,9516 e E=579.324,6171 e termina na estaca 1.126+17,71 (igual a estaca 1.065+0,00 da PLD 9). A extensão total é de 2.177,71m, com 866,82m (39,80%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 214,88m e o menor raio igual a 31,86m em um total de 8 curvas com sinuosidade de 3,67 curvas por quilômetro. Existem 977,71m em aclives ou declives, que correspondem a 44,90% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 347,71m, ou seja, 15,97% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 6,10% em 25,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 1.200,00m (55,10%).

2.11.1.4 Reservatório Braúnas / Reservatório Mandantes

- **Via: PLD 9**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 8 e terminando na PLD 10. Sua estaca inicial é 1.065+0,00 (igual a estaca 1.126+17,71 da PLD 8), com azimute de 12º09´59" e coordenadas: N= 9.039.241,6536 e E= 580.136,4693 e termina na estaca 1.627+15,79 (igual a estaca 1.620+0,00 da PLD 10), existindo uma igualdade de estaqueamento entre as estacas 1.249+19,86 = 1.250+0,00. A extensão total é de 11.255,65m, com 5.326,60m (47,32%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 937,54m e o menor raio igual a 50,58m em um total de 50 curvas com sinuosidade de 4,44 curvas por quilômetro. Existem 3.845,65m em aclives ou declives, que correspondem a 34,17% da via, principalmente entre 2,00% e 3,50%, com 805,00m, ou seja, 7,15% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 14,00% em 5,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 7.410,00m (65,83%).

- **Via: PLD 10**

  Estrada situada em parte do coroamento da barragem do reservatório Mandantes, iniciando na PLD 9 e terminando na PLD 11. A estaca inicial é 1.620+0,00 (igual à estaca 1.627+15,79 da PLD 9) com azimute de 108º02´50" e coordenadas: N=9.041.251,9840 e E=588.572,8092 e termina na estaca 1.686+0,00 (mesma estaca da PLD 11). A extensão total é de 1.320,00m em tangente e em nível.

- **Via: PLD 11**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 10 e terminando na PLD 12. Sua estaca inicial é 1.686+0,00, (mesma estaca da PLD 10) com azimute de 167º18´18" e coordenadas: N=9.040.843,0464 e E=589.827,8668 e termina na estaca 1.694+8,15 (igual à estaca 1.635+18,74 da PLD 12). A extensão total é de 168,15m, totalmente em tangente.

- **Via: PLD 12**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando no pátio de manobras da válvula difusora da barragem do reservatório Mandantes e terminando na PLD 13. Sua estaca inicial é 1.616+5,22, com azimute de 108º02´50" e coordenadas: N=9.040.875,6196 e E=589.551,2237 e termina na estaca 1.762+6,39 (igual à estaca 1.733+7,79 da PLD 13). A extensão total é de 2.921,17m, com 1.258,68m (43,06%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 214,88m e o menor raio igual a 68,77m em um total de 12 curvas com sinuosidade de 4,11 curvas por quilômetro. Existem 1.149,98m em aclives ou declives, que correspondem a 39,79% da via, principalmente entre 1,00% e 2,00%, com 430,00m, ou seja, 14,88% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 9,20% em 15,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 1.740,00m (60,21%).

2.11.1.5 Reservatório Mandantes / EBV-3

- **Via: PLD 13**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando nas proximidades do reservatório da barragem Mandantes e terminando na PLD 14. Sua estaca inicial é 1.730+0,00, com azimute de 63º33´49" e coordenadas: N=9.041.816,3196 e E=590.676,4679 e termina na estaca 1.779+0,34 (igual à estaca 1.778+16,46 da PLD 14). A extensão total é de 980,34m, com 114,68m (11,70%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 711,28m e o menor raio igual a 572,97m em 2 curvas com sinuosidade de 2,04 curvas por quilômetro. Existem 380,00m em aclives ou declives, que correspondem a 38,78% da via, principalmente entre 2,00% e 3,50%, com 150,00m, ou seja, 15,31% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 6,727% em 10,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 600,00m (61,22%).

2.11.1.6 EBV-3 / Reservatório Salgueiro

- **Via: PLD 14**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 13 e terminando na PLE 2, que coincide com ponte da estaca 1.825+0,00 do canal. Sua estaca inicial é 1.778+16,46 (igual à estaca 1.779+0,34 da PLD 13), com azimute de 62º12´06" e coordenadas: N=9.042.287,3205 e E=591.535,0399 e termina na estaca 1.834+3,67 (igual à estaca 1.830+0,00 da PLE 2). A extensão total é de 1.107,21m, com 301,23m(27,21%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 763,97m e o menor raio igual a 50,58m em um total de 3 curvas com sinuosidade de 2,71 curvas por quilômetro. Existem 540,00m em aclives ou declives, que correspondem a 48,93% da via, principalmente entre 2,00% e 3,50%, com 120,00m, ou seja, 10,87% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 12,00% em 140,00m de extensão. As

curvas verticais têm um total de 540,00m (48,93%), enquanto que 23,67m (2,14%) estão em nível.

- **Via: PLE 2**

  Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando na PLD 14, que coincide com a ponte da estaca 1.825+0,00 do canal e terminando na PLE 3. Sua estaca inicial é 1.830+0,00 (igual à estaca 1.834+3,67 da PLD 14), com azimute de 320º10´52" e coordenadas: N=9.043.218,4480 e E=592.000,7472 e termina na estaca 1.836+7,42 (igual à estaca 1.830+9,54 da PLE 3). A extensão total é de 127,42m totalmente em tangente. Existem 7,42m em aclives ou declives, que correspondem a 5,82% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 8,00% em 1,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 100,00m (78,48%) e em nível temos 20,00m (15,70%).

- **Via: PLE 3**

  Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando na Rotatória de Acesso a EBV 3 e terminando no pátio de manobras da válvula difusora da barragem do reservatório Salgueiro. Sua estaca inicial é 1.776+6,80, com azimute de 41º48´59" e coordenadas: N=9.042.482,2677 e E=591.481,0126 e termina na estaca 1.903+16,16. A extensão total é de 2.549,36m, com 1.123,78m (44,08%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 491,12m e o menor raio igual a 101,15m em um total de 9 curvas com sinuosidade de 3,53 curvas por quilômetro. Existem 1.248,20m em aclives ou declives, que correspondem a 49,55% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 330,00m, ou seja, 13,10% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 10,04% em 70,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 1.270,00m (54,79%), enquanto que em nível (i=0,0%) existem 0,77m (0,03%).

- **Via: PLE 4**

  Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando na PLE 3 e terminando na PLE 5. Sua estaca inicial é 1.888+0,00 (mesma estaca da PLE 3), com azimute de 78º54´46" e coordenadas: N=9.044.062,8801 e E=592.745,8285 e termina na estaca 1.892+0,48 (igual à estaca 1.897+0,00 da PLE 5). A extensão total é de 80,48m totalmente em tangente. Existem somente 0,48m em 8,055% de aclive que correspondem a 0,60% da via. As curvas verticais têm um total de 80,00m (99,40%).

- **Via: PLE 5**

  Estrada situada em parte do coroamento da barragem do reservatório Salgueiro, iniciando na PLE 4 e terminando na PLE 6. A estaca inicial é 1.897+0,00 (igual à estaca 1.892+0,48 da PLE 4) com azimute de 22º48´20" e coordenadas: N=9.044.078,3579 e E=592.824,8120 e termina na estaca 1.978+12,58 (igual à estaca 1.950+0,00 da PLE 6). A extensão total é de 1.632,58m em tangente e em nível.

- **Via: PLE 6**

  Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando PLE 5 e terminando na PLE 7. Sua estaca inicial é 1.950+0,00 (igual à estaca 1.978+12,58 da PLD 9), com azimute de 65º02´27" e coordenadas: N=9.045.515,9319 e E=593.536,3334 e termina na

estaca 1.952+2,31. A extensão total é de 42,31m totalmente em tangente. Os 42,31m desta via estão com 1,955% de aclive.

- **Via: ACESSO AO FOREBAY DE JUSANTE DA EBV 3**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 14 e terminando no Forebay de Jusante da EBV 3. Sua estaca inicial é 1.817+0,00 (mesma estaca da PLD 14), com azimute de 291º30´01" e coordenadas: N=9.042.920,8568 e E=591.935,7692 e termina na estaca 1.822+15,77. A extensão total é de 115,77m, com 89,32m (77,15%) em 2 curvas horizontais, cujo raio é comum e igual a 37,39m. O greide é constituído por uma única rampa igual a 4,714%.

2.11.1.7 Reservatório Salgueiro / Reservatório Muquém

- **Via: PLE 7**

  Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando na estrutura de controle de Salgueiro e terminando na ponte da estaca 2721+0,00 do canal. Sua estaca inicial é 1.945+0,00, com azimute de 36º27´47" e coordenadas: N=9.045.040,9314 e E=593.628,9406 e termina na estaca 2.727+13,08. A extensão total é de 15.653,08m, com 7.390,72m (47,22%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 1.145,93m e o menor raio igual a 47,77m em um total de 48 curvas com sinuosidade de 3,07 curvas por quilômetro. Existem 8.320,00m em aclives ou declives, que correspondem a 53,20% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 6.280,00m, ou seja, 40,16% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 6,538% em 50,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 7.310,00m (46,74%), enquanto que 8,08m (0,05%) estão em nível.

- **Via: PLD 16**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na ponte da estaca 2721+0,00 do canal e terminando na PLD 17, que coincide com o eixo da PE-360. Sua estaca inicial é 2.716+15,50, com azimute de 164º36´26" e coordenadas: N=9.052.690,2505 e E=603.106,8432 e termina na estaca 2.933+17,39. A extensão total é de 4.341,89m, com 1.989,08m (45,81%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 1.145,93m e o menor raio igual a 50,58m em um total de 16 curvas com sinuosidade de 3,69 curvas por quilômetro. Existem 1.752,39m em aclives ou declives, que correspondem a 40,55% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 782,39m, ou seja, 18,10% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 7,385% em 5,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 2.560,00m (59,23%), enquanto que 9,50m (0,22%) estão em nível.

- **Via: PLD 17**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 16, que coincide com o eixo da PE-360 e terminando na ponte da estaca 3254+18,52 do canal. Sua estaca inicial é 2.927+13,00, com azimute de 2º27´00" e coordenadas: N=9.054.292,9937 e E=606.413,7394 e termina na estaca 3.258+5,54. A extensão total é de 6.612,54m, com 2.983,65m (45,12%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 1.145,93m e o menor raio igual a 30,73m em um total de 25 curvas com sinuosidade de 3,78 curvas por quilômetro. Existem 2.817,00m em aclives ou declives, que correspondem a

42,73% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 1.962,00m, ou seja, 29,76% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 9,80% em 1,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 3.770,00m (57,19%), enquanto que 5,54m(0,08%) estão em nível.

- **Via: PLE 8**

Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando na ponte da estaca 3254+18,52 do canal e terminando no coroamento da barragem do reservatório Muquém. Sua estaca inicial é 3.253+4,19, com azimute de 90º48´24" e coordenadas: N=9.057.479,5328 e E=610.914,2680 e termina na estaca 3.447+6,82. A extensão total é de 3.882,63m, com 1.125,61m(28,99%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 2.291,84m e o menor raio igual a 31,86m em um total de 13 curvas com sinuosidade de 3,35 curvas por quilômetro. Existem 1.496,00m em aclives ou declives, que correspondem a 38,70% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 576,00m, ou seja, 14,90% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 8,20% em 1,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 2.360,00m (61,05%), enquanto que em nível existem 10,00m (0,26%).

- **Via: PLE 9**

Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando na PLE 8 e terminando na PLE 11.1. Sua estaca inicial é 3.445+0,00 (mesma estaca da PLE 8), com azimute de 8º18´38" e coordenadas: N=9.058.705,6828 e E=614.055,1768 e termina na estaca 3.527+0,57 (igual à estaca 3.570+6,92 da PLE 11.1). A extensão total é de 1.640,57m, com 308,16m (18,78%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 214,88m e o menor raio igual a 149,50m em um total de 3 curvas com sinuosidade de 1,83 curvas por quilômetro. Existem 880,57m em aclives ou declives, que correspondem a 53,67% da via, principalmente entre 2,00% e 3,50%, com 330,00m, ou seja, 20,11% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 5,036% em 80,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 760,00m (46,33%).

- **Via: PLE 10**

Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando na PLE 9 e terminando no pátio de manobras da válvula difusora da barragem do reservatório Muquém. Sua estaca inicial é 3.478+0,00 (mesma estaca da PLE 10), com azimute de 96º25´07" e coordenadas: N=9.059.132,7818 e E=614.514,4130 e termina na estaca 3.483+14,27. A extensão total é de 114,27m totalmente em tangente e com uma única declividade de -1,132%. Existem 60,00m (50,00%) em 1 aclive e 1 declive, com 1,508% e 50,00m e -0,75% e 10,00m, respectivamente, enquanto que 60,00m estão na única curva vertical do greide projetado desta via.

2.11.2 Elementos de Projeto - Lote 10

2.11.2.1 Reservatório Muquém / Aqueduto Jacaré

- **Via: PLE 11.1**

Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando nas proximidades da estrutura de controle do reservatório Muquém e terminando na berma de manutenção do canal (na altura da estaca 3.797). Sua estaca inicial é 3.531+10,00, com azimute de 3º49´13" e

coordenadas: N=9.058.728,1095 e E=615.301,8028 e termina na estaca 3.801+19,80. A extensão total é de 5.409,80m, com 1.645,71m (30,42%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 1.718,88m e o menor raio igual a 61,41m em um total de 17 curvas com sinuosidade de 3,14 curvas por quilômetro. Existem 1.904,80m em aclives ou declives, que correspondem a 35,21% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 839,80m, ou seja, 15,52% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 8,00% em 40,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 3.470,00m (64,14%), enquanto que 35,00m (0,65%) estão em nível.

- **Via: PLE 11.2**

  Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando na berma de manutenção do canal (na altura da estaca 3.816) e terminando nas proximidades do Aqueduto Jacaré. Sua estaca inicial é 3.817+12,24, com azimute de 37º07´29" e coordenadas: N=9.061.288,1436 e E=619.446,9649 e termina na estaca 4.039+9,86. A extensão total é de 4.437,62m, com 1.942,69m (43,78%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 1.375,11m e o menor raio igual a 71,63m em um total de 15 curvas perfazendo uma sinuosidade de 3,38 curvas por quilômetro. Existem 1.917,62m em aclives ou declives, que correspondem a 43,21% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 812,62m, ou seja, 18,31% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 5,571% em 60,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 2.520,00m (56,79%).

2.11.2.2 Aqueduto Jacaré / Reservatório Cacimba Nova

- **Via: PLE 12**

  Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando nas proximidades do Aqueduto Jacaré e terminando na PLE 13. Sua estaca inicial é 4.037+0,00, com azimute de 319º42´56" e coordenadas: N=9.065.281,0815 e E=619.559,8027 e termina na estaca 4.538+1,17 (igual à estaca 4.540+0,00 da PLE 13). A extensão total é de 10.021,17m, com 3.076,49m (30,70%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 982,23m e o menor raio igual a 78,14m em um total de 37 curvas perfazendo uma sinuosidade de 3,69 curvas por quilômetro. Existem 4.081,17m em aclives ou declives, que correspondem a 40,73% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 1.340,00m, ou seja, 13,37% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 11,00% em 5,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 5.940,00m (59,27%).

- **Via: PLE 13**

  Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando na PLE 12 e terminando no pátio de manobras da válvula difusora da barragem do reservatório Cacimba Nova. Sua estaca inicial é 4.540+0,00 (igual à estaca 4.538+1,17 da PLE 12), com azimute de 11º58´40" e coordenadas: N=9.072.962,5144 e E=623.633,9309 e termina na estaca 4.575+7,91. A extensão total é de 707,91m, com 464,18m (31,54%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 569,69m e o menor raio igual a 57,31m em um total de 5 curvas com sinuosidade de 7,06 curvas por quilômetro. Existem 345,00m em aclives ou declives, que correspondem a 50,92% da via, principalmente entre 5,00% e 8,00%, com 165,00m, ou seja, 24,35% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 8,00% em 50,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 330,00m (48,71%), enquanto que 2,54m (0,37%) estão em nível.

2.11.2.3 EBV-4 / Reservatório Bagres

- **Via: PLE 14**

  Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando na Rotatória de Acesso a EBV 4 e terminando na PLD 18, que coincide com a ponte da estaca 4.868+0,00 do canal. Sua estaca inicial é 4.832+2,08, com azimute de 52º02´30" e coordenadas: N=9.075.976,6600 e E=627.352,2158 e termina na estaca 4.878+3,94 (igual à estaca 4.871 + 7,88 da PLD 18). A extensão total é de 921,86m, com 290,74m (31,54%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 143,27m e o menor raio igual a 18,00m em um total de 7 curvas com sinuosidade de 7,59 curvas por quilômetro. Existem 437,92m em aclives ou declives, que correspondem a 47,50% da via, principalmente acima de 8,00%, com 305,00m, ou seja, 33,09% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 9,357% em 210,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 460,00m (49,90%), enquanto que 23,94m (2,60%) estão em nível.

- **Via: PLD 18**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLE 14, que coincide com a ponte da estaca 4.868+0,00 do canal e terminando na PLD 20. Sua estaca inicial é 4.871+7,88 (igual à estaca 4.878+3,94 da PLE 14), com azimute de 157º04´42" e coordenadas: N=9.076.197,0392 e E=628.096,1207 e termina na estaca 5.129+11,54. A extensão total é de 5.163,66m, com 1.649,23m (31,94%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 528,89m e o menor raio igual a 50,58m em um total de 21 curvas com sinuosidade de 4,07 curvas por quilômetro. Existem 2.261,50m em aclives ou declives, que correspondem a 43,80% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 1.160,00m, ou seja, 22,46% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 11,222% em 75,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 2.880,00m (55,77%), enquanto que 22,12m (0,43%) estão em nível.

- **Via: PLD 19**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 18 e terminando no pátio de manobras da válvula difusora da barragem do reservatório Bagres. Sua estaca inicial é 5.127+0,00, com azimute de 112º02´25" e coordenadas: N=9.078.062,3281 e E=632.382,5778 e termina na estaca 5.132+19,30. A extensão total desta via é de 119,30m, totalmente em tangente. Existe uma declividade de -11,844% com extensão de 20,00m e extensões de 60,00m e 2,45m, em curvas verticais e em nível, respectivamente.

- **Via: PLD 20**

  Estrada situada em parte do coroamento da barragem do reservatório Bagres, no lado direito do reservatório de Bagres e no dique do reservatório Bagres, iniciando na PLD 18 e terminando na PLD 21. Sua estaca inicial é 5.130+0,00 (igual à estaca 5.129+11,54 da PLD 18), com azimute de 112º05´14" e coordenadas: N=9.078.086,6013 e E=632.428,0515 e termina na estaca 5.242+15,56 (igual à estaca 5.245+0,00 da PLD 21). A extensão total é de 2.255,56m, com 480,57m (21,31%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 214,88m e o menor raio igual a 30,00m em um total de 4 curvas perfazendo uma sinuosidade de 1,77 curvas por quilômetro. Existem 310,00m em aclives ou declives, que correspondem a 13,75% da via,

principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 180,00m, ou seja, 7,98% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 2,60% em 40,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 380,00m (16,85%), enquanto que o trecho em nível tem extensão de 1.565,00m (69,40%).

- **Via: ACESSO AO FOREBAY DE JUSANTE DA EBV 4**

  Estrada situada no lado esquerdo do canal, iniciando na PLE 14 e terminando no Forebay de Jusante da EBV 4. Sua estaca inicial é 0+0,00 (igual à estaca 4.867+0,00 da PLE 14), com azimute de 180º46´10" e coordenadas: N=9.076.251,0995 e E=627.976,7421 e termina na estaca 11+6,74. A extensão total é de 226,74m, com 57,86m (25,52%). O greide tem 146,74m (64,72%) em aclives e declives cuja maior declividade é de 6,824% em 130,00m. As curvas verticais tem um total de 80,00m (35,28%).

2.11.2.4 Reservatório Bagres / Aqueduto Caetitu

- **Via: PLD 21**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 20 e terminando nas proximidades do Aqueduto Caetitu. Sua estaca inicial é 5.245+0,00 (igual à estaca 5.242+15,56 da PLD 20), com azimute de 39º45´48" e coordenadas: N=9.078.858,1355 e E=634.186,7878 e termina na estaca 5.767+16,65. A extensão total é de 10.456,65m, com 3.757,96m (35,94%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 1.145,93m e o menor raio igual a 143,27m em um total de 40 curvas perfazendo uma sinuosidade de 3,83 curvas por quilômetro. Existem 4.314,00m em aclives ou declives, que correspondem a 41,27% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 1.605,00m, ou seja, 15,35% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 8,25% em 15,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 6.140,00m (58,73%).

2.11.2.5 Aqueduto Caetitu / Reservatório Copiti

- **Via: PLD 22**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando nas proximidades do Aqueduto Caetitu e terminando no coroamento da barragem do reservatório Copiti. Sua estaca inicial é 5.750+0,00, com azimute de 80º42´45" e coordenadas: N=9.086.701,7143 e E=639.355,7228 e termina na estaca 5.866+16,71. A extensão total é de 2.336,71m, com 742,60m (31,78%) em curvas horizontais, onde o maior raio tem 644,60m e o menor raio igual a 163,73m em um total de 10 curvas perfazendo uma sinuosidade de 4,28 curvas por quilômetro. Existem 1.076,71m em aclives ou declives, que correspondem a 46,08% da via, principalmente entre 2,00% e 3,50%, com 350,00m, ou seja, 14,98% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 7,313% em 40,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 1.260,00m (53,92%).

- **Via: PLD 23**

  Estrada situada no lado direito do canal, iniciando na PLD 22 e terminando no pátio de manobras da válvula difusora da barragem do reservatório Copiti. Sua estaca inicial é 5.861+0,00 (mesma estaca da PLD 22), com azimute de 121º33´19" e coordenadas: N=9.086.960,0358 e E=641.475,8938 e termina na estaca 5.888+6,51. A extensão

total é de 546,51m com uma única curva de raio igual a 2.291,84m. Existem 259,47m em aclives ou declives, que correspondem a 44,78% da via, principalmente entre 0,00% e 1,00%, com 104,47m, ou seja, 18,03% da via, cuja declividade longitudinal máxima encontrada é de 7,184% em 15,00m de extensão. As curvas verticais têm um total de 320,00m (55,22%).

Dentro do escopo do Sistema Viário foram desenvolvidos os projetos geométricos dos acessos às pontes, que serão implantadas para permitir a travessia do canal em locais determinados já no Projeto Básico e ajustados neste Projeto Executivo, e que são a seguir listados:

- Ponte 2506 - estaca 545+45,37;
- Ponte 2507 - estaca 1306+8,28;
- Ponte 2508 - estaca 1596+5,30;
- Ponte 2509 - estaca 1825;
- Ponte 2510 - estaca 2362;
- Ponte 2511 – estaca 2721;
- Ponte 2512 - estaca 2929+14,00;
- Ponte 2513 - estaca 3254+18,52;
- Ponte 2514 - estaca 3696;
- Ponte 2515 - estaca 3980;
- Ponte 2516 - estaca 4534+15,57;
- Ponte 2517 - estaca 4868; e,
- Ponte 2518 - estaca 5725+10,00.

Como essas pontes, que serão implantadas, ocasionarão a interrupção do tráfego nas bermas de manutenção para os veículos com altura superior a 1,50m, foram realizados os projetos geométricos da ligação destas pontes as bermas de manutenção (ver **Figura 2.62**), que permitirão o desvio do tráfego nestes locais, a ligação com as pistas laterais projetadas, e também, a travessia sobre o canal nestas pontes.

Ainda foram desenvolvidos os projetos geométricos, com Locação e Plano cotado para os acessos e entornos das Estruturas de Controle, que serão implantados nos seguintes reservatórios: Areias, Braúnas, Salgueiro, Muquém e Bagres.

Nos locais onde o canal intercepta a BR-316 e a PE-360 foram desenvolvidos os projetos de desvio provisório para implantação de um aqueduto sobre a BR-316 e implantação da ponte sobre a PE-360, cujo greide também foi desenvolvido para compatibilizar o greide atual da rodovia com as cotas previstas para a ponte projetada.

2.11.3 Elementos de Projeto - Lote 13

No caso dos acessos às estações de bombeamento, as estradas serão asfaltadas e seus projetos, desenvolvidos pelo Exército, se adequarão e ligarão ao traçado deste Projeto Executivo, através de interseções, tipo rotatória, projetadas através de locação e plano cotado, para especificamente ligar as pistas laterais projetadas, os acessos as EBV-2, EBV-3 e EBV-4 e as estradas projetadas pelo Exército. As **Figuras 2.58 a 2.61**, apresentadas anteriormente, mostram os diagramas esquemáticos deste Lote 13 de obras, contemplando os acessos as EBV-1, EBV-2, EBV-3 e EBV-4, enquanto que a **Figura 2.62** mostra a seção transversal tipo destes acessos. A estação de bombeamento EBV-1 será acessada através da berma de manutenção esquerda do canal de aproximação.

Para os acessos as EBV-2, EBV-3 e EBV-4, a partir das rotatórias, foram projetadas estruturas de pavimento constituída por sub-base estabilizada granulometricamente com espessura de 0,15m, base estabilizada granulometricamente com 0,15m de espessura e revestimento em tratamento superficial duplo (TSD). Tais estruturas de pavimento será também utilizada no pátio de manobras das EBVs. Os serviços de sub-base, base e TSD, deverão seguir o que é preconizado nas normas de serviço do DNIT.

No caso da EBV-1 a estrutura do pavimento se aplicará somente ao pátio de manobras desta EB, pois o acesso a mesma se dará pela berma de manutenção esquerda do canal de aproximação.

2.12 OBRAS COMPLEMENTARES

As estruturas dispostas ao longo do desenvolvimento do Eixo Leste no trecho de obras correspondente ao Lote C de Projeto Executivo, denominadas de Obras Complementares, são as Estruturas de Controle e as Tomadas D'Água de Uso Difuso. As Estruturas de Controle estão situadas nos pontos compreendidos pelas bordas dos reservatórios e início dos segmentos de canais. As Tomadas d´Água de Uso Difuso estarão assentadas em flutuantes sobre os espelhos d'água dos reservatórios e de diversos pontos ao longo dos segmentos de canais.

2.12.1 Estruturas de Controle

As estruturas de controle têm por finalidade conter e liberar para os segmentos de canais a jusante o volume d'água nos reservatórios de forma controlada constituindo, dessa forma, obras essenciais à operação do sistema adutor.

Os reservatórios do Lote C que possuem estruturas de controle no início dos segmentos de canais a jusante, são: Areias, Braúnas, Salgueiro, Muquém, Bagres e Copiti. Não têm estruturas de controle os reservatórios das barragens Mandantes e Cacimba Nova. A estrutura de controle da barragem Copiti está incluída no lote D de projeto executivo.

As tomadas d'água nos reservatórios à montante e a saída das vazões para os segmentos de canais a jusante, são feitas através de transições das seções retangulares

para seções trapezoidais. Os cruzamentos da rede viária são feitos utilizando-se as lajes-ponte que servem para o acionamento e manutenção das comportas ensecadeiras das estruturas.

Todas as estruturas de controle de superfície são dotadas de dois vãos, sendo cada um equipado com uma comporta do tipo segmento, sendo as mesmas dimensionadas para operar abrindo ou cortando o fluxo correspondente à vazão máxima de 14 m³/seg.

O acionamento de cada comporta é efetuado por dois servomotores de simples efeito, comandados por uma central óleo-hidráulica, única para as duas comportas.

A central hidráulica, única para as duas comportas, é composta de 02 (dois) grupos moto-bombas que, atuando em conjunto, provocam a abertura da comporta com a velocidade especificada. Em caso de falha de um grupo moto-bomba, o outro garante a subida da comporta com metade da velocidade nominal. O sistema de bombeamento movimenta uma comporta de cada vez.

A central óleo-hidráulica é constituída dos seguintes equipamentos principais:

- Dois grupos moto-bombas, constituídos de motores elétricos e bombas autoescorvantes;
- Manômetros;
- Bomba manual;
- Sistema elétrico de comando, controle, proteção e sinalização;
- Distribuidor de comando da válvula de descida, com respectivo comando manual;
- Tubulações, válvulas e demais acessórios de segurança e retenção do circuito óleo - hidráulico;
- Tanque de óleo.

A estrutura da comporta é de construção soldada em aço estrutural, ASTM A 36, constituída de tabuleiro, chapa de face curva, suportada por uma série de reforços horizontais e vigas verticais, que descarregam em vigas horizontais, que se apoiam nos braços, transmitindo às articulações todas as solicitações resultantes dos esforços hidráulicos e de manobra.

Na **Tabela 2.90** estão apresentadas as características principais das comportas de segmento de superfície.

Tabela 2.90 - Características das Comportas Segmento de Superfície

ITENS	UND.	AREIAS	BRAÚNAS	SALGUEIRO	MUQUÉM	BAGRES
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (TAG)		2255-COSG-001	2256-COSG-001	2257-COSG-001	2258-COSG-001	2259-COSG-001
QUANTIDADE DE COMPORTAS		2	2	2	2	2
VÃO LIVRE	m	3	3	3	3	3
ALTURA DO PARAMENTO NA VERTICAL	m	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20
RAIO EXTERNO DA COMPORTA	m	7	7	7	7	7
ELEVAÇÃO DO EIXO DO MANCAL PRINCIPAL DA COMPORTA	m	362,46	402,01	460,56	457,51	510,66
ELEVAÇÃO DO EIXO DO MANCAL SUPERIOR DO SERVOMOTOR	m	363,71	403,26	461,81	458,76	511,91
ELEVAÇÃO DA SOLEIRA	m	358,06	397,61	456,16	453,11	506,26
ELEVAÇÃO DA BERMA DE MONTANTE	m	362,21	401,76	460,31	457,82	510,41
NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO MAXIMORUM DE MONTANTE	m	361,60	401,14	459,60	457,21	509,51
VAZÃO MÁXIMA DE (1) UMA ABERTURA	m^3/s	14	14	14	14	14

2.12.1.1 Comportas Ensecadeiras

As comportas ensecadeiras têm como função vedar e permitir o esgotamento do recinto da comporta de segmento, possibilitando a inspeção geral e a manutenção da estrutura e equipamentos.

As comportas ensecadeiras de montante e de jusante estão divididas, cada uma, em três painéis de mesmas dimensões.

As comportas ensecadeiras são metálicas, em aço carbono ASTM A 36, de construção soldada, com paramento e plano de vedação voltado para o lado contrário da água retida. Serão guiados por sapatas-guia instaladas nas cabeceiras e são manobrados isoladamente, em meio equilibrado, com auxílio de viga pescadora e guindaste móvel.

Na **Tabela 2.91** estão apresentadas as características principais das comportas ensecadeiras.

Tabela 2.91 - Características das Comportas Ensecadeiras

ITENS	UND.	AREIAS	BRAÚNAS	SALGUEIRO	MUQUEM	BAGRES
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (TAG)		2255-COES-001	2256-COES-001	2257-COES-001	2258-COES-001	2259-COES-001
VÃO LIVRE	m	3	3	3	3	3
QUANTIDADE DE PAINÉIS POR COMPORTA - MONTANTE		3	3	3	3	3
ALTURA DE VEDAÇÃO	m	1470	1470	1470	1470	1470
LARGURA ENTRE APOIOS DAS CABECEIRAS	m	3200	3200	3200	3200	3200
ELEVAÇÃO DA SOLEIRA - MONTANTE	m	358,06	397,61	456,16	453,11	506,10
ELEVAÇÃO DO COROAMENTO - MONTANTE	m	358,06	397,61	456,16	453,11	506,26
NÍVEL D'ÁGUA MÁXIMO MAXIMORUM - MONTANTE	m	361,60	401,14	459,60	457,21	509,51
QUANTIDADE DE PAINÉIS POR COMPORTA - JUSANTE		3	3	3	3	3
ALTURA DE VEDAÇÃO	m	1100	1100	1100	1100	1100
LARGURA ENTRE APOIOS DAS CABECEIRAS	m	3200	3200	3200	3200	3200
ELEVAÇÃO DA SOLEIRA - JUSANTE	m	358,06	397,61	456,16	453,11	506,10
ELEVAÇÃO DO COROAMENTO - JUSANTE	m	362,21	401,76	460,31	456,79	509,91
NÍVEL D'ÁGUA NORMAL-JUSANTE	m	361,32	400,82	459,36	456,30	509,42
QUANTIDADE DE VIGAS PESCADORAS POR EC		1	1	1	1	1

2.12.1.2 Viga Pescadora

A viga pescadora é constituída de uma estrutura principal com vigas de construção soldada em aço estrutural ASTM A 36, dotada de ganchos, sistema de tirantes de acionamento dos ganchos e rodas de guias laterais.

Uma única viga pescadora aciona as comportas ensecadeiras de montante e de jusante para cada estrutura de controle.

Na **Tabela 2.92** estão apresentadas as larguras entre rodas de guias laterais das vigas pescadoras.

Tabela 2.92 – Características das Vigas Pescadoras

ITENS	UND.	AREIAS	BRAÚNAS	SALGUEIRO	MUQUEM	BAGRES
IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO (TAG)		2255-VGPE-001	2256-VGPE-001	2257-VGPE-001	2258-VGPE-001	2259-VGPE-001
LARGURA ENTRE RODAS DE GUIA LATERAIS	m	3,37	3,37	3,37	3,37	3,37

2.12.1.3 Componentes Elétricos

2.12.1.3.1 Subestação

Foram projetadas pequenas subestações de 13800/380V, com transformadores de distribuição de 13800-380/220V. Esses transformadores farão as alimentações dos equipamentos através dos quadros de distribuição de corrente alternada.

O suprimento de energia das subestações será feito por linhas de distribuição de 13,8kV alimentadas a partir das subestações de 230kV localizadas nas estações de bombeamento. Em cada estrutura de controle será instalado um transformador de distribuição de relação.

2.12.1.3.2 Sistemas de Aterramento

As malhas de terra das estruturas de controle estão projetadas com oito hastes de terra interligadas com condutores de 35mm^2 para garantir uma resistência de aterramento que varia entre 10 e 15Ω.

2.12.1.3.3 Sistemas dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada

Os serviços auxiliares de corrente alternada são constituídos de uma fonte de energia alimentada por uma linha de distribuição de 13,8kV, que por sua vez recebe energia a partir das subestações de 230kV localizadas nas estações de bombeamento.

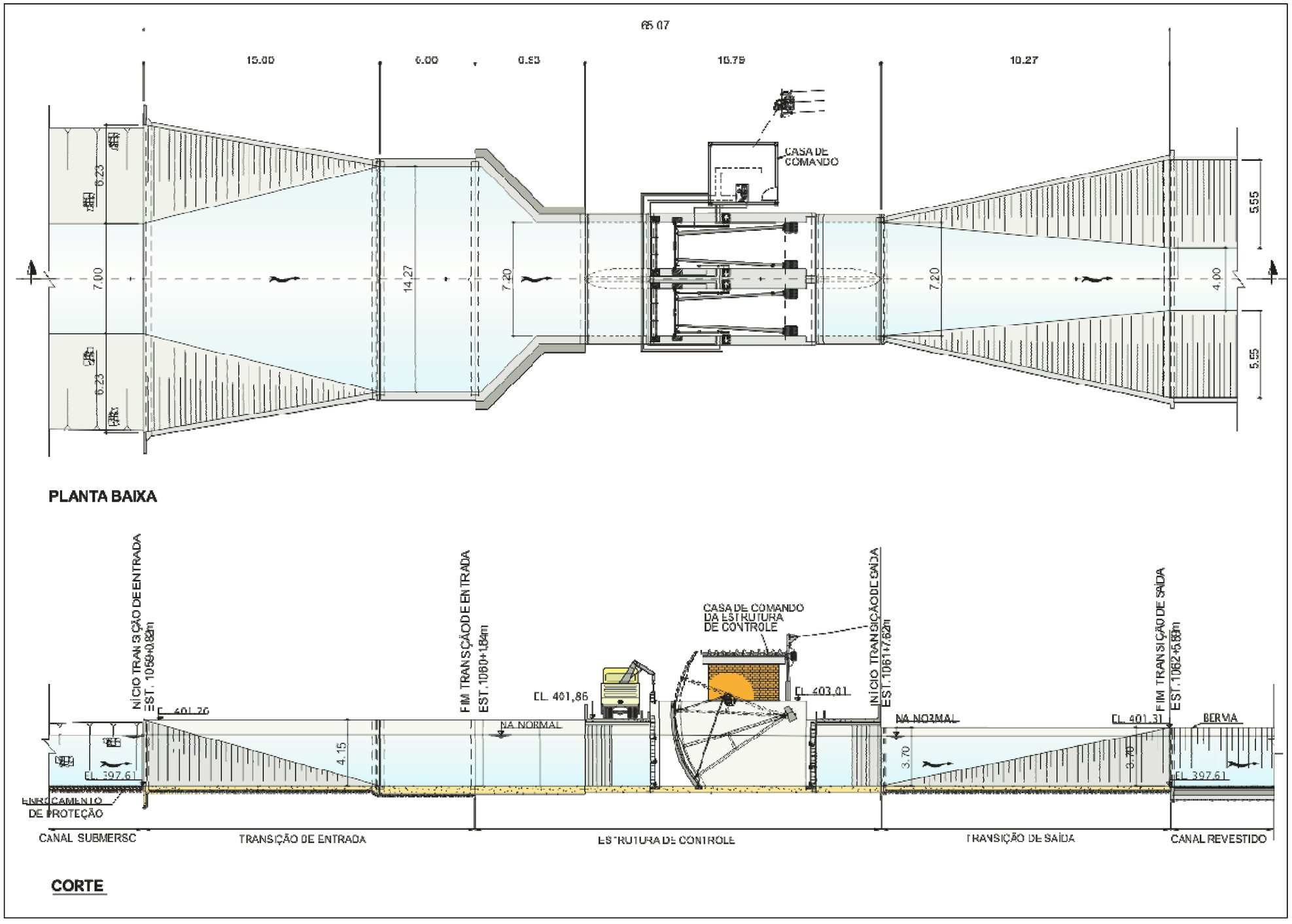
Essa linha alimenta os transformadores de relação 13800-380/220V. Os secundários desses transformadores alimentam uma barra de 380V no quadro QDCA através de um disjuntor motorizado.

O quadro QDCA é constituído de 15 alimentadores, com disjuntores de caixa moldada para alimentar a unidade hidráulica, quadro de iluminação e força (QDIF), ar condicionado, painel de telecomunicação, unidade de aquisição de dados (UAC), dois medidores de vazão, medidor de nível e está equipado com sete alimentadores reserva. Os comandos, controles, medições e supervisões serão feitos no Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) através da UAC.

Na **Figura 2.63** estão apresentados os desenhos esquemáticos do arranjo e corte longitudinal das estruturas de controle.

No documento **1230-REL-2250-00-00-001 - Relatório Final dos Projetos Executivos das Obras Complementares** estão apresentados os projetos executivos dessas estruturas.

Figura 2.63 - Desenho Esquemático da Estrutura de Controle



2.12.2Tomadas D'Água de Uso Difuso

As tomadas d'água de uso difuso são estruturas flutuantes assentadas sobre os espelhos d'água dos reservatórios e canais, projetadas para atendimento às demandas de consumo humano e suprimento de água às pequenas áreas irrigadas existentes ao longo do desenvolvimento do sistema adutor.

As tomadas d'água serão instaladas após a conclusão definitiva das obras e a entrada em operação do sistema adutor. As localidades a serem atendidas com oferta de água para consumo humano e suas respectivas demandas, foram levantadas pelo DNOCS. As manchas de terra para irrigação e suas demandas ainda não foram identificadas e levantadas pelo Ministério.

Dessa forma, os projetos das tomadas d'água de uso difuso só terão seus dados definitivos de localização, vazão, altura manométrica e potência instalada, quando, efetivamente, todas as demandas estiverem plenamente levantadas e localizadas e seus projetos executivos elaborados.

Uma vez levantados todos os dados básicos citados acima, a definição dos projetos das tomadas d'água de uso difuso deverão levar em consideração os seguintes fatores condicionantes das suas concepções:

- O atendimento a uma demanda individual ou conjunta (duas ou mais localidades de abastecimento humano e/ou irrigação) em um único projeto de captação no canal e adução à(s) localidade(s);

- A localização da tomada d'água de uso difuso, considerando o nível de água no canal nas paradas prolongadas do sistema de adução; as condições topográficas de saída e desenvolvimento das adutoras às localidades; as condições de acesso aos componentes da tomada d'água e o posicionamento das tomadas em relação à linha de alimentação elétrica de 13,8 kV desenvolvida ao longo do sistema;

- A compatibilização entre a operação do sistema adutor principal do PISF e a operação da(s) tomada(s) d'água de uso difuso.

No documento **1230-REL-2250-00-00-001 - Relatório Final dos Projetos Executivos das Obras Complementares** estão apresentados os projetos executivos dessas estruturas.

2.12.2.1 Concepção dos Projetos

A partir das condicionantes de definição dos projetos das tomadas d'água descritos anteriormente, projetou-se tomadas d'água tipo de uso difuso para três situações:

- Tomadas D'água Tipo para a situação do canal em aterro;

- Tomadas D'água Tipo para a situação do canal em corte;

- Tomadas D'água Tipo para a situação da cota da berma do canal coincidido com a cota do terreno natural.

As tomadas d'água foram projetadas com captação no canal através de bomba centrífuga montada em base flutuante e ancorada dos dois lados do canal por cabos de aço com comprimentos que permite o movimento vertical do conjunto nas variações de nível do canal.

Alguns tubos apresentam comprimento variável, pois dependem da locação final do sistema. Da mesma maneira o diâmetro do tubo na saída da bomba e o diâmetro da redução concêntrica vão depender das especificações do fabricante quando o equipamento for adquirido. O diâmetro das válvulas controladoras de bombas deverá ser indicado pelo fabricante para cada caso específico de modo a operarem sem cavitações.

Nas **Figuras 2.64 a 2.66** estão apresentados os desenhos esquemáticos dos três tipos de tomadas d'água projetados.

2.12.2.2 Componentes Elétricos

2.12.2.2.1 Subestação

Foram projetadas pequenas subestações de 13800/380V, com transformadores de distribuição de 13800-380/22V. Esses transformadores vão fazer as alimentações dos equipamentos através dos quadros de distribuição de corrente alternada.

O suprimento de energia das subestações será feito por linhas de distribuição de 13,8kV alimentadas a partir das subestações de 230kV localizadas nas estações de bombeamento. Em cada estrutura de controle será instalado um transformador de distribuição de relação.

2.12.2.2.2 Sistemas de Aterramento

As malhas de terra estão projetadas com oito hastes de terra interligadas com condutores de 35mm^2 para garantir uma resistência de aterramento que varia entre 10 e 15 Ω.

2.12.2.2.3 Sistemas dos Serviços Auxiliares de Corrente Alternada

Os serviços auxiliares de corrente alternada são constituídos de uma fonte de energia alimentada por uma linha de distribuição de 13,8kV, que por sua vez transmite energia a partir das subestações de 230kV localizadas nas estações de bombeamento.

Essa linha alimenta os transformadores de 13800-380/220V. O secundário desse transformador alimenta uma barra de 380V no quadro QDCA através de um disjuntor motorizado.

O quadro QDCA é constituído de 12 alimentadores sendo que o circuito de alimentação da bomba tem um demarrador para permitir o comando à distância de ligar e desligar a bomba, bem como outros circuitos com disjuntores de caixa moldada para alimentar outras cargas como ar condicionado, painel de telecomunicação e unidade de aquisição de dados (UAC). Os comandos, controles, medições e supervisões serão feitos pelo Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC) através da UAC.

2.12.2.3 Características das Tomadas d'Água de Uso Difuso – Lote 09 de Obras

No Lote 09 de Obras está prevista a implantação de 04 TUD relacionadas a seguir:

2.12.2.3.1 TUD WBS 22A0

- Localidades abastecidas: Papagaio – Floresta-PE
- Captação: Segmento de canal 2208 – Seção em nível
- Vazão (l/s): 0,77
- Altura manométrica (mca): 56,00

2.12.2.3.2 TUD WBS 2272

- Localidades abastecidas: Lagoinha e Roça Velha – Floresta-PE
- Captação: Segmento de canal 2208 – Seção em corte
- Vazão (l/s): 1,73
- Altura manométrica (mca): 10,05

2.12.2.3.3 TUD WBS 22A1

- Localidades abastecidas: Caraíbas – Floresta-PE
- Captação: Segmento de canal 2209 – Seção em corte
- Vazão (l/s): 1,02
- Altura manométrica (mca): 118,30

2.12.2.3.4 TUD WBS 2273

- Localidades abastecidas: Tabuleiro dos Porcos – Floresta-PE
- Captação: Segmento de canal 2211 – Seção em corte
- Vazão (l/s): 1,73
- Altura manométrica (mca): 31,35

2.12.2.4 Características das Tomadas d'Água de Uso Difuso – Lote 10 de Obras

No Lote 10 de Obras está prevista a implantação de 05 TUD relacionadas a seguir:

2.12.2.4.1 TUD WBS 2274

- Localidades abastecidas: Volta, Serra Branca e Cacimbinha – Betânia-PE
- Captação: Segmento de canal 2213 – Seção em nível

- Vazão (l/s): 2,30
- Altura manométrica (mca): 28,93

2.12.2.4.2 TUD WBS 2275

- Localidades abastecidas: Cachoeirinha e Pau Ferro – Betânia-PE
- Captação: Reservatório Cacimba Nova
- Vazão (l/s): 0,96
- Altura manométrica (mca): 34,22

2.12.2.4.3 TUD WBS 2276

- Localidades abastecidas: Riacho do Mel – Custódia-PE
- Captação: Segmento de canal 221 – Seção em corte
- Vazão (l/s): 0,96
- Altura manométrica (mca): 37,98

2.12.2.4.4 TUD WBS 2277

- Localidades abastecidas: Caiçara, Salgado e Samambaia – Custódia-PE
- Captação: Segmento de canal 2216 – Seção em aterro
- Vazão (l/s): 4,41
- Altura manométrica (mca): 16,57

2.12.2.4.5 TUD WBS 2278

- Localidades abastecidas: Fazenda Nova e Cacimbinha de Baixo – Custódia-PE
- Captação: Segmento de canal 2216 – Seção em aterro
- Vazão (l/s): 1,28
- Altura manométrica (mca): 54,95

Figura 2.64 - Desenho Esquemático da Tomada d'Água de Uso Difuso - Canal em Aterro

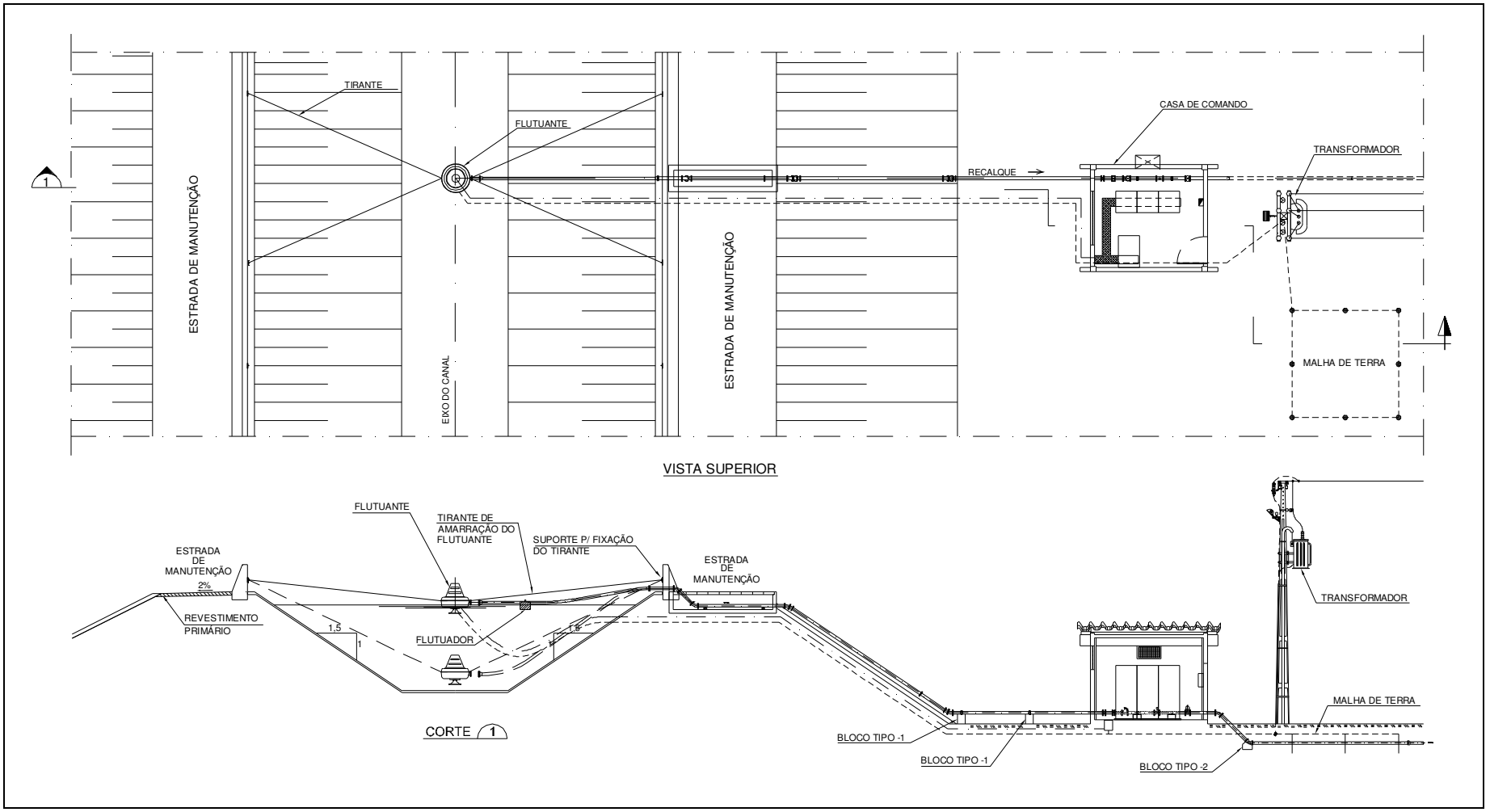


Figura 2.65 - Desenho Esquemático da Tomada d'Água de Uso Difuso - Canal em Corte

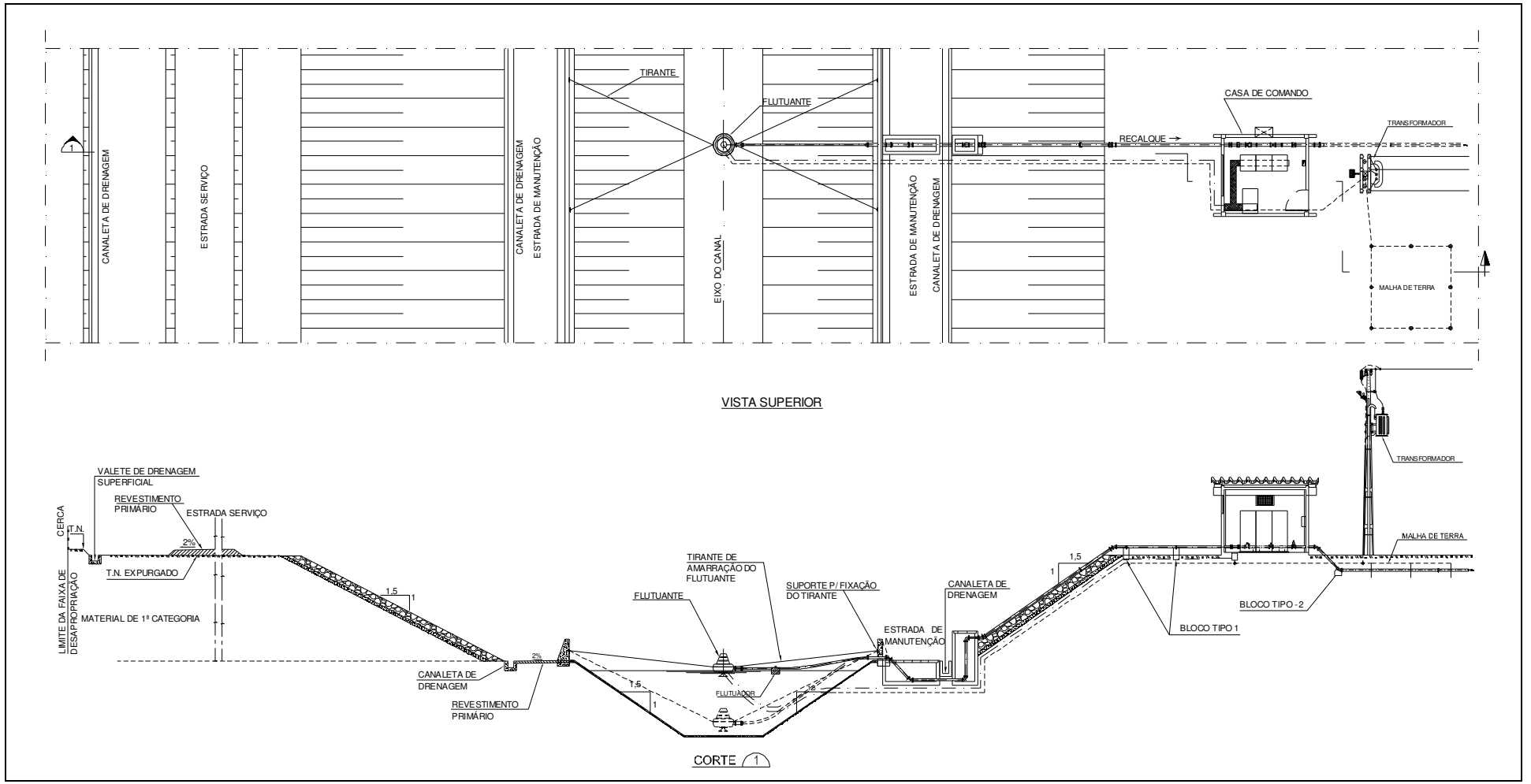
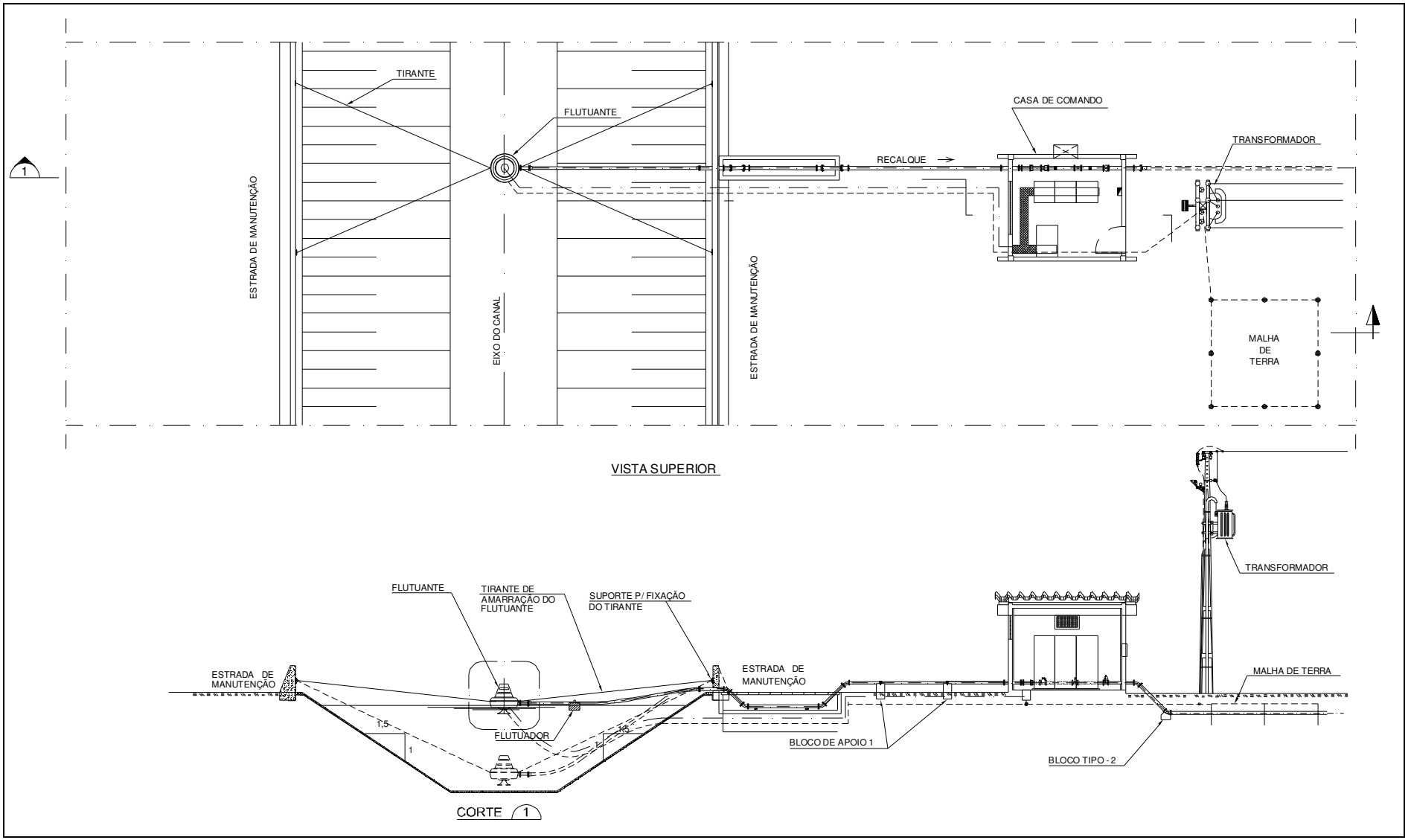


Figura 2.66 - Desenho Esquemático da Tomada d'Água de Uso Difuso - Canal em Nível



3. Adequações e Alterações ao Projeto Básico

3 ADEQUAÇÕES E ALTERAÇÕES AO PROJETO BÁSICO

3.11 SEGMENTOS DE CANAIS

Na fase de elaboração do projeto executivo dos canais de adução do Lote C, duas alterações foram realizadas mediante orientação do Ministério da Integração Nacional, quais sejam:

- As larguras das bermas dos canais de 3,5m (previstas no Projeto Básico) passou para 4,0m nos trechos em aterro. Quando desenvolvidas em corte, a largura passou a ser de 4,0m somente nos trechos onde existem muretas, permanecendo os 3,5m previsto no Projeto Básico quando os trechos em corte não são providos dessas obras de proteção. A alteração teve o objetivo de possibilitar melhores condições de tráfego nas bermas, principalmente por veículos pesados, nas operações de manutenção dos canais.

- Adoção de estrada lateral de um só lado ao longo do desenvolvimento dos canais. Dessa forma os acessos às bermas estradas do lado oposto à estrada será feita somente através das pontes de cruzamento dos canais.

Duas pequenas adequações de projeto foram realizadas podendo, pelas suas naturezas e dimensões, ser consideradas normais entre as duas fases de detalhamento:

- Nas desembocaduras dos canais nos reservatórios Braúnas, Salgueiro e Cacimba Nova foram realizados ajustes de traçado com o objetivo de evitar interferências das descargas nos maciços das barragens.

- Nos segmentos de canais compreendidos entre reservatório e estações de bombeamento (segmentos 2206, 2209 e 2214), optou-se pelo desenvolvimento horizontal das bermas de modo a possibilitar a drenagem no sentido inverso da declividade dos canais, uma vez que a descarga de drenagem para a seção hidráulica dos canais foi descartada como critério de projeto. Esta solução dispensa a construção de muretas de proteção ao longo desses segmentos de canais.

Além das alterações acima descritas dois segmentos de canal tiveram suas seções modificadas devido a surgências detectadas no decorrer da implantação das obras durante os serviços de escavação a saber:

- Segmento de canal 2209 (Reservatório Mandantes – EBV-3) - De forma a evitar danos na seção hidráulica devido ao efeito de subpressão entre as Estacas 1759+0,00 e 1765+0,00, optou-se por substituir o revestimento do canal projetado em concreto simples sobre manta PEAD por enrocamento sobre transição fina, mantendo as dimensões da seção hidráulica, como também adaptar a drenagem de fundo.
- Segmento de Canal 2214 (Reservatório Cacimba Nova – EBV-4) - Devido a surgência observada em vários pontos optou-se por utilizar o revestimento da seção hidráulica em concreto poroso de forma a impedir o levantamento das placas de concreto simples que poderiam ser causadas por subpressão e, de forma a garantir a capacidade de escoamento do sistema adutor, foi necessária a alteração das dimensões da seção hidráulica para:

- Base: 5,28m
- Altura da lâmina: 3,21m
- Bordo livre: 0,50m
- Altura total mínima: 5,35m (neste segmento foi adotada berma horizontal)
- Taludes: 1V:1,381H

Com o emprego de concreto poroso no revestimento da seção hidráulica a drenagem interna

3.12 ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO

Os projetos executivos das estações de bombeamento do lote C seguiram a concepção dessas elevatórias na fase de elaboração do projeto básico, com uma efetiva alteração e algumas adequações decorrentes do maior nível de detalhamento dos estudos básicos de topografia e geotecnia e da necessidade de adequação do projeto civil aos equipamentos adquiridos pelo Ministério da Integração Nacional nesta fase de implantação do PISF.

No lançamento dos editais para contratação dos projetos executivos, constituiu na eliminação da unidade reserva de bombeamento, passando as estações de bombeamento do lote C a contarem com quatro conjuntos moto-bombas, em vez dos cinco conjuntos previstos no projeto básico.

Com relação às adequações realizadas, destacam-se as seguintes:

- No Projeto Básico as fundações da EBV-3 foram concebidas em estacas escavadas e apoiadas sobre os argilitos-siltitos e conglomerados, com blocos sobre as estacas onde ficam apoiadas as estruturas. Estava prevista uma quantidade de 34 estacas na fundação da estação. Na elaboração do Projeto Executivo, optou-se pela retirada dos materiais expansivos e substituição por CCR (concreto compactado a rolo). Considerou-se a solução mais segura estruturalmente, de menor complexidade construtiva e menor custo de implantação.
- O acesso à EBV-1, previsto no projeto básico se dava através de um corte lateral de grandes proporções na formação conglomerática, desde o terreno natural até o pátio da estação. No projeto executivo considerou-se que esse acesso se fará no canal de aproximação em um ponto a ser determinado pelo projeto das estradas de acesso às estações de bombeamento em elaboração pelo Exército, a partir do qual a estrada asfaltada se desenvolverá pela berma esquerda do canal.
- O revestimento da seção hidráulica do Forebay de Montante da EBV-4 foi alterado para concreto poroso sendo mantidas suas dimensões e, consequentemente, foi eliminado o sistema de drenagem de fundo. Estas alterações foram necessárias devido a surgência observada em vários pontos do segmento de canal 2214.

3.13 SISTEMA DE DRENAGEM

As alterações e adequações efetuadas no Projeto Executivo em relação ao Projeto Básico foram feitas basicamente nas obras dos bueiros e decorreram da necessidade de padronização determinada pela fiscalização do Ministério da Integração Nacional, quais sejam:

- Retiradas as grades de montante e jusante dos bueiros e adotada a altura mínima de 1,50m nas galerias de forma a permitir a passagem da fauna de pequeno porte;

- Retirada dos anéis de envolvimento das galerias (pipe-colars), concebidas com o objetivo de aumentar o caminho de percolação no contato concreto-solo;

- Padronização das dimensões das seções transversais das galerias de acordo com o "Manual de Obras-Tipo do DNIT";

- Desconsideração da solução de bueiros em sifão, de forma a proporcionar melhores condições de manutenção das obras;

- Desconsideração da solução de transposição dos drenos sobre os canais através de overchutes, quando a solução de desvio dos drenos para outros adjacentes se mostrou mais econômica. As dificuldades relacionadas com a manutenção sistemática e onerosa dessas obras também foram levadas em consideração.

No caso das valas de drenagem dos segmentos de canais entre um reservatório e uma estação de bombeamento (Areias – EBV-2, Mandantes – EBV-3 e Cacimba Nova – EBV-4), todos em corte, adotou-se bermas horizontais nos canais, de forma a possibilitar a drenagem através da inversão do fluxo (de jusante para montante do canal).

3.14 AQUEDUTOS, PONTES E PASSARELAS

No decurso da elaboração do projeto executivo algumas alterações e adequações aos projetos de pontes passarelas e aquedutos foram realizadas de forma a atender a instruções da fiscalização do Ministério que visaram a padronização e a economicidade das obras.

Com respeito às quantidades e às localizações das pontes e passarelas, as alterações ao projeto básico se basearam no levantamento de campo efetuado pela FUNCATE quando da elaboração do estudo de interferências e nos locais onde as cotas das bermas dos canais coincidem com as cotas do terreno natural.

3.14.1 Aquedutos

O aqueduto sobre a BR-316 situado no segmento de canal EBV-1 / Reservatório Areias, foi incluído no projeto executivo como solução para travessia do sistema de adução sobre a rodovia BR-316, em substituição à solução de travessia sob ponte construída na rodovia federal, conforme previsto no projeto básico. A inclusão do aqueduto se deu a partir de estudo de alternativa apresentado na fase de projeto executivo, que analisou oito soluções de travessia (inclusive a solução apresentada no projeto básico), considerando os aspectos financeiros e ambientais das suas implantações. Assim, o aqueduto sobre a BR-316 constitui uma alteração ao projeto básico, recomendada pelo Ministério da Integração Nacional.

Com relação aos aquedutos Jacaré e Caetitu (ambos previstos no projeto básico) houve uma redução da distância entre pilares de 30,00m para 25,00m por orientação da fiscalização do Ministério. Dessa forma, os aquedutos Jacaré e Caetitu, originalmente com 4 vãos de 30,00m, passou a ter 6 vãos (4 com 25,00m e 2 com 10,00m) e, consequentemente, 14 pilares. No final da transição entre o canal e a calha de condução

do aqueduto foi prevista, de ambos os lados (montante e jusante), a construção de uma laje, dimensionada para permitir o tráfego de uma berma para outra do canal, o que constitui uma adequação ao projeto básico.

No caso específico do Aqueduto da BR-316, o comprimento total e o vão central da obra foram determinados pelas medidas normatizadas para a rodovia federal.

3.14.2 Pontes e Passarelas

No projeto executivo foram detalhadas as pontes e passarelas previstas no projeto básico com adequações feitas pela fiscalização do Ministério.

As alturas das pontes e passarelas em relação às bermas do canal foram de:

- ***Pontes:*** de 4,00m no projeto básico para 1,50m no projeto executivo, excetuando-se a ponte na PE-360 que manteve sua altura de 4,00m em relação à berma.

- ***Passarelas:*** no projeto executivo a altura entre a berma e a laje da passarela foi definida em 1,20m.

Os vãos das pontes passaram de 30,0 no projeto básico para 31,85 m no projeto executivo e a largura dos tabuleiros passou de 10,10 para 9,40m.

3.15 BARRAGENS

Na elaboração dos projetos executivos das barragens do Lote C, foram feitas adequações ao projeto básico, resultantes basicamente do maior nível de detalhamento das informações colhidas pelas prospecções geotécnicas de campo e ensaios de laboratório, e pelos levantamentos topográficos mais amplos e precisos realizados nesta fase de estudos. Outro fator que contribuiu para a realização de adequações ao projeto básico foi a elaboração do projeto executivo concomitantemente com a construção das obras, que permitiu melhor conhecimento dos materiais disponíveis na área do projeto.

3.15.1 Barragem Braúnas:

- Adoção de perfil zoneado, com núcleo argiloso e espaldares construídos com material conglomerático, ambos situados nas proximidades do eixo da barragem;

- Deslocamento da tomada d'água da estaca 25 (projeto básico) para a estaca 17 (projeto executivo) devido às melhores condições geotécnicas verificadas na campanha de sondagens no eixo da barragem;

- Deslocamento do sangradouro da ombreira esquerda do dique (projeto básico) para 100m à direita (projeto executivo) que reúne melhores condições geotécnicas e menores volumes de escavação, conforme verificado nas informações das sondagens realizadas.

3.15.2 Barragem Mandantes:

- Adoção de maciço construído em perfil homogêneo (projeto executivo) com material conglomerático situado nas proximidades do eixo da barragem, ao invés

do perfil zoneado (projeto básico) que previa o aproveitamento de diversos materiais aluvionares e coluvionares do entorno do sítio da obra;

- Deslocamento da tomada d'água de 200m na direção da ombreira esquerda, para uma posição com fundação mais favorável observada nas sondagens realizadas no eixo da barragem.

3.15.3 Barragem Salgueiro:

- Adoção de perfil homogêneo com utilização de material argiloso no corpo da barragem (projeto executivo), situado na proximidade do eixo da barragem, em vez do perfil zoneado com núcleo e espaldares construídos com diversos materiais (projeto básico);

- Deslocamento da tomada d'água do centro da barragem (projeto básico) para cerca de 400m na direção da ombreira esquerda (projeto executivo) devido as melhores condições geotécnicas desta última localização, de conformidade com as sondagens executadas.

3.15.4 Barragem Cacimba Nova:

- Deslocamento do sangradouro da barragem do final da ombreira direita (projeto básico) para uma sobre-elevação do eixo, a 500m, devido às melhores condições hidráulicas e geotécnicas desta última localização;

- Deslocamento da tomada d'água da barragem da estaca 175 (projeto básico) para a estaca 194 (projeto executivo) uma vez que este último posicionamento reúne melhores condições geotécnicas, segundo informações das sondagens realizadas.

3.15.5 Barragem Bagres:

- Substituição do maciço zoneado utilizando vários materiais aluvionares, coluvionares e residuais das proximidades do eixo da barragem (projeto básico) por um perfil homogêneo (projeto executivo) de solos argilosos pesquisados em área de empréstimo próxima ao sítio da obra;

- Deslocamento da tomada d'água da estaca 17 (projeto básico) para a estaca 07 da obreira direita (projeto executivo) cuja condição geotécnica é mais favorável, conforme informações colhidas nas sondagens realizadas.

3.15.6 Barragem Copiti:

- Substituição do maciço zoneado utilizando vários materiais aluvionares, coluvionares e residuais das proximidades do eixo da barragem (projeto básico) por um perfil homogêneo (projeto executivo) de solos argilosos pesquisados em área de empréstimo próxima ao sítio da obra;

- Deslocamento da tomada d'água da estaca 45 + 10 (projeto básico) para a estaca 53 da obreira esquerda (projeto executivo) cuja condição geotécnica é mais favorável, conforme informações colhidas nas sondagens realizadas.

Somente uma alteração foi feita nos projetos executivos em relação aos projetos básicos das barragens, compreendida pela adoção de galerias nas tomadas d'água com desenvolvimento das tubulações assentadas sobre berços de concreto armado. A alteração seguiu orientação do Ministério da Integração Nacional e teve como objetivo proporcionar condições de manutenção das tubulações. Nos projetos básicos de todas as barragens, as tubulações das tomadas d'água se desenvolvem envelopadas nos maciços.

3.16 SISTEMA VIÁRIO

As alterações e adequações ao Projeto Básico relativas ao sistema viário do trecho de obras correspondente ao Lote C do Projeto Executivo se deram em decorrência da decisão tomada pelo Ministério da Integração Nacional de implantação da rede viária de um só lado do sistema adutor.

3.17 OBRAS COMPLEMENTARES

Nos projetos executivos das Estruturas de Controle do lote C, seguiu-se exatamente a concepção do projeto básico para essas obras, procedendo-se exclusivamente aos seus detalhamentos estrutural e eletromecânico.

As tomadas d'água de uso difuso tal qual foram concebidas no projeto básico, foram eliminadas do Projeto Executivo pelo Ministério da Integração Nacional. A concepção dessas tomadas originalmente previstas como estruturas de derivação dos canais, foram substituídas por sistemas assentados em flutuadores nos canais e nos reservatórios das barragens.

Considera-se, portanto, que não houve adequações ou alterações ao projeto básico das obras complementares, mas tão somente uma substituição de projeto das tomadas d'água de uso difuso, com base em novo conceito e de forma a melhor atender às condicionantes impostas pelo Projeto Básico Ambiental.