



DNOCS

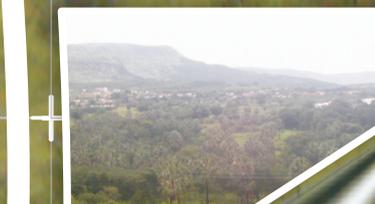
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS - DNOCS

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – FUNECE

INSTITUTO DE ESTUDOS PESQUISAS E PROJETOS DA UECE – IEPRO

**PROJETO EXECUTIVO E ADEQUAÇÃO DO RELATÓRIO
DE IMPACTO AMBIENTAL E DE SUSTENTABILIDADE
HÍDRICA DA BARRAGEM FRONTEIRAS, NO MUNICÍPIO
DE CRATEUS, NO ESTADO DO CEARÁ
PROJETO EXECUTIVO**

Volume 8 – Relatório Síntese



FUNECE
Fundação Universidade Estadual do Ceará



IEPRO
Instituto de Estudos,
Pesquisas e Projetos
da UECE

MARÇO/2012





DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS - DNOCS
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ - FUNECE
INSTITUTO DE ESTUDOS PESQUISAS E PROJETOS DA UECE - IEPRO

**PROJETO EXECUTIVO E ADEQUAÇÃO DO RELATÓRIO DE IMPACTO
AMBIENTAL E DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA DA BARRAGEM
FRONTEIRAS, NO MUNICÍPIO DE CRATEUS, NO ESTADO DO CEARÁ**

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM FRONTEIRAS

Volume 8 – Relatório Síntese

ÍNDICE

ÍNDICE

Página

ÍNDICE	2
1. INTRODUÇÃO	5
2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO	8
3. FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM FRONTEIRAS	11
4. RELAÇÃO DOS DESENHOS	17
5. PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM	23
5.1. <i>Escolha do Eixo Barrado</i>	24
5.2. <i>Escolha do Tipo de Barragem</i>	24
5.3. <i>Barragem de Terra</i>	26
5.3.1. <i>Fundação da Barragem</i>	26
5.3.2. <i>Rebaixamento do Lençol Freático</i>	27
5.3.3. <i>Cortina de Injeção de Impermeabilização</i>	27
5.3.4. <i>Sistema de Drenagem Interna</i>	27
5.3.5. <i>Maciço da Barragem</i>	28
5.3.6. <i>Instrumentação</i>	29
5.3.7. <i>Dique</i>	29
5.4. <i>Barragem em CCR</i>	29
5.4.1. <i>Fundação da Barragem</i>	30
5.4.2. <i>Rebaixamento do Lençol</i>	32
5.4.3. <i>Maciço da Barragem</i>	32
5.4.4. <i>Sistema de Drenagem</i>	35
5.4.5. <i>Sistema de Vedação</i>	36
5.4.6. <i>Injeção de Consolidação</i>	36
5.4.7. <i>Cortina de Injeção de Impermeabilização</i>	37
5.4.8. <i>Instrumentação</i>	37
5.5. <i>Sangradouro</i>	39

5.6. Tomada D'água.....	40
5.7. Etapas Construtivas.....	41
5.7.1. Generalidades.....	41
5.7.2. Período de Execução.....	41
5.7.3. Descrição da Metodologia de Execução.....	41
5.8. Ponte Sobre o Sangradouro.....	45
5.9. Escada De Peixe.....	46
5.10. Ponte Sobre o Sangradouro.....	47
5.11. Escada De Peixe.....	47
6. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	49
7. CANTEIRO DE OBRAS.....	54
8. RESUMO DOS INVESTIMENTOS	60

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A empresa **Engesoft Engenharia e Consultoria Ltda.** contratada para a Elaboração do Projeto Executivo e Adequação do Relatório de Impacto Ambiental e de Sustentabilidade Hídrica da Barragem Fronteiras apresenta o Projeto Executivo da Barragem Fronteiras, situada no rio Poty, município de Crateús, estado do Ceará.

A finalidade da Barragem Fronteiras é o abastecimento dos distritos de Ibiapaba, Poty, Assis e Curral Velho e localidade de Cabaças, do município de Crateús, cujos níveis de atendimento são insatisfatórios, e para irrigação de 5.000 ha de solos.

O Projeto Executivo da barragem Fronteiras é constituído por onze Volumes, a saber:

- Volume 1 – Relatório Geral do Projeto;
- Volume 2 – Desenhos;
- Volume 3 – Especificações Técnicas
- Volume 4 – Memória de Cálculo;
- Volume 4A – Memória de Cálculo dos Estudos Hidrológicos
- Volume 4B – Estudos Geotécnicos
- Volume 4C – Investigações Geotécnicas Complementares
- Volume 5 – Quantitativos e Orçamento;
- Volume 6 – Cálculo dos Quantitativos;
- Volume 7- Projeto Estrutural da ponte sobre o Sangradouro;
- **Volume 8 – Relatório Síntese.**

O Volume 8, aqui apresentado, consiste no Relatório Síntese e aborda os seguintes capítulos:

1. Introdução
2. Localização E Acesso
3. Ficha Técnica Da Barragem Fronteiras
4. Relação Dos Desenhos
5. Projeto Executivo Da Barragem
6. Cronograma
7. Canteiro de Obras
8. Resumo Dos Investimentos

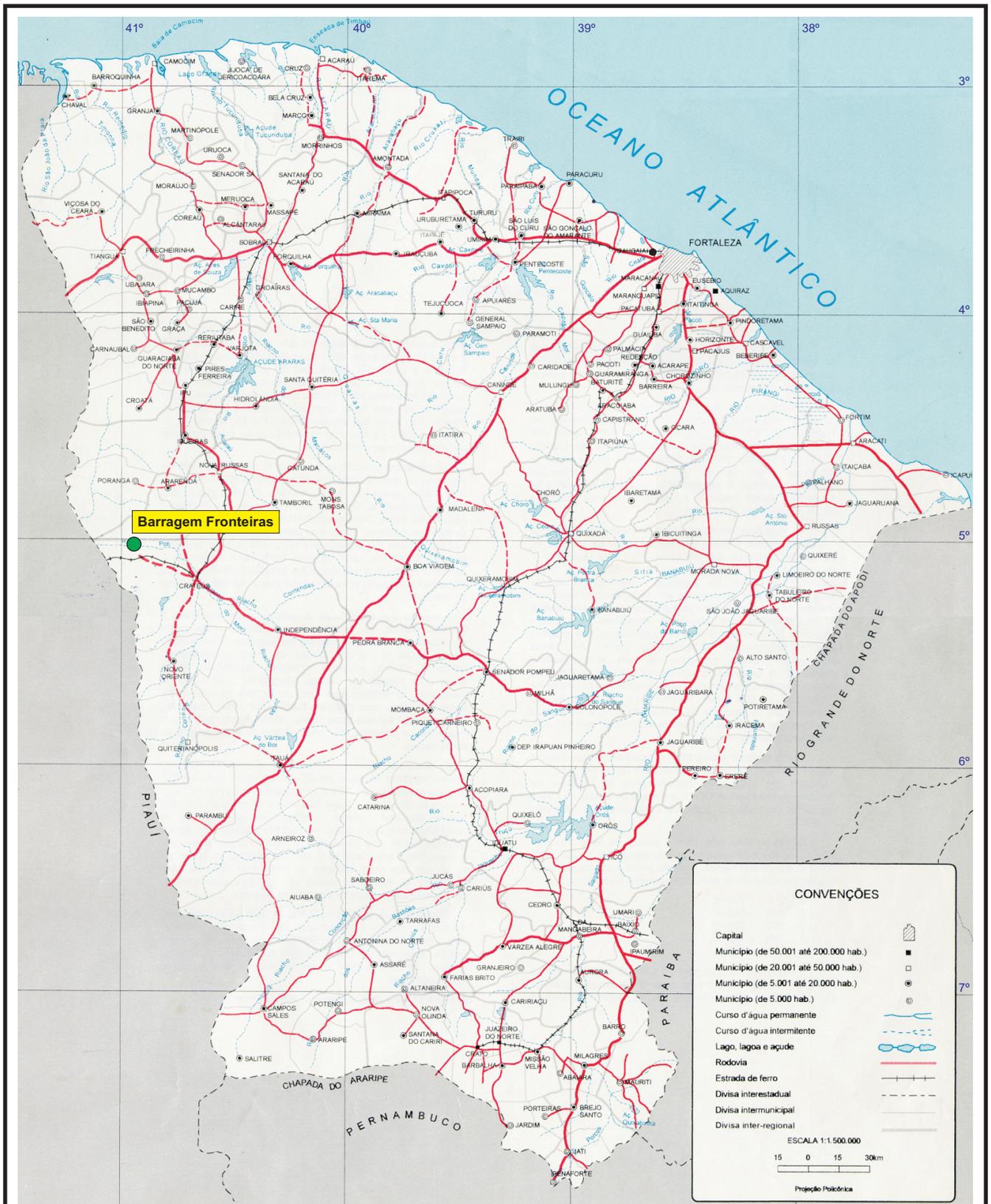
Walmir Fernando Duarte Jardim
Eng.º Civil- CREA 10208/D-MG

2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O eixo selecionado para a Barragem Fronteiras situa-se na microrregião do Sertão de Crateús, na região oeste do estado do Ceará, a cerca de 27 km a oeste da cidade de Crateús e 2 km a leste do distrito de Ibiapaba. O eixo cruza o rio Poty nas coordenadas N 9.441.950 e E 288.700 (*datum*: SAD-69).

O acesso ao local do eixo, a partir de Fortaleza, é feito pelas rodovias pavimentadas com revestimento asfáltico BR-020 (até Cruzeta) e BR-226 (até Crateús) e BR-226 em terra, num percurso total de 363 km, sendo 336 km em asfalto e 27 km em terra. Na figura 2.1 é apresentado o mapa de localização da barragem no âmbito do estado.



Fonte: Atlas do Ceará - IPLANCE.

FIGURA - 2.1
MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO

3. FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM FRONTEIRAS

3. FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM FRONTEIRAS

Identificação

- Denominação:..... Barragem Fronteiras
- Estado:..... Ceará
- Município: Crateús
- Rio Barrado: Rio Poti
- Coordenadas UTM (Zona 24L):..... N(Y)-9.441.988 e E(X)-288.734

Bacia Hidrográfica

- Área da Bacia Hidrográfica Controlada:.....5.869,00 km²
- Coeficiente de Escoamento:7,0%
- Deflúvio Médio Anual:49,1mm
- Volume médio afluente anual (toda bacia) :943,7 hm³
- Volume médio afluente anual (na bacia controlada):.....288,17 hm³
- Precipitação média sobre a bacia (1912-1996): 697,2 mm/ano

Características do Reservatório

- Área da Bacia Hidráulica:81,04 km²
- Volume de Acumulação:.....488,18 hm³
- Cota mínima de operação.....250,00 m
- Volume Mínimo Operacional:26,32 hm³
- Vazão Efluente (TR=1.000anos)4.258,6 m³/s
- Vazão Efluente (TR=10.000anos)5.778,7 m³/s
- Vazão Afluente (TR=1.000anos)8.055,7 m³/s
- Vazão Afluente (TR=10.000anos)10.124,1 m³/s
- Lâminas de Sangria (TR=1.000anos)4,70 m

- Lâminas de Sangria (TR=10.000anos)5,70 m

Barragem Principal – Tipo CCR

- Altura:39,50 m
- Largura do Coroamento:8,00 m
- Extensão pelo Coroamento:880,00 m
- Cota do Coroamento:269,50 m

Barragem Principal – Tipo Homogênea de Terra

- Altura:29,50 m
- Largura do Coroamento:8,00 m
- Extensão pelo Coroamento:880,00 m
- Cota do Coroamento:269,50 m

Tomada D'água

- Tipo: Tubo Soldado em Aço
Diâmetro: 1- ϕ = 1.800 mm Carbono no Interior de uma Célula de Concreto
- Célula da Galeria da Tomada d'Água – dimensão3,50x3,50 m
- Controle de Montante:Comporta com
Acionamento Automático
- Controle de Jusante:Válvula Borboleta: 1- ϕ =
1.800 mm; Válvula Dispersora: 2- ϕ = 1.000 mm

Vertedouro

- Tipo:Perfil Creager, Canal
Rápido em Degraus e Salto Esqui
- Cota da Soleira do Creager:262,70 m
- Vazão máxima de projeto (TR= 1000 anos)4.258,6 m³/s
- Lamina máxima de projeto (Tr = 1000 anos)4,70 m

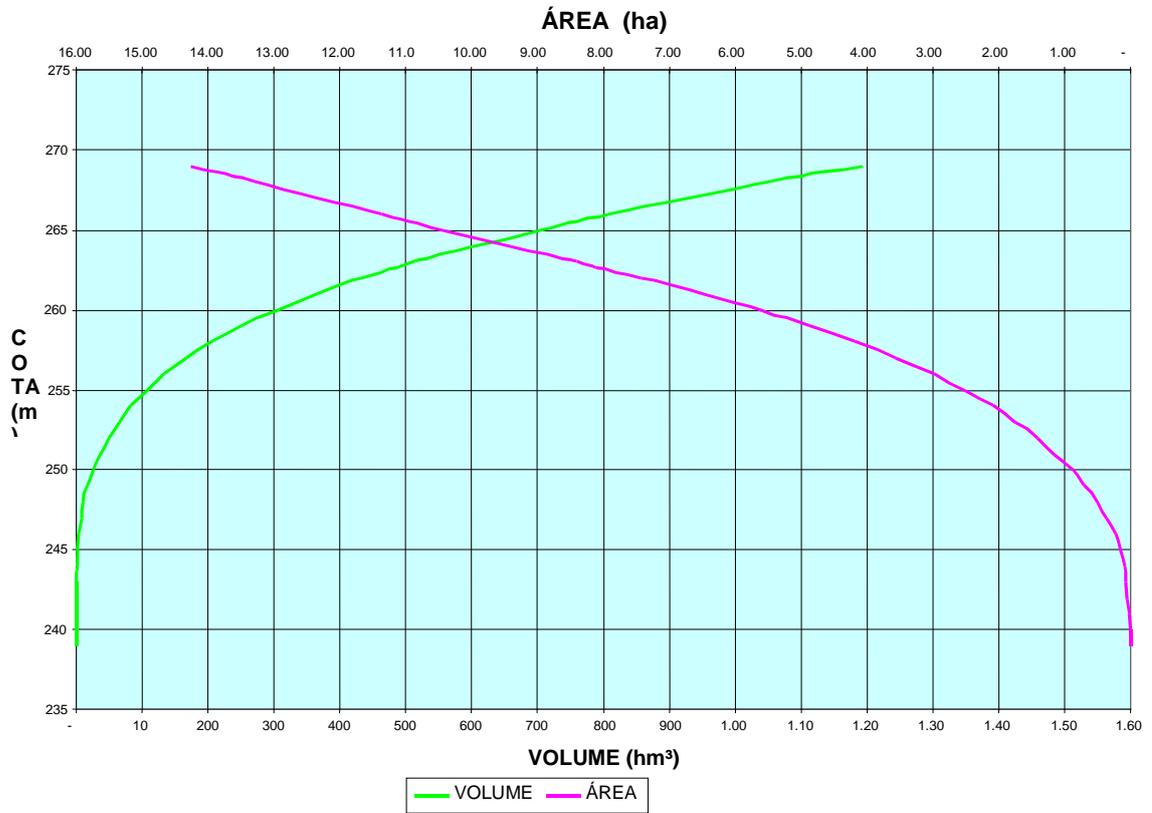
- Largura da Soleira do Creager:200,00 m (189 m livre)
- Cota da Concha de Lançamento (Salto Esqui):250,00 m

Os dados da Curva Cota x Área x Volume são mostrados no Quadro N° 1.1 e a Curva é mostrada no Gráfico N°1.1.

QUADRO N.º 1.1: RELAÇÃO COTA x ÁREA x VOLUME

Cota (m)	Área (km²)	Volume (hm³)
239,00	0,00	0,00
240,00	2,74	0,01
241,00	21,31	0,13
242,00	39,87	0,44
243,00	69,76	0,99
244,00	99,64	1,83
245,00	168,41	3,18
246,00	237,18	5,20
247,00	363,68	8,21
248,00	490,18	12,48
249,00	692,41	18,39
250,00	894,64	26,32
251,00	1.148,25	36,54
252,00	1.401,86	49,29
253,00	1.748,00	65,04
254,00	2.094,13	84,25
255,00	2.529,33	107,37
256,00	2.964,53	134,84
257,00	3.574,41	167,53
258,00	4.184,28	206,32
259,00	4.882,46	251,66
260,00	5.580,64	303,97
261,00	6.495,57	364,35
262,00	7.410,50	433,89
262,70	8.103,56	488,18
263,00	8.400,58	512,94
264,00	9.390,66	601,90
265,00	10.383,46	700,77
266,00	11.376,26	809,57
268,00	13.298,50	1.056,31
269,00	14.259,61	1.194,10

**COTA X ÁREA X VOLUME
BARRAGEM FRONTEIRAS**



4. RELAÇÃO DOS DESENHOS

DESCRIÇÃO	NÚMERO
Arranjo Geral das Obras (simplificado)	BF-PE-00/00
Bacia Hidráulica e Curva Cota x Área x Volume	BF-PE-01/87
Planta Topográfica do Eixo da Barragem	BF-PE-02/87
Estudo Topográfico – Perfil Longitudinal no Eixo da Barragem	BF-PE-03/87
Localização das Sondagens	BF-PE-04/87
Perfil Geológico-Geotécnico – Estaca -0+240 a 1+200	BF-PE-05/87
Localização das Ocorrências	BF-PE-06/87
Arranjo Geral das Obras	BF-PE-07/87
Perfil Longitudinal pelo Eixo da Barragem – Estaca -0+240 a 1+480	BF-PE-08/87
Planta de Escavação das Obras	BF-PE-09/87
Seção Transversal Tipo – Barragem de Terra	BF-PE-10/87
Seção Tipo 1 – Barragem de CCR – Trecho Insubmersível	BF-PE-11/87
Seção Tipo 2 – Barragem de CCR – Trecho Insubmersível	BF-PE-12/87
Seção Tipo – Barragem de CCR – Trecho Submersível	BF-PE-13/87
Seções Transversais da Barragem de Terra – Estaca -0+220 a -0+180	BF-PE-14/87
Seções Transversais da Barragem de Terra – Estaca -0+160 a -0+120	BF-PE-15/87
Seções Transversais da Barragem de Terra – Estaca -0+100 a -0+060	BF-PE-16/87
Seções Transversais da Barragem de Terra – Estaca -0+040 a 0+000	BF-PE-17/87
Seções Transversais da Barragem de Terra – Estaca 0+020 a 0+040	BF-PE-18/87

DESCRIÇÃO	NÚMERO
Seções Transversais da Barragem de Terra – Estaca 0+060 a 0+080	BF-PE-19/87
Seções Transversais da Barragem de Terra – Estaca 0+100 a 0+120	BF-PE-20/87
Seções Transversais da Barragem de Terra – Estaca 0+140 a 0+160	BF-PE-21/87
Seções Transversais da Barragem de Terra – Estaca 0+180 a 0+200	BF-PE-22/87
Seções Abraço – CCR / TERRA – Estaca 0+240 e 0+260	BF-PE-23/87
Seções CCR – Trecho Insubmersível – Blocos 04 a 06	BF-PE-24/87
Seções CCR – Trecho Insubmersível – Blocos 07 a 09	BF-PE-25/87
Seções CCR – Trecho Submersível – Blocos 10 e 11	BF-PE-26/87
Seções CCR – Trecho Submersível – Blocos 12 e 13	BF-PE-27/87
Seções CCR – Trecho Submersível – Blocos 14 e 15	BF-PE-28/87
Seções CCR – Trecho Submersível – Blocos 16 e 17	BF-PE-29/87
Seções CCR – Trecho Submersível – Blocos 18 e 19	BF-PE-30/87
Seções CCR – Trecho Submersível – Blocos 20 e 21	BF-PE-31/87
Seções CCR – Trecho Submersível – Blocos 22 a 25	BF-PE-32/87
Seções CCR – Trecho Insubmersível – Blocos 26 a 31	BF-PE-33/87
Seções CCR – Trecho Insubmersível – Blocos 32 a 37	BF-PE-34/87
Seções CCR – Trecho Insubmersível – Blocos 38 a 43	BF-PE-35/87
Seções CCR – Trecho Insubmersível – Blocos 44 a 46	BF-PE-36/87
Seções Transversais da Barragem de Terra- Estaca -1+080 a 1+180	BF-PE-37/87
Seções Transversais da Barragem de Terra- Estaca -1+200 a 1+300	BF-PE-38/87

DESCRIÇÃO	NÚMERO
Seções Transversais da Barragem de Terra- Estaca -1+320 a 1+480	BF-PE-39/87
Abraço TERRA / CCR -Lado Esquerdo- Planta e Seções - Montante	BF-PE-40/87
Abraço TERRA / CCR - Lado Esquerdo- Planta e Seções - Jusante	BF-PE-41/87
Abraço TERRA / CCR -Lado Direito- Planta e Seções - Montante	BF-PE-42/87
Abraço TERRA / CCR - Lado Direito- Planta e Seções - Jusante	BF-PE-43/87
Blocos Laterais ao Vertedouro - Detalhes do Concreto de Face	BF-PE-44/87
Salto de Esqui - Detalhes	BF-PE-45/87
Barragem Principal - Juntas no Maciço de CCR - Detalhes	BF-PE-46/87
Galeria de Drenagem 1º Nível - Planta e Detalhes	BF-PE-47/87
Galeria de Drenagem 2º Nível - Planta e Detalhes	BF-PE-48/87
Galeria de Drenagem 3º Nível - Planta e Detalhes	BF-PE-49/87
Tomada D'água - Planta, Seção e Detalhes	BF-PE-50/87
Tomada D'água - Boca de Montante - Detalhes	BF-PE-51/87
Tomada D'água - Casa de Comando de Válvulas - Detalhes	BF-PE-52/87
Tomada D'água - Casa de Comando da Comporta - Detalhes	BF-PE-53/87
Maciço de Terra - Lado esquerdo- Drenagem Superficial - Planta	BF-PE-54/87
Maciço de Terra - Lado Direito- Drenagem Superficial - Planta	BF-PE-55/87
Maciço de Terra - Drenagem Superficial - Detalhes	BF-PE-56/87
Drenagem Superficial - Armaduras - Calha de Ombreira, Calha de Berma e Descidas D'água	BF-PE-57/87
Planta de Localização dos Furos de Injeção de Consolidação	BF-PE-58/87

DESCRIÇÃO	NÚMERO
Locação dos Furos de Injeção – Planta	BF-PE-59/87
Locação dos Furos de Injeção – Perfil e Detalhes	BF-PE-60/87
Instrumentação – Planta – Marcos de Deformação e Piezômetros	BF-PE-61/87
Instrumentação – Perfil – Medidores Triortogonais e Marcos de Deformação	BF-PE-62/87
Instrumentação – Seção CCR – Piezômetros	BF-PE-63/87
Instrumentação – Seção CCR (Acessos) – Piezômetros	BF-PE-64/87
Instrumentação – Seção CCR (Galeria) – Piezômetros	BF-PE-65/87
Instrumentação – Seção de Terra – Piezômetros	BF-PE-66/87
Barragem de Terra Auxiliar (Dique) – Seção Tipo, Perfil e Seções Transversais	BF-PE-67/87
Etapas Construtivas – Fase 01 – Planta e Perfil	BF-PE-68/87
Etapas Construtivas – Fase 02 – Planta e Perfil	BF-PE-69/87
Etapas Construtivas – Fase 03 – Planta e Perfil	BF-PE-70/87
Etapas Construtivas – Fase 04 – Planta e Perfil	BF-PE-71/87
Etapas Construtivas – Fase 05 – Planta e Perfil	BF-PE-72/87
Etapas Construtivas – Fase 06 – Planta e Perfil	BF-PE-73/87
Arranjo Geral das Obras – Sistema de Transposição de Peixes	BF-PE-74/87
Sistema para a Transposição de Peixes – Detalhes	BF-PE-75/87
Projeto Estrutural da Tomada D’água – Casa de Comando da Comporta – Formas	BF-PE-76/87
Projeto Estrutural da Tomada D’água – Casa de Comando de Válvulas – Formas (Plantas)	BF-PE-77/87
Projeto Estrutural da Tomada D’água – Casa de Comando de Válvulas – Formas (Cortes)	BF-PE-78/87

DESCRIÇÃO	NÚMERO
Projeto Estrutural da Tomada D'água – Casa de Comando da Comporta – Armaduras de Vigas e Pilares	BF-PE-79/87
Projeto Estrutural da Tomada D'água – Casa de Comando da Comporta – Armaduras das Lajes	BF-PE-80/87
Projeto Estrutural da Tomada D'água – Casa de Comando de Válvulas – Armaduras de Lajes e Vigas	BF-PE-81/87
Projeto Estrutural da Tomada D'água – Galeria – Formas de Lajes e Paredes – Arm. das Paredes	BF-PE-82/87
Projeto Estrutural da Tomada D'água – Galeria – Armadura das Lajes	BF-PE-83/87
Projeto Estrutural da Tomada D'água – Galeria – Forma e Armadura dos Berços	BF-PE-84/87
Salto de Esqui – Armadura da Laje	BF-PE-85/87
Galeria de Drenagem – Iluminação	BF-PE-86/87
Galeria de Drenagem – Iluminação – Detalhe	BF-PE-87/87

5. PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM

5. PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM

5.1. ESCOLHA DO EIXO BARRADO

Para localizar um reservatório dentro das proporções necessárias ao atendimento dos objetivos do empreendimento foi estudado um trecho do rio Poty em conjunto com o seu afluente pela margem direita, rio Pinheiro, na região compreendida entre a cidade de Crateús e a passagem do rio pela Serra da Ibiapaba, próximo da divisa dos estados do Ceará e Piauí.

Foi selecionado um vale estreito onde o rio Poty corta a serra, na direção ocidental, entre as localidades de Ibiapaba e Oiticica.

Neste vale escolheu-se um eixo para situar o barramento, distante cerca de 2,0 Km a montante da sede do distrito de Ibiapaba, de forma a possibilitar a regularização de toda a sub-bacia do rio Poty, na parte ocidental do Estado do Ceará.

Considerou-se na seleção do local do barramento a possibilidade das águas do reservatório atingirem a zona urbana da cidade de Crateús, além dos impactos sobre a ferrovia Tronco-Norte (CFN) de ligação interestadual e as rodovias federais BR-404 e BR-226.

No sítio escolhido para o barramento lançou-se um eixo topográfico de forma a desenvolver-se na região mais estreita do rio e ao longo dos divisores d'água das ombreiras, para obtenção de um maciço de menor volume de construção.

5.2. ESCOLHA DO TIPO DE BARRAGEM

Diante da ocorrência de materiais terrosos com volume suficiente dentro de um afastamento de 3,5 Km para o eixo da barragem, idealizou-se inicialmente uma barragem com maciço em terra buscando-se uma maior economia.

No entanto, com o desenvolvimento das sondagens mecânicas, dentro dos estudos geotécnicos realizados no local, verificou-se que:

As condições do substrato rochoso no local da sela topográfica, idealizada como sangradouro, não são apropriadas para tal finalidade. A rocha gnáissica apresenta-se

relativamente profunda, muito macia, altamente intemperizada e muito fraturada. Tais características da fundação remeteram a uma concepção de uma estrutura dotada de um canal rápido, revestido com laje de concreto vibrado, chumbada e drenada, além de bacia de dissipação de grande porte. Esta estrutura mostrou-se inviável financeiramente.

A ombreira esquerda até o início da zona aluvionar apresenta um substrato rochoso semelhante ao do sangradouro, não sendo adequado para a fundação segura de uma obra de concreto.

Na calha do rio Poty o topo rochoso encontra-se a uma profundidade máxima de 6,50m, constitui-se de um granito ou gnaisse migmatítico, são a medianamente intemperizados, pouco permeáveis, com níveis resistentes, com baixo fraturamentos e adequados para fundação de qualquer tipo de obra.

Na ombreira direita a rocha granítica aproxima-se da superfície do terreno, inclusive com alguns afloramentos, e permanece com mesmo grau de sanidade do apresentado na calha do rio.

Estas constatações associadas com a inviabilidade de deslocamento do canal do sangradouro para outros locais das ombreiras, no que diz respeito aos volumes necessários de escavação, conduziram a uma nova idealização para o barramento. Esta análise – sob os aspectos técnicos e econômicos, levou à concepção de um maciço misto de terra e de gravidade de concreto.

Entre o limite da ombreira esquerda e a estaca 0+180 projetou-se um maciço de terra homogênea e a partir desta estaca até a estaca 1+060, indicou-se um maciço em CCR e a partir desta estaca até o final da ombreira direita, outro maciço de terra. Nos contatos barragem de terra e CCR a barragem de terra avança 20 m, formando um abraço.

No trecho da barragem de gravidade, em CCR, compreendido entre as estacas 0+360 e 0+560 projetou-se uma seção submersível, sangradouro, dotada de uma bacia de dissipação a jusante. No **Quadro 5.1** é apresentada uma síntese dos trechos e o tipo de barramento escolhido.

Quadro 5.1 - Tipo De Barragem

TIPO DE SEÇÃO	TRECHO (ESTACAS)	EXTENSÃO (m)
Terra Homogênea	-0+240 a 0+200	440,00
Terra Homogênea	1+040 a 1+480	440,00
CCR Insubmersível	0+180 a 0+360	180,00
	0+560 a 1+060	500,00
CCR Submersível	0+360 a 0+560	200,00

No desenho N° BF-PE_07/87 é apresentado o arranjo geral das obras onde observa-se os tipos de barragens adotados.

5.3. BARRAGEM DE TERRA

Na ombreira esquerda a barragem de terra desenvolve-se, da estaca -0+240 na parte alta da ombreira até a estaca 0+200, já na zona aluvionar do rio. A extensão portanto é de 440,00m, sendo que entre as estacas 0+180 e 0+200 o maciço funciona como um abraço à seção de concreto.

Na ombreira direita entre as estacas 1+040 e 1+480 uma barragem de terra, semelhante a da ombreira esquerda, transcorre por 440 m fechando o boqueirão.

5.3.1. FUNDAÇÃO DA BARRAGEM

Em toda a extensão do maciço dos maciços de terra será escavada uma trincheira de vedação, do tipo *cut-off*, até atingir o substrato rochoso, atingindo portanto sua profundidade máxima no trecho aluvionar limítrofe no contato esquerdo com a seção de concreto, onde a camada aluvionar apresenta uma profundidade de cerca de 6,0m. O *cut-off* será escavado com talude 1:1 (H:V) e terá 8,0m de base sobre o substrato.

Na região compreendida entre as estacas 0+140 e 0+260 o solo aluvionar superficial deverá ser removido até uma profundidade de 1,5m, em toda a região compreendida entre os *offsets* de montante e jusante, para assentamento do maciço na região do abraço com a seção em gravidade, tendo em vista os baixos valores de SPT observados nessa região.

No restante da barragem de terra, o maciço será assente diretamente no solo de cobertura, após a remoção superficial do material de expurgo e blocos soltos.

5.3.2. REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO

Para a escavação da trincheira de vedação do maciço de terra ao longo de ambas as ombreiras não será necessário rebaixamento, pois a escavação se dará sem presença do lençol d'água, no entanto, no trecho aluvionar entre estacas 0+140 e 0+180, será necessário o rebaixamento do lençol freático que na época da estação chuvosa foi encontrado a menos de 1,0m da superfície do terreno.

5.3.3. CORTINA DE INJEÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

No eixo da trincheira de vedação será executada uma cortina de impermeabilização, composta de uma única linha de furos, estendendo-se entre as estacas 0+020,50 a 0+182,50, com profundidade de 15,0m entre as estacas 0+20,50 e 0+98,50 e a partir desta estaca com profundidade de 18m. Os detalhes executivos do tratamento da fundação são apresentados no Volume 3 “Especificações Técnicas” e os detalhes da distribuição das injeções podem ser vistas no desenho BF-PE_58/87 do Volume 2. Observa-se que, na barragem de terra da ombreira direita não foi prevista a impermeabilização do substrato rochoso com injeção de calda de cimento.

5.3.4. SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA

A drenagem do maciço será feita por um filtro do tipo chaminé com largura de 1,0m e topo na cota 267,40m, e por um filtro horizontal que encobre toda a extensão de jusante, a partir do filtro chaminé, indo até o *rock-fill*. Entre as estacas -0+100 e 0+80 o filtro horizontal estende-se até 3,0m antes do off-set de jusante do maciço, devido a forte declividade da ombreira na direção paralela do eixo.

Nos segmentos compreendidos entre as estacas 0+180/ 0+200 e 1+040/1+060, onde as barragens de terra abraçam a de CCR, o filtro chaminé fica em contato direto com o maciço de concreto, obedecendo as inclinações deste maciço. Para a transição do filtro chaminé entre a posição vertical e a inclinada indicou-se uma extensão de 40 metros, ou seja, entre estacas 0+140 /0+180 e 1+060/1+100.

No maciço de terra da ombreira esquerda, o *rock-fill* tem seção trapezoidal, com 4,0m de largura e coroamento em cota fixa em toda região onde o terreno tenha cota inferior a 246,00m. Os taludes tem inclinação de 1:1 (H:V) para o lado montante e 1,5:1 (H:V) para o lado jusante, sendo sua base aprofundada até o substrato rochoso. Mesmo na zona do abraço da barragem de terra, onde o substrato rochoso encontra-se mais profundo, este aprofundamento do *rock-fill* deve ser obedecido pela razão de que são esperadas algumas turbulências nessa região, e conseqüentemente alguns processos erosivos, originados pelo fluxo do sangradouro.

No maciço de terra da ombreira direita o pé jusante do maciço será protegido pelo material pétreo previsto para o revestimento do talude, numa espessura de 0,30 m.

Em alguns segmentos da ombreira onde o fluxo do tapete se dará predominantemente na direção paralela ao eixo da barragem, o *rock-fill* possuirá uma camada de 1 m de espessura e com altura fixa de 1,0m acima da fundação, acompanhando a inclinação do talude de terra.

5.3.5. MACIÇO DA BARRAGEM

O maciço é de terra homogênea, com seção trapezoidal com 8,0m de largura e coroamento na cota 269,50m, A inclinação do talude de montante é de 2,5:1,0 (H:V) do coroamento até a cota 258,00, e a partir desta é de 3,0:1,0 (H:V) até o terreno natural. O talude de jusante tem inclinação de 2,0:1,0 (H:V) do coroamento até a cota 258,00 e 2,5:1,0 (H:V) abaixo da cota 258,00.

No talude de jusante foi projetada uma berma, com largura de 2,0m, na cota 258,00, e um *rock-fill* na cota 246,00m.

A seção tipo da barragem de terra é apresentada no desenho nº BF-PE_10/87 do Volume 2.

O paramento de montante da barragem de terra será protegido contra ação das ondas por um *rip-rap* constituído por uma camada de enrocamento, com $D_{\text{médio}} \cong 0,60\text{m}$, numa espessura de 0,90m e sobreposto a uma camada de transição, executada com brita, numa espessura de 0,30m.

5.3.6. INSTRUMENTAÇÃO

Concentrou-se a instrumentação da barragem de terra, situada na ombreira esquerda, na sua região que transcorre entre o início da zona aluvionar e o contato com a obra de CCR.

Foram projetados marcos de superfície para medir algum possível deslocamento do maciço em quatro seções (estacas 0+010, 0+060, 0+110 e 0+160), sendo posicionado um no coroamento da barragem, um na berna de jusante e outro no topo do *rock-fill*.

Piezômetros do tipo Casa Grande foram indicados para serem instalados no contato do solo de fundação com o substrato rochoso e no contato solo-concreto, em duas seções distintas (estaca 0+60 e 0+175). Sendo previsto 3 instrumentos na seção 0+060 e 4 piezômetros na 0+175, posicionados a jusante do filtro vertical e na banquetta de jusante.

A instrumentação da barragem de terra é mostrada e detalhada nos desenhos n.º BF-PE-61/87 e BF-PE_67/87 do Volume 2.

5.3.7. DIQUE

Na ombreira esquerda foi projetado um dique, de cerca de 175,80m de extensão, constituído de um maciço de terra, com 4,0m de largura do coroamento e taludes 1:2 (H:V), em ambos os lados. Esse dique, de altura máxima de 6,5m, é detalhado no desenho BF-PE-67/87 do Volume 2.

5.4. BARRAGEM EM CCR

Barragem em CCR pode ser dividida em dois tipos distintos por suas funções. O primeiro dito trecho insubmersível tem como única função o barramento das águas do reservatório, transcorrendo nas estacas 0+180 até 0+360 e 0+560 até 1+060. O segundo tipo consiste em um trecho submersível que tem como objetivo funcionar como

extravasor das águas excedentes (Sangradouro), transcorrendo entre as estacas 0+360 e 0+560.

No trecho entre estacas 0+180/0+200 e 1+040/1+060 a seção em CCR será “abraçada” pelos maciços de terra, desde o nível do coroamento.

5.4.1. FUNDAÇÃO DA BARRAGEM

Em toda a extensão do maciço de CCR, em seu trecho submersível e nos trechos insubmersíveis, a fundação será feita sobre o substrato são da rocha granítica ou gnaissica.

Com base nas sondagens mecânicas inferiu-se a cota do substrato rochoso e a conseqüente espessura de material não rochoso a ser escavado, no trecho limitado pelas campanhas de sondagem. Nos desenhos relativos ao perfil Geológico-Geotécnico (BF-PE-05/87) e das Escavações das Obras (BF-PE-09/87) o perfil do topo rochoso é assinalado em função das informações coletadas nas campanhas investigativas.

No quadro 5.2 são apresentadas as informações das sondagens, a respeito da possível profundidade do topo rochoso. Salienta-se que as informações obtidas com as sondagens percussivas podem subestimar a profundidade do topo rochoso, pela presença de material impenetrável a esta ferramenta.

Quadro 5.2 - Estimativa da profundidade da escavação de material não rochoso no Eixo Da Barragem De CCR

SONDAGEM	ESTACA	PROFUNDIDADE DE MATERIAL NÃO ROCHOSO (m)
SP-01	0+116	3,53
SMA-19	0+132	6,66
SP-05	0+200	3,18
SPA-5	0+200	3,6
SMA-2	0+238	3,00
SP-07	0+240	3,06
SMA-18	0+260	5,23
SP-02	0+280	6,45
SMA-16	0+302	3,73
SM-10	0+320	3,00
SMA-3	0+370	2,70
SM-02	0+414	3,06
SMA-15	0+420	6,36
SM-11	0+430	2,40
SMA-4	0+520	4,10
SP-03	0+520	3,22
SM-12	0+540	1,00
SM-03	0+600	2,34
SM-13	0+630	1,75
SP-04	0+680	1,51
SPA-4	0+680	2,45
SMA-5	0+720	5,73
SM-04	0+780	0,30
SMA-8	0+860	5,10
SMA-10	0+920	1,33
SP-08	0+960	1,73
SPA-8	0+960	1,23
SPA-8 A	0+960	0,94
SMA-12	1+000	2,44

5.4.2. REBAIXAMENTO DO LENÇOL

Para a escavação do material sobrejacente à fundação rochosa da barragem de concreto será necessário o bombeamento do lençol freático, de forma a rebaixá-lo o suficiente para que o tratamento da fundação seja realizado sem a presença d'água. Isto se faz necessário, principalmente, na zona aluvionar do rio, isto é, aproximadamente entre estacas 0+180 e 0+540 (extensão de 360m), onde o nível do lençol foi observado, durante as sondagens, variando de 0,60 à 2,20m abaixo a do terreno natural. Na ombreira direita foi observado um nível freático junto ao topo rochoso, que poderá exigir algum rebaixamento, porém de menor magnitude.

5.4.3. MACIÇO DA BARRAGEM

Considera-se neste item apenas a descrição do segmento insubmersível da barragem de CCR, sendo o trecho submersível tratado no item 5.6 (Sangradouro).

No trecho insubmersível a barragem de concreto será constituída de uma série de blocos limitados por juntas de dilatação. No Quadro 5.3 são apresentadas as estacas limítrofes e as extensões ao longo do eixo desses blocos.

Quadro 5.3 - Blocos Que Constituem O Segmento Insubmersível

BLOCO Nº	ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	EXTENSÃO DO EIXO (m)	EXTENSÃO TOTAL DO EIXO(m)
01 a 08	0+180	0+340	20	160
09	0+340	0+350	10	10
10	0+350	0+360	10	10
21	0+360	0+370	10	10
22	0+370	0+380	10	10
23 a 46	0+380	1+480	20	480

A seção tipo da barragem de CCR apresenta um coroamento na cota 269,50m e uma largura de 8,0m. O talude de montante é vertical e o de jusante desce vertical por 10,66m quando passa a desenvolver-se com uma inclinação de 0,75:1 (H:V). Nos blocos

1 a 4 e 42 a 46, ou seja, entre estacas 0+180/0+260 e 0+980/1+060, o talude de montante tem uma inclinação de 1:10 (H:V) para propiciar uma melhor compactação do solo do “abraço”, no contato com o maciço de concreto. Com uma compactação eficiente estará assegurada a estanqueidade dessa interface. Os blocos 1 e 46, nas suas faces transversais ao eixo, também serão construídos com inclinação 1:10 (H:V), pelas mesmas razões.

Os blocos 10 e 21 – limites entre a zona insubmersível e submersível (sangradouro), apresentam uma seção tipo ligeiramente diferente, pois o talude de jusante com inclinação 0,75:1 (H:V) parte após uma vertical de 8,56m do coroamento, prosseguindo até o nível 246,70 onde desenvolve-se plano.

Os taludes de jusante foram idealizados com degraus de 0,45m na horizontal com 0,60m na vertical.

O coroamento será executado em CCR semelhante às camadas imediatamente subjacentes, com caimento de 2% para montante. Ele terá em ambos os lados guarda-corpos do tipo barreira *New Jersey*, com dreno na base de montante em PVC com ϕ 4”, a cada 10 metros. Esse tipo de guarda corpo deverá ser interrompido na ponte sobre a zona submersível.

O maciço deverá ser construído de apenas um traço de CCR, com Fck aos 90 dias de 9MPa.

No **Quadro 5.4** é apresentada uma composição preliminar do CCR, que poderá ser usada apenas como uma estimativa grosseira para o consumo de materiais. O traço deverá ser realizado do material pétreo britado e os demais materiais pulverulentos disponíveis.

Quadro 5.4 - Composição de CCR (Kg/M3)

MATERIAIS	CCR1
Cimento	90
Água	132
Areia Siltosa	152
Areia de Rio	644
Areia Artificial	219
Brita 25mm	711
Brita 50mm	473

A areia siltosa para as misturas dos traços de CCR poderão ser obtidas na jazida nº7 com ausência total de solos argilosos. A areia de rio deverá ser extraída dos bancos do rio Poty e os agregados pétreos do beneficiamento da rocha da pedreira P-01.

Foi indicada a utilização de uma argamassa de berço, com espessura de 1,0cm, entre as camadas de CCR, em toda a largura da seção da barragem, com a finalidade de promover a ligação efetiva entre as camadas.

Para assegurar uma zona impermeável a montante será construída uma faixa de concreto convencional vibrado, a partir de face de montante, em toda a altura da barragem. Esta zona de concreto vibrado deverá ter uma largura de 0,50m entre o coroamento e a cota 250,00 e numa largura de 0,75m abaixo desta cota até a fundação.

Transversalmente ao maciço de concreto serão abertas juntas de dilatação, ao longo de toda seção, formando blocos com espaçamento típico de 20 metros. Estas juntas deverão ter suas localizações finais definidas a partir do mapeamento geológico – geotécnico da fundação após as escavações.

As seções tipo da barragem de CCR são apresentadas nos desenhos nº BF-PE_11/87 a BF-PE_13/87 no Volume 2.

5.4.4. SISTEMA DE DRENAGEM

Foi previsto uma linha de drenos, formados com diâmetro de 15,0cm na região do concreto convencional da face de montante, nas juntas de contração.

Eles tem a finalidade de captar qualquer fluxo que passe pela primeira linha de vedação das juntas.

Um segunda linha de proteção do maciço de concreto foi prevista através de furos de 7,5cm com espaçamento a cada 4m, ao longo do eixo longitudinal e situados a cerca de 6,0m da face de montante.

Para assegurar a captação de fluxos pela fundação rochosa também foram indicados drenos verticais, com diâmetro de 7,5cm, espaçados a cada 4 metros e distantes do paramento de montante de 5,5m.

Todos os fluxos coletados por estes drenos serão conduzidos para uma galeria de drenagem a ser construída entre as estacas 0+185 e 0+950, com uma largura de 2,50m e altura de 3,20m, com sua face de montante distando 5,0m para o paramento de montante da barragem. A galeria de drenagem foi projetada em três segmentos, a saber:

SEGMENTO 1 (Galeria de Drenagem 1º Nível): A galeria encontra-se entre as estacas 0+185 e 0+600, com o nível do topo do fundo na elevação 246,70m. Para conduzir o fluxo recebido por esta galeria de drenagem previu-se três acessos ao talude de jusante, nas estacas 0+265 (Acesso-1), 0+345 (Acesso-2) e 0+575 (Acesso-3). Neste segmento haverá uma cortina de injeção de cimento espaçados a cada 3,0m inclinados a 15° com a vertical para o lado de montante. Intercalado a cortina de injeção, haverá um furo de drenagem de diâmetro $\phi 3''$, espaçados a cada 3,0m e com 12,0m de profundidade na rocha. Os detalhes da galeria de drenagem 1º nível são mostrados no desenho nº BF-PE-47/87.

SEGMENTO 2 (Galeria de Drenagem 2º Nível): A galeria encontra-se entre as estacas 0+600 e 0+870, com o nível do topo do fundo na elevação 248,20m. Para conduzir o fluxo recebido por esta galeria de drenagem previu-se dois acessos ao talude de jusante localizados na estaca 0+670 (Acesso-4) e 0+810 (Acesso-5) Neste segmento haverá uma cortina de injeção de cimento espaçados a cada 3,0m inclinados a 15° com a vertical

para o lado de montante. Intercalado a cortina de injeção, haverá um furo de drenagem de diâmetro $\phi 3''$, espaçados a cada 3,0m e com 12,0m de profundidade na rocha. Os detalhes da galeria de drenagem 1º nível são mostrados no desenho nº BF-PE-48/87.

SEGMENTO 3 (Galeria de Drenagem 3º Nível): A galeria encontra-se entre as estacas 0+870 e 0+950, com o nível do topo do fundo na elevação 249,60m. Para conduzir o fluxo recebido por esta galeria de drenagem previu-se um único acesso ao talude de jusante localizado na estaca 0+940 (Acesso-6) Neste segmento haverá uma cortina de injeção de cimento espaçados a cada 3,0m inclinados a 15° com a vertical para o lado de montante. Intercalado a cortina de injeção, haverá um furo de drenagem de diâmetro $\phi 3''$, espaçados a cada 3,0m e com 12,0m de profundidade na rocha. Os detalhes da galeria de drenagem 1º nível são mostrados no desenho nº BF-PE-49/87.

O posicionamento da galeria foi decorrente da análise da curva chave da cheia milenar. Nessa situação a galeria deve estar livre para inspeção e verificação das leituras dos medidores de deformação triortogonal, piezômetro, drenos, quantidade de chuvisco, surgimentos de fissuras e outras patologias.

O perfil longitudinal da barragem, com a localização da galeria de drenagem é apresentado no desenho nº BF-PE_08/87 do Volume 2.

5.4.5. SISTEMA DE VEDAÇÃO

O sistema de vedação das juntas de contração constitui-se de duas linhas de juntas de vedação em PVC, do tipo Fungenband O-35, situadas a 0,30 e 0,90m da face de montante, respectivamente, engastadas 0,60m na rocha de fundação e prolongando-se até a camada de revestimento do coroamento. Na região de localização das juntas, o concreto convencional de face se estenderá até 1,10m da face de montante.

Os detalhes das juntas de contração e drenagem são apresentados no desenho nº BF-PE-46/87, do Volume 2.

5.4.6. INJEÇÃO DE CONSOLIDAÇÃO

O maciço rochoso o qual assentará a Barragem Fronteiras serão submetidos ao tratamento de injeção de consolidação.

Os furos de injeção de consolidação serão realizados na área do maciço de CCR, utilizando equipamento roto-percussor. Os furos serão executados após a escavação prevista no projeto e terão uma profundidade de 8,0m, com diâmetro NX (75,3mm).

No desenho n.º BF-PE_58/87 do Volume 2, é mostrado a planta de localização dos furos de injeção de consolidação.

5.4.7. CORTINA DE INJEÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Para impermeabilização da rocha de fundação será executada uma cortina de injeção, através da galeria de drenagem, com uma inclinação de 15° para montante, em toda a extensão da barragem. Previu-se, preliminarmente, uma profundidade abaixo do substrato rochoso, de 18,0m para o trecho compreendido entre estacas 0+188,50 e 0+779,50, com uma profundidade de 15,0m entre as estacas 0+782,50 a 0+869,50 e uma profundidade de 12,0m entre 0+872,50 a 0+947,50.

O detalhamento em planta e perfil da cortina de injeção de impermeabilização pode ser observado nos desenhos n.º BF-PE_59/87 e BF-PE_60/87.

5.4.8. INSTRUMENTAÇÃO

A instrumentação indicada para o maciço de concreto da barragem Fronteiras foi concebida tendo como filosofia os seguintes aspectos:

- Os objetivos para o programa de instrumentação;
- A estimativa de tais objetivos serem obteníveis;
- A variedade mínima para atingir os objetivos;
- Arranjo mínimo dos instrumentos escolhidos para prover a necessidade dos dados;
- A escolha dos tipos de instrumentos mais simples, confiáveis e robustos.
- A instrumentação da estrutura de concreto tem como objetivo:

- Obter informações durante a construção de modo a completar ou modificar o projeto;
- Verificar as hipóteses e segurança do projeto durante a construção e a operação;
- Obter informações de situações peculiares para uso em projetos futuros no estado.

Para o acompanhamento e registros das subpressões no contato com a fundação rochosa foram indicados piezômetros abertos, tipo Casagrande modificado. No trecho insubmersível foram indicadas quatro seções da galeria de drenagem, onde em cada seção serão instalados dois piezômetros, um a montante e outro a jusante da linha de drenagem da fundação. No trecho submersível foram indicadas duas seções da galeria de drenagem, onde em cada seção será instalado um piezômetro no interior da calha de drenagem. Ainda foram indicadas quatro seções no trecho insubmersível onde será instalado um piezômetro em cada seção na parte externa, pelo lado de jusante. O número total de piezômetros projetados para a barragem de CCR e contatos é de 20 unidades.

Medidores triortogonais de juntas foram indicados para serem instalados nas juntas entre os blocos, dentro da galeria de drenagem, com a finalidade de medir deslocamentos em 3 planos de diferentes, com auxílio de um sistema de apoios fixados convenientemente na estrutura. Foram indicados 36 unidades.

Marcos de superfície, implantados através de pinos incrustados na posição central do revestimento do coroamento, serão responsáveis pelos registros de deslocamentos verticais que porventura ocorram ao longo da barragem de concreto. Como referência serão instalados dois *benchmarks* nas ombreiras. O número total de marcos projetados é de 18 unidades.

Nos desenhos nº BF-PE_61/87 e BF-PE_65/87 do Volume 2 é detalhada a localização de cada um dos instrumentos.

5.5. SANGRADOURO

A sangria do volume excedente do lago será feita através da seção de CCR submersível situada entre as estacas 0+360 e 0+560, correspondendo a uma extensão total de 200m. No entanto, pela presença de onze pilares de sustentação com 1,0 m de largura, cada, a largura útil de vertimento na ogiva é de 189,00 m.

No trecho de sangradouro, a seção do maciço apresenta seu coroamento na cota 262,70m, numa ogiva em formato de um perfil do tipo *Creager*, seguida para jusante de um talude com inclinação de 0,75:1,0 (H:V).

A partir da cota 250,00 m será executada uma concha do tipo salto de esquí.

O maciço de concreto deste segmento submersível, de maneira geral, segue com as mesmas concepções do trecho insubmersível, com juntas de contração a cada 20m, sistema de vedação e de drenagem semelhantes porém, o núcleo do maciço será formado unicamente por CCR.

De forma específica, os seguintes detalhes pronunciam-se dentro da concepção do projeto do sangradouro:

Quanto à vedação das juntas de contração, esta será executada por duas juntas de PVC no parâmetro de montante e prosseguida a junta de vedação mais externa pela crista do sangradouro, talude de jusante e a colcha salto de esquí.

Os drenos serão tamponados antes de atingir a superfície de escoamento.

Nesta seção, a faixa de concreto convencional de face será estendida à ogiva do sangradouro e todo o talude de jusante, além de revestir a colcha salto de esquí.

Os blocos nºs 10 e 21, insubmersíveis, funcionarão como contenções laterais ao fluxo do sangradouro, tendo portanto uma “seção tipo” distinta das demais, inclusive com uma largura de somente 10 metros, cada.

A seção tipo do sangradouro e seu muro lateral de proteção é apresentado no desenho nº BF-PE_13/87 do Volume 2.

5.6. TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água da Barragem Fronteiras foi localizada na estaca 0+610, disposta ortogonalmente em relação ao eixo do maciço, com o eixo na cota 245,00 m.

A tomada d'água é composta por uma tubulação com 1.800mm de diâmetro.

Na extremidade de jusante da tubulação foi prevista uma derivação bifurcada de diâmetro DN 1800mm. Para cada derivação está previsto uma curva 45° com diâmetro DN 1800mm e uma redução concêntrica 1.800mmx1.000mm.

Para o conduto foram previstos equipamentos de controle. Na entrada, em sua parte mais a montante, foram projetadas grades e a jusante destas foram localizadas as comportas do tipo *stop-log*. Cada comporta será acionada por uma haste oca, revestida com aço carbono, que também servirá de conduto de aeração.

A jusante de cada derivação de 1000 mm previu-se uma válvula dispersora (*Howell-Bunger*) de 600mm de diâmetro, perfazendo um total de duas unidades.

O conduto de tomada d'água, interno ao maciço da barragem, será assente em um berço de ancoragem com espaçamento máximo de 3,0m entre si. A envoltória do tubo da tomada d'água e do berço de ancoragem será de concreto armado de seção 3,50mx3,50m, com espessura de parede de 0,40m.

A comporta será acionada a partir de uma casa de comando situada no coroamento da barragem. No bloco em que está situada a tomada d'água, entre estacas 0+600 e 0+620, o paramento de montante do maciço avançará 1,50m no sentido do reservatório, com mais uma sacada de 0,50m.

Tendo em vista a preservação das espécies vivas e mesmo do consumo humano e animal que povoam a região circunvizinha ao lago, a cota mínima de operação foi definida como sendo a elevação 250,0m, situação tal que disponibiliza um volume mínimo de 26,32 hm³.

A tomada d'água é detalhada nos desenhos n° BF-PE_50/87 a BF-PE_53/87, do Volume 2.

5.7. ETAPAS CONSTRUTIVAS

5.7.1. GENERALIDADES

A Barragem Fronteiras, que barra o rio Poty, fica situado na microrregião do Sertão de Crateús, no semi-árido nordestino, sendo que nos períodos de estiagem (julho a dezembro) o rio Poty tem o leito totalmente seco, facilitando os trabalhos no seu leito. Tirando partido dessa situação e considerando a topografia do sítio das obras foi desenvolvido as etapas construtivas da obra.

Para efeito do desenvolvimento das etapas construtivas e o dimensionamento de serviços e quantidades foi considerado o início das obras em janeiro do Ano 01. Sabemos, entretanto, que este início dependerá muito da licitação do empreendimento e da emissão da ordem de serviço, quando então se verificará o real período de execução da obra.

5.7.2. PERÍODO DE EXECUÇÃO

Considerando o período de execução da obra se iniciando em janeiro, está sendo estipulado um prazo de execução de 36 meses, ou seja, três anos, portanto, com três períodos chuvosos (cheias) e três períodos secos (estiagem).

5.7.3. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE EXECUÇÃO

A logística prevista para a execução da obra foi apoiada em três fatores primordiais que são o conhecimento do projeto, o prazo de execução da obra e o período chuvoso na região.

Na região tem-se o período chuvoso que vai de janeiro a junho e o de estiagem que vai de julho a dezembro. Desta forma, a obra será desenvolvida em três períodos de chuva e três de estiagem. Para o desvio do rio nos períodos de chuva, está sendo considerado que o rio será desviado para a parte central onde será implantado o vertedouro.

Primeiro Período – Fase 1

Como citado anteriormente, foi previsto o início das obras para janeiro do Ano 01, ou seja, no início de um período chuvoso.

O primeiro período, Fase 1, vai de janeiro/01 a junho/01. Nesse período acontecerá a instalação da empreiteira, serviços de limpeza e escavação nas ombreiras e escavação e maciço da barragem auxiliar.

Na ombreira esquerda será feita as escavações do “cut-off”, entre as estacas -0+240 e 0+080. Na ombreira direita a escavação do “cut-off” será feita entre as estacas 0+740 e 1+480. Para a execução destes serviços está previsto a escavação de cerca de 45.696 m³ de material de 1^a categoria, 16.959 m³ de material de 2^a categoria e 77.494 m³ de material de 3^a categoria.

Para a execução da barragem auxiliar está previsto a escavação de 1.260,39m³ do “cut-off”, 5.227,12m³ de aterro do maciço e 1.576,18m³ de enrocamento e proteção dos taludes.

Nesta fase ainda se iniciará a produção de materiais de britagem e desmonte de rochas para execução de zonas de transição, enrocamentos e CCR.

As escavações do “cut-off” estão sendo apresentadas no desenho BF-PE_68/87.

Segundo Período – Fase 2

O segundo período da obra vai de julho/01 a dezembro/01, um período de estiagem e nele serão atacadas as atividades de escavação e preenchimento de “cut-off”, escavação da fundação da barragem de CCR , execução de maciço de terra e execução de maciço de CCR.

A escavação do “cut-off” da barragem de terra, acontecerá entre as estacas 0+080 e 0+180. A escavação da fundação da barragem de CCR acontecerá entre as estacas 0+180 e 0+740. Estas escavações corresponderão a retirada de 89.870 m³ de material de 1^a categoria, 36.688 m³ de material de 2^a categoria e 199.093 m³ de material de 3^a categoria.

A execução do maciço de terra acontecerá entre as estacas -0+240 e 0+000, onde irá atingir a cota 269,50m, e o trecho entre as estacas 0+080 e 0+280, onde se elevará até atingir a cota 245,00m. A execução do maciço de terra nesta etapa corresponde a um

volume de 212.782 m³ onde estão considerados os aterros compactados, enrocamentos e rip-rap.

A execução do maciço de CCR nesta etapa acontecerá entre as estacas 0+180 a 0+360, e entre 0+620 e 0+900 onde irá atingir a cota 245,00m. Entre as estacas 0+360 e 0+620, será executado até a cota 240,00 m. A execução do maciço de CCR nesta etapa corresponde a um volume de 151.425 m³ de CCR e 40.935 m³ de concreto convencional.

Os serviços que serão executados na Fase 2 poderão ser vistos no desenho BF-PE_69/87.

Terceiro Período – Fase 3

O terceiro período da obra vai de janeiro/02 a junho/02, um período chuvoso, e nele serão priorizados os serviços de execução do maciço de CCR e realizadas pequeno aterro de “cut-off” e edificação de parte do maciço de terra na ombreira esquerda.

O preenchimento do “cut-off” acontecerá entre as estacas 0+020 e 0+080.

A elevação do maciço de terra acontecerá entre as estacas 0+060 e 0+250, onde deverá atingir a cota 250,00m. A execução do maciço de terra nesta etapa corresponde a um volume de 96.060 m³ onde estão considerados os aterros compactados, enrocamentos e rip-rap.

A elevação dos blocos de CCR nesta etapa acontecerá entre as estacas 0+180 e 0+360, e entre as estacas 0+620 e 1+060, onde atingirão a cota 260,00m. A execução do CCR nesta etapa corresponde as ombreiras deixando livre a parte central para a passagem das águas. A execução dos blocos de CCR nesta etapa corresponde a um volume de 100.825,73 m³ de CCR e 27.257 m³ de concreto convencional.

Os serviços que serão executados na Fase 3 poderão ser vistos no desenho BF-PE_70/87.

Quarto Período – Fase 4

O quarto da obra vai de julho/02 a dezembro/02, um período seco, de estiagem, e nele serão incrementados os serviços de preenchimento do “cut-off”, elevação do maciço de

terra em ambas as ombreiras, elevação dos blocos de CCR e serviços na tomada d'água e escada de peixe. Neste período ocorre o fechamento do rio.

A preenchimento do “cut-off” acontecerá entre as estacas 1+100 e 1+480 e a elevação do maciço de terra acontecerá entre as estacas 0+000 e 0+200 até atingir a cota final do coroamento (269,50) e entre as estacas 1+060 e 1+310, até a cota 262,70. A execução do maciço de terra nesta etapa corresponde a um volume de 199.901 m³ de aterros compactados, enrocamentos e rip-rap.

A elevação dos blocos de CCR nesta etapa acontecerá entre as estacas 0+180 e 0+360, até atingir a cota final do coroamento (269,50m), e entre as estacas 0+360 e 1+060, onde a elevação atingirá a cota final do vertedouro (“CREAGER”), cota 262,70m. A execução dos blocos de CCR nesta etapa corresponde a um volume de 118.354 m³ de CCR e 31.995 m³ de concreto convencional.

Neste período serão concluídos a torre da tomada d'água, bem como a galeria e parte dos equipamentos hidro-mecânicos. A escada de peixe será edificada no seu trecho compreendido entre o rio e a caixa de bifurcação.

Os serviços que serão executados na Fase 4 poderão ser vistos no desenho BF-PE_71/87.

Quinto Período – Fase 5

O quinto período da obra vai de janeiro/03 a junho/03, um período chuvoso, e nele serão incrementados os serviços para conclusão dos blocos de CCR e serviços na tomada d'água e escada de peixe. O rio estará fechado e poderá ser iniciada a formação do lago de reservação.

A elevação dos blocos de CCR nesta etapa acontecerá entre as estacas 0+560 e 1+060, até atingir a cota final do coroamento (269,50m). A execução dos blocos de CCR nesta etapa corresponde a um volume de 30.010 m³ de CCR e 8.113 de concretos convencionais.

Neste período serão concluídas a casa de comando de válvula, a implantação dos equipamentos hidro-mecânicos e a escada de peixe. Será atacada a meso estrutura e parte da superestrutura da ponte sobre o vertedouro.

Os serviços que serão executados na Fase 5 poderão ser vistos no desenho BF-PE_72/87.

Sexto Período – Fase 6

O sexto período da obra vai de julho/03 a dezembro/03, um período seco, e nele serão incrementados os serviços para conclusão do maciço de terra da ombreira direita, a ponte sobre o sangradouro, instrumentação e serviços complementares.

A conclusão do maciço de terra nesta etapa acontecerá entre as estacas 1+060 e 1+480, até atingir a cota final do coroamento (269,50m). A execução do maciço de nesta etapa corresponde a um volume de 57.901 m³ de aterro.

Neste período serão concluídas a meso e superestrutura da ponte sobre o vertedouro, além da implantação da instrumentação, meio fios e barreira New Jersey

Os serviços que serão executados na Fase 6 poderão ser vistos no desenho BF-PE_73/87.

5.8. PONTE SOBRE O SANGRADOURO

Para permitir o tráfego contínuo sobre o coroamento da barragem, projetou-se uma ponte de concreto sobre o sangradouro, com 200 m de extensão e largura total de 9,80 m. A referida ponte é sustentada por onze pilares que apoiam diretamente na ogiva do sangradouro, formando 10 vãos de 16,0 m e dois extremos de 14,50 m.

Cada pilar tem largura de 1 metro, portanto, a largura livre do vertedouro na ogiva é de 189 metros lineares.

No Volume 7 – “ Projeto Estrutural da Ponte sobre o Sangradouro” deste projeto são apresentadas as memórias de cálculo dos dimensionamentos das estruturas da ponte além, dos desenhos (BT- EP 01/7 a BT- EP 07/7) com planta, seções e detalhes construtivos.

5.9. ESCADA DE PEIXE

Procedeu-se a realização de estudos buscando eleger alternativas para escolha da melhor solução para o problema da obstrução do fluxo de peixes rio acima, ocasionado pela construção da Barragem. A movimentação dos peixes decorre da necessidade da desova, ocorrência conhecida como *piracema*. Os estudos focaram o estudo da fauna ictiológica, sua diversidade de espécies, as características e outras informações de interesse para o projeto. Estes estudos são apresentados no item 9 - Anexo. Foram analisadas a adequabilidade de adoção de diversos tipos de estruturas para a passagem dos peixes que migram, tanto quanto as espécies-alvo, arranjo geral do projeto da barragem e características do regime do próprio rio. Confrontou-se estruturas do tipo eclusas, elevadores, escadas, passagem Denil e até mesmo a possibilidade de uma pequena escada sem atingir o reservatório, com um caminhão tanque com oxigenação para transporte até o reservatório.

Concluiu-se pela adoção de uma estrutura de passagem de peixes constituída por uma escada com largura de 3,50 m, com entrada no ponto de coordenadas 288.504E e 9.441.878,6 N e cota de fundo 349,00 m. Deste ponto segue em rampa de 0,0349 m/m até uma caixa de 10, 0 m largura, com centro no ponto de coordenadas 288.546E e 9.442.423 N e cota 257,90 m, de onde partem duas estruturas independentes que direcionam-se a estaca 0+910 na cota 257,90 m e estaca 1+010, na cota 260,30 m.

Ao longo de todo o canal principal (entrada-caixa) foram previstas paredes defectoras a cada 5,10 m. No canal caixa- estaca 1+010 as paredes equidistam de 8,70 m e inexistem no canal caixa-estaca 0+910, por ser situar todo no nível 257,90 m.

Nas estruturas de saída o fluxo é controlado por uma comporta deslizante de 2,40 x 2,40 m e uma comporta ensecadeira do tipo stop -log, acionadas a partir do nível do coroamento. Esta plataforma de operação constitui-se de uma extensão de 7,0 m de largura a partir da face jusante da barragem.

Detalhes da estrutura projetada encontram-se nos desenhos BF-PE-74/87 e BF-PE-75/87 do Volume 2.

5.10. PONTE SOBRE O SANGRADOURO

Para permitir o tráfego contínuo sobre o coroamento da barragem, projetou-se uma ponte de concreto sobre o sangradouro, com 200 m de extensão e largura total de 9,80 m. A referida ponte é sustentada por onze pilares que apoiam diretamente na ogiva do sangradouro, formando 10 vãos de 16,0 m e dois extremos de 14,50 m.

Cada pilar tem largura de 1 metro, portanto, a largura livre do vertedouro na ogiva é de 189 metros lineares.

No Volume 7 – “ Projeto Estrutural da Ponte sobre o Sangradouro” deste projeto são apresentadas as memórias de cálculo dos dimensionamentos das estruturas da ponte além, dos desenhos (BT- EP 01/7 a BT- EP 07/7) com planta, seções e detalhes construtivos.

5.11. ESCADA DE PEIXE

Procedeu-se a realização de estudos buscando eleger alternativas para escolha da melhor solução para o problema da obstrução do fluxo de peixes rio acima, ocasionado pela construção da Barragem. A movimentação dos peixes decorre da necessidade da desova, ocorrência conhecida como *piracema*. Os estudos focaram o estudo da fauna ictiológica, sua diversidade de espécies, as características e outras informações de interesse para o projeto. Estes estudos são apresentados no item 9 - Anexo. Foram analisadas a adequabilidade de adoção de diversos tipos de estruturas para a passagem dos peixes que migram, tanto quanto as espécies-alvo, arranjo geral do projeto da barragem e características do regime do próprio rio. Confrontou-se estruturas do tipo eclusas, elevadores, escadas, passagem Denil e até mesmo a possibilidade de uma pequena escada sem atingir o reservatório, com um caminhão tanque com oxigenação para transporte até o reservatório.

Concluiu-se pela adoção de uma estrutura de passagem de peixes constituída por uma escada com largura de 3,50 m, com entrada no ponto de coordenadas 288.504E e 9.441.878,6 N e cota de fundo 349,00 m. Deste ponto segue em rampa de 0,0349 m/m até uma caixa de 10, 0 m largura, com centro no ponto de coordenadas 288.546E e 9.442.423 N e cota 257,90 m, de onde partem duas estruturas independentes que direcionam-se a estaca 0+910 na cota 257,90 m e estaca 1+010, na cota 260,30 m.

Ao longo de todo o canal principal (entrada-caixa) foram previstas paredes defectoras a cada 5,10 m. No canal caixa- estaca 1+010 as paredes equidistam de 8,70 m e inexistem no canal caixa-estaca 0+910, por ser situar todo no nível 257,90 m.

Nas estruturas de saída o fluxo é controlado por uma comporta deslizante de 2,40 x 2,40 m e uma comporta ensecadeira do tipo stop -log, acionadas a partir do nível do coroamento. Esta plataforma de operação constitui-se de uma extensão de 7,0 m de largura a partir da face jusante da barragem.

Detalhes da estrutura projetada encontram-se nos desenhos BF-PE-74/87 e BF-PE-75/87 do Volume 2.

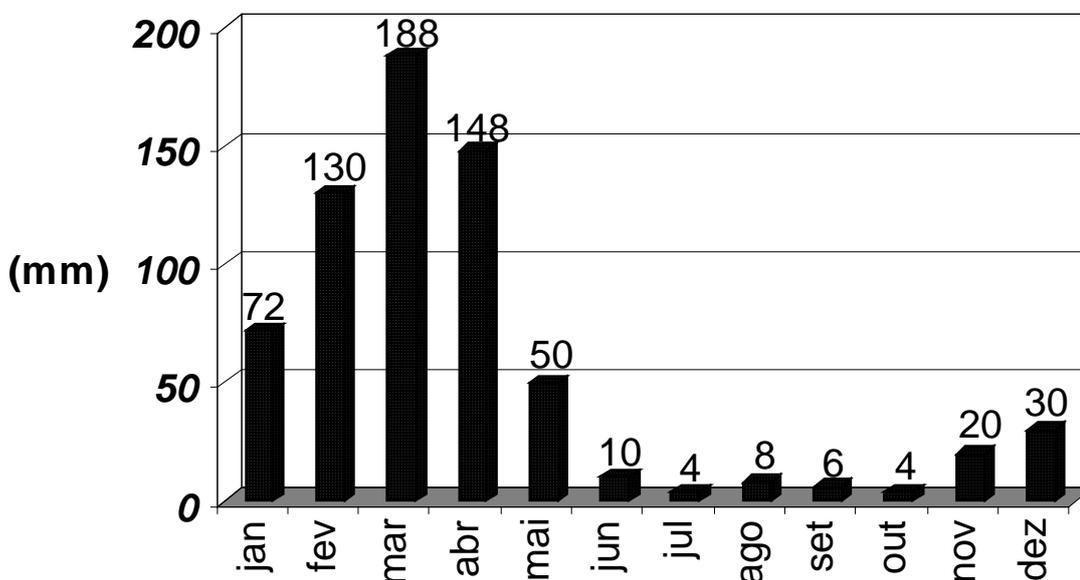
6. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

6. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

O cronograma de construção das obras da Barragem Fronteiras foi elaborado com o objetivo de orientar a firma Executante quanto a seqüência de execução de cada serviço e seus períodos adequados. A concepção do cronograma baseou-se na observação da região quanto a intensidade de chuva nos diversos períodos do ano. O cronograma deverá ser observado em suas etapas de trabalho, a fim de que as obras tenham um bom desenvolvimento como um todo.

O hietograma apresentado na Figura 6.1 refere-se às médias mensais, representando o comportamento em geral observado, especialmente, para os anos normais e úmidos. Quando da ocorrência de anos secos, pode ocorrer uma distribuição ainda mais irregular, com maior concentração das chuvas nos meses de março a maio. Sendo assim, não é raro que alguns anos reconhecidamente deficientes apresentem índices anuais próximos do médio. Conclui-se, portanto, que os anos podem ser considerados deficientes (secos) seja em função da quantidade de chuvas, seja em função da sua distribuição ao longo dos meses

Figura 6.1: Hietograma Típico da Bacia do Poty, no Posto Novo Oriente.



O cronograma foi definido basicamente considerando estas duas etapas bem características, quais sejam, períodos de estiagem e períodos de chuva. Programou-se o início da execução das obras para o começo de um período seco e o término 36 meses após.

Buscou-se dentro dos limites de tempo e do clima, encaixar as obras de terraplenagem escavações de fundações e trabalho na zona da calha do rio no período seco dos anos, e para o período chuvoso, trabalhos tais como escavação em rocha, concretagem do maciço de CCR.

No **Quadro 6.1** é mostrado o cronograma de construção com os diversos serviços e seus respectivos tempos de execução e no **Quadro 6.2**, o Cronograma Financeiro dos respectivos serviços

QUADRO 6.1 - CRONOGRAMA FÍSICO DE SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM FRONTEIRAS

SERVIÇOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
1. Administração	100%																																						
2. Instalação e Manutenção	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%		
3. Desmatamento racional	10%																											10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	
4. Mobilização e desmobilização	50%																																					50%	
5. Limpeza do Local das obras e caminhos de serviço		40%	60%																																				
6. Escavação da Trincheira de Vedação da Barragem de Terra			10%	20%	20%	20%	20%	10%																															
7. Escavação da Fundação da Barragem de CCR					5%	5%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	10%																										
8. Injeções de Impermeabilização no Maciço de Terra											10%	20%	20%	25%	25%																								
9. Tratamento das Fundações da Barragem de CCR							5%	5%	5%	5%	10%	10%	4%	4%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	3,0%												
10. Exploração das Jazidas / Pedreiras / Areal					5%	5%	5%	5%	5%	5%	7%	7%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	3%	3%	2%										
11. Execução do Maciço de Terra							5%	5%	5%	5%	10%	10%	3%	3%	3%	2%	3%	3%	6%	6%	6%	5%	5%	5%							3%	3%	2%	2%					
12. Execução do Maciço de CCR							3%	5%	7%	7%	8%	8%	5%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	2%	2%	2%	1%										
13. Execução da Tomada D'água																																							
14. Injeção de Impermeabilização no Maciço de CCR																5%	5%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	10%	10%	10%	10%	10%											
15. Instalação dos Equipamentos Hidromecânicas																													10%	15%	15%	20%	20%	20%					
16. Ponte sobre o Vertedouro																											2%	2%	2%	2%	2%	2%	10%	10%	10%	20%	20%	20%	
17. Escada de Peixe																				2%	3%	5%	10%	15%	15%	15%	15%	20%											
18. Instrumentação																																				20%	25%	25%	30%
19. Remanejamento de infraestrutura																													15%	15%	15%	15%	15%	15%	10%	10%	10%	5%	
20. Acabamento das Obras																																					40%	60%	

QUADRO 6.2 - CRONOGRAMA FINANCEIRO DE SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM FRONTEIRAS

SERVIÇOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36									
1. Administração	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%								
2. Instalação e Manutenção	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%	2,78%							
3. Desmatamento racional	10%																												10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%							
4. Mobilização e desmobilização	50%																																					50%							
5. Limpeza do Local das obras e caminhos de serviço, divulgação		40%	60%																																										
6. Escavação da Trincheira de Vedação da Barragem de Terra			10%	20%	20%	20%	20%	10%																																					
7. Escavação da Fundação da Barragem de CCR					5%	5%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	10%																																
8. Injeções de Impermeabilização no Maciço de Terra											10%	20%	20%	25%	25%																														
9. Tratamento das Fundações da Barragem de CCR							5%	5%	5%	5%	10%	10%	4%	4%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	3,0%																		
10. Exploração das Jazidas / Pedreiras / Areal					5%	5%	5%	5%	5%	7%	7%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	3%	3%	2%																
11. Execução do Maciço de Terra							5%	5%	5%	5%	10%	10%	3%	3%	3%	2%	3%	3%	6%	6%	6%	5%	5%	5%											3%	3%	2%	2%							
12. Execução do Maciço de CCR							3%	5%	7%	7%	8%	8%	5%	4%	4%	4%	4%	4%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	2%	2%	2%	1%																
13. Execução da Tomada D'água																			10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	5%	5%	5%	5%														
14. Injeção de Impermeabilização no Maciço de CCR																5%	5%	8%	8%	8%	8%	8%	10%	10%	10%	10%	10%																		
15. Instalação dos Equipamentos Hidromecânicos																																													
16. Ponte sobre o Vertedouro																													2%	2%	2%	2%	2%	2%	10%	10%	10%	20%	20%						
17. Escada de Peixe																			2%	3%	5%	10%	15%	15%	15%	15%	20%																		
18. Instrumentação																																					20%	25%	25%	30%					
19. Remanejamento de infraestrutura																																						15%	15%	15%	15%	15%	10%	10%	5%
CUSTO MENSAL (R\$)	4.175.916,79	4.175.916,79	1.791.818,18	2.549.084,09	564.551,19	1.102.027,32	1.138.804,29	4.699.890,65	6.172.904,52	8.163.394,51	8.163.394,51	9.693.069,70	9.714.253,94	5.861.060,63	6.061.785,46	4.049.355,12	4.108.643,01	4.227.555,36	4.476.893,37	5.771.778,31	5.882.419,80	6.159.023,53	6.316.714,90	6.409.179,24	6.409.179,24	3.489.872,36	3.751.995,76	2.543.043,70	3.094.757,47	3.005.942,71	3.005.942,71	3.005.942,71	3.695.698,21	3.695.698,21	3.760.927,83	3.232.175,21	2.994.350,50	5.131.529,31							
CUSTO ACUMULADO (R\$)	4.175.916,79	5.967.734,97	8.516.819,06	9.101.370,24	10.203.397,56	11.342.201,86	16.042.092,51	22.214.997,02	30.378.391,54	38.541.786,05	48.234.855,75	57.949.109,70	63.810.170,33	67.871.955,79	71.921.310,91	76.029.953,92	80.257.509,28	84.734.402,65	90.506.180,96	96.388.600,76	102.547.624,29	108.864.339,19	115.273.518,43	121.682.697,67	125.172.570,02	128.924.565,78	131.467.609,48	134.562.366,95	137.568.309,66	140.574.252,38	144.269.950,59	147.965.648,81	151.726.576,64	154.958.751,84	157.953.102,34	163.084.631,66									

7. CANTEIRO DE OBRAS

7. CANTEIRO DE OBRAS

As obras previstas consistem basicamente na implantação de dois maciços de terra e um de concreto CCR, na barragem principal, e de um dique de contenção de fuga na ombreira esquerda. Incluem, além das obras complementares, como ponte sobre o vertedouro, escada de peixe e tomada d'água, o desmatamento racional da bacia hidráulica, estrada de contorno para acesso e remanejamento de infraestrutura elétrica dentro da bacia.

Para a escolha do local do acampamento e canteiro das obras ponderou-se que diante dos quantitativos de serviços quantificados, é conveniente que o acampamento situe-se o mais próximo possível das obras da barragem e, preferencialmente, na faixa lindeira de vias e perto do distrito de Ibiapaba. Selecionou-se uma área alternativa de aproximadamente 15 há, no lado esquerdo da rodovia BR-226, sentido Crateús-Ibiapaba, a jusante do barragem, em ponto de coordenadas 287.920 E / 9.404.241 N. Outra área alternativa situa-se nas margens da via que liga Ibiapaba a Assis, junto a futura Usina de Concreto, nas cercanias das coordenadas 288.050/9.442.130.

As instalações de britagem foi considerada situada no lado do rio oposto ao acampamento (ombreira direita), a uma distancia segura da Pedreira 01, em terras entre cotas 260,00 e 270,00, dentro da poligonal de desapropriação. As coordenadas aproximadas do local do britador são: 289.254/9.443.060.

O local para abrigar a usina de concreto situa-se imediatamente a jusante do eixo, junto a via de ligação de Ibiapaba a Assis, próxima das coordenadas 288.050/9.442.130.

A imagem apresentada na Figura 7.1, em anexo orienta quanto a localização das alternativas de acampamento e instalações de britagem /concreto.

No desenho de Localização das ocorrências (BF-PE-06/87) assinala-se as instalações referidas anteriormente.



DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS - DNOCS
 INSTITUTO DE ESTUDOS, PESQUISAS E PROJETOS DA UECE - IEPRO



ELABORAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO E ADEQUAÇÃO DO RELATÓRIO
 DE IMPACTO AMBIENTAL E DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA DA BARRAGEM
 FRONTEIRAS NO MUNICÍPIO DE CRATEÚS, NO ESTADO DO CEARÁ

Estudos e Projeto:



FIGURA 7.1 - LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES
 PARA CONSTRUÇÃO DAS OBRAS

As localizações indicadas fornecem as seguintes distancias de transporte:

ORIGEM	DESTINO	DISTÂNCIA DE TRANSPORTE (Km)
PEDREIRA P-01	BRITADOR	0,80
BRITADOR	USINA DE CONCRETO	2,30
USINA DE CONCRETO	EIXO BARRAGEM (est 0+630)	0,80

O projeto do canteiro de obras considerou as construções discriminadas no quadro a seguir:

N.º	CONSTRUÇÃO	ÁREA (m²)
1	ADMINISTRAÇÃO	
1.1	ESCRITÓRIO DA CONSTRUTORA	296,24
1.2	Escritório da Fiscalização	105,88
1.3	Ambulatório/CIPA	105,88
1.4	Topografia/ Comunicação/Transporte	72,6
1.5	Laboratórios de Solo e Concreto	139,50
1.6	Escritório Meio Ambiente	105,88
1.7	GUARITA	12,00
1.8	ESTACIONAMENTO COBERTO	300,00
2	OFICINA	
2.1	Oficina Mecanica	510,00
2.2	Borracharia/Lubrificação	72,00
2.3	Almoxarifado	72,00
2.4	Área de Almoxarifado	216,00
2.5	Rampa de lavagem	24,00

N.º	CONSTRUÇÃO	ÁREA (m²)
2.6	Posto de Abastecimento	16,00
3.	REFEITÓRIO	
3.1	Refeitórios nível A, B e C	360,00
3.2	Cozinha/ Câmara Fria	120,00
3.3	Sanitários	21,60
4.	ÁREA DE PRODUÇÃO	
4.1	Depósito de cimento	270,00
4.2	Central de Carpintaria	120,00
4.3	Pátio de formas	60,00
4.4	Central de Armação	120,00
4.5	Baia de Aço	72,00
4.6	Paiol	60,00
4.7	Vestiários/Sanitários	48,00
4.8	Área de Estacionamento coberto	60,00
4.9	Área de estacionamento descoberto e circulação	2000,00
5.	INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS	
5.1	Escritório de Apoio	25,41
5.2	Pesagem	32,00
5.3	Sanitários	21,60
5.4	Usina de concreto	750,00
5.5	Instalação de britagem	1000,00
5.6	Araa de circulação	1000,00
5.7	Guarita	12,00

N.º	CONSTRUÇÃO	ÁREA (m ²)
6.	ALOJAMENTO	
6.1	Alojamento básico	852,40
6.2	Sanitários	145,54
6.3	Lavanderia	72,77
6.4	Guarita	12,00
6.5	Residência de Engenheiros	196,02
6.6	Alojamento de encarregados	375,40
6.7	Área de estacionamento coberto	180,00
6.8	Área de estacionamento descoberto e circulação	1200,00

Todas as construções foram previstas para serem edificadas com o uso de compensado de madeira, excetuando-se o escritório administrativo da construtora, a residência dos engenheiros e a caixa d'água que estará assente sobre estrutura de concreto armado e o vestiário/sanitários será de alvenaria de tijolo duplo e simples. A escolha do uso de madeira se deu pelo fato da rapidez da construção e de desmontagem, seu reaproveitamento e por requerer um volume de demolição muito menor, o que proporciona uma reduzida quantidade de resíduos sólidos e conseqüente reduzido impacto ambiental. No entanto, a Fiscalização, por seu interesse de uso posterior das instalações para outras finalidades, poderá optar por estruturas de alvenaria de tijolo furado.

8. RESUMO DOS INVESTIMENTOS

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM FRONTEIRAS, EM CRATEÚS, CEARÁ

RESUMO DO ORÇAMENTO

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	PREÇO TOTAL
1.0	TRABALHOS PREPARATÓRIOS	38.932.645,02
2.0	BARRAGEM DE CCR	94.950.310,27
3.0	BARRAGEM DE TERRA	12.721.931,73
4.0	INSTRUMENTAÇÃO	920.709,86
5.0	TOMADA D'ÁGUA	3.782.430,85
6.0	PONTE SOBRE O TRECHO SUBMERSÍVEL	2.497.590,02
7.0	DIQUE DE TERRA - OMBREIRA ESQUERDA	149.308,22
8.0	IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES TIPO ESCADA DE PEIXE	5.532.074,52
9.0	OBRAS DE REMANEJAMENTO DA INFRAESTRUTURA DA BACIA	3.597.631,17
TOTAL GERAL		163.084.631,66