

MÓDULO III PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM GAMELEIRA

VOLUME III – DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO

TOMO 5 – SÍNTESE

Rev.	Data	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Aut.
00	Abr/02	Emissão Inicial	WBSR	WBSR/JRPB	NKT	NKT
01	Abr/02	Alterações Segundo as considerações da 37ª Reunião do PISB	WBSR	WBSR/JRPB	NKT	NKT
02	Jul/02	Alterações Segundo as considerações da 39ª Reunião do PISB	WBSR	WBSR/JRPB	NKT	NKT
03	Set/02	Alterações Segundo as considerações da 40ª Reunião do PISB	WBSR	WBSR/JRPB	NKT	NKT
04	Nov/02	Alterações Segundo as considerações da 41ª Reunião do PISB	WBSR	WBSR/JRPB	NKT	NKT
05	Dez/02	Alterações Segundo as considerações da 42ª Reunião do PISB	WBSR	WBSR/JRPB	NKT	NKT
06	Abr/03	Projeto Final com as considerações da 43ª Reunião do PISB	WBSR	WBSR/JRPB	NKT	NKT
07	Jun/03	Projeto Final – Com as Considerações da 44ª Reunião do PISB	WBSR	WBSR/JRPB	NKT	NKT
08	Jul/03	Projeto Final – Com as Considerações da 45ª Reunião do PISB	WBSR	WBSR/JRPB	NKT	NKT

ÍNDICE

ÍNDICE

<u>APRESENTAÇÃO</u>	4
<u>1 - INTRODUÇÃO</u>	7
<u>2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO</u>	13
<u>3 - PROJETO DA BARRAGEM</u>	16
<u>3.1 - CONCEPÇÃO DA BARRAGEM</u>	17
<u>3.1.1 - Caracterização da Fundação</u>	17
<u>3.1.2 - Rebaixamento do Lençol Freático</u>	20
<u>3.1.3 - Geometria da Trincheira de Fundação</u>	21
<u>3.1.4 - Cortina de Injeção</u>	21
<u>3.1.5 - Local de Bota-Fora</u>	21
<u>3.1.6 - Maciço da Barragem</u>	22
<u>3.1.7 - Sangradouro</u>	23
<u>3.1.8 - Tomada D'Água</u>	24
<u>3.1.9 - Apresentação do Projeto</u>	24
<u>4 - RESUMO DOS INVESTIMENTOS</u>	26

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Os serviços executados pelo Consórcio JP ENGENHARIA – AGUASOLOS – ESC/TE, no âmbito do Contrato nº 005/PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH/2001, assinado em 22/03/2001 com a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE), tem como objeto a Elaboração dos Estudos de Viabilidades Técnicas, Ambientais e Econômicas, EIA's-RIMA's, Projetos Executivos, Levantamentos Cadastrais e Planos de Reassentamentos de Populações, Manuais de Operação e Manutenção e Avaliação Financeira e Econômica, referentes às Barragens GAMELEIRA, TRAIRI, JENIPAPEIRO, MARANGUAPE I e MARANGUAPE II e Adutoras de ITAPIPOCA, TRAIRI, IPAUMIRIM/BAIXIO/UMARI e MARANGUAPE/SAPUPARA/URUCARÁ/LADEIRA GRANDE, no Estado do Ceará.

Os estudos desenvolvidos, em atendimento aos Termos de Referência, são constituídos por atividades multidisciplinares que permitem a elaboração de relatórios específicos organizados em Módulos, Volumes e Tomos. As partes e tomos que compõem o acervo do contrato são os apresentados na seqüência:

Módulo I – Estudos de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras

VOLUME I – Estudo de Alternativas e Opções para a Localização dos Eixos Barráveis e Adutoras

Módulo II – Estudos dos Impactos Ambientais

VOLUME I – Estudos dos Impactos Ambientais - EIA

VOLUME II – Relatório dos Estudos dos Impactos Ambientais - RIMA

Módulo III – Projeto Executivo das Barragens

VOLUME I – Estudos Básicos

Tomo 1 – Relatório Geral

Tomo 2 – Estudos Hidrológicos

Tomo 3 – Estudos Cartográficos

Tomo 4 – Estudos Topográficos

Tomo 5 – Estudos Geológicos e Geotécnicos

VOLUME II – Anteprojeto

Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral

Tomo 2 – Plantas

VOLUME III – Detalhamento do Projeto Executivo

Tomo 1 – Memorial Descritivo do Projeto

Tomo 2 – Memória de Cálculo

Tomo 3 – Especificações Técnicas

Tomo 4 – Quantitativos e Orçamentos

Tomo 5 – Síntese

Tomo 6 – Plantas

Módulo IV – Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento**VOLUME I – Levantamento Cadastral**

Tomo 1 – Relatório Geral

Tomo 2 – Laudos Individuais de Avaliação

VOLUME II – Plano de Reassentamento

Tomo 1 – Diagnóstico Socioeconômico

Tomo 2 – Detalhamento do Plano de Reassentamento

Módulo V – Projeto Executivo das Adustras**VOLUME I – Estudos Básicos - Levantamentos Topográficos e
Investigações Geotécnicas****VOLUME II – Anteprojeto****VOLUME III – Detalhamento do Projeto Executivo**

Tomo 1 – Memorial Descritivo

Tomo 2 – Memória de Cálculo

Tomo 3 – Quantitativos e Orçamentos

Tomo 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medições

Tomo 5 – Plantas

Módulo VI – Elaboração dos Manuais de Operação e Manutenção**VOLUME 1 – Manuais de Operação e Manutenção****Módulo VII – Avaliação Financeira e Econômica do Projeto****VOLUME 1 – Relatório de Avaliação Financeira e Econômica do Projeto**

O presente relatório é nomeado como *Volume III – Detalhamento do Projeto Executivo, Tomo 5 – Síntese*, e é parte integrante do Módulo III.

1 - INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

Atendendo ao disposto nos Termos do Contrato Nº 005-PROGERIRH/PILOTO/CE/SRH/2001 e seus correspondentes anexos, compostos do Edital de Concorrência SDP Nº 05/00-PROGERIR/SRH/CE e a Proposta Técnica e de Preços, referente ao Projeto Executivo da Barragem Gameleira, no Estado do Ceará, estamos apresentando o presente relatório, descrevendo as etapas que foram empreendidas no “Módulo III” do mencionado contrato, inerentes ao Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem Gameleira.

O objetivo deste trabalho é descrever e apresentar o detalhamento da concepção do projeto executivo da Barragem Gameleira. Assim sendo, o relatório é abordado nos seguintes tópicos, a saber:

- Localização e Acesso;
- Projeto da Barragem;
- Orçamento.

As principais características da Barragem Gameleira são apresentadas na ficha técnica a seguir:

FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM GAMELEIRA

– **Identificação**

Denominação: Barragem Gameleira
 Estado: Ceará
 Município: Itapipoca
 Sistema: Litorâneo
 Rio Barrado: Rio Mundaú
 Coordenadas UTM (Marco-M02 = est.8+16,00 do eixo da barragem):
 E(X)=445.289,57
 N(Y)=9.627.341,74
 Proprietário: Estado do Ceará/SRH
 Autor do Projeto: Consórcio JP-ENG/AGUASOLOS/ESC-TE
 Data do Projeto: Junho/2003

– **Bacia Hidrográfica**

Área: 519,77 km²
 Precipitação média anual: 1.150,50 mm
 Evaporação média anual: 1.914,70 mm

– **Características do Reservatório**

Área da bacia Hidráulica (cota 37,00m):	1.147,80 ha
Volume acumulado (cota 37,00 m):	52,642 hm ³
Volume afluyente média anual:	89,93 hm ³
Volume morto do reservatório (cota 29,00m):	4,30 hm ³
Vazão regularizada: (90%):	0,649 m ³ /s
Vazão afluyente max. de projeto (TR=1.000anos)	893,00 m ³ /s
Vazão max. de projeto amortecida (TR=1.000anos)	405,0 m ³ /s
Vazão afluyente max. de verificação (TR=10.000anos)	1.186,00 m ³ /s
Vazão max. de verificação amortecida (TR=10.000anos)	469,00 m ³ /s
Nível d'água máximo normal:	37,00 m
Nível d' água max. maximorum (TR=1.000anos):	38,80 m
Nível d' água max. maximorum (TR=10.000anos):	38,98 m

– **Barragem**

Tipo:	Homogênea de Terra
Altura máxima:	19,50 m
Largura do coroamento:	6,00 m
Extensão pelo coroamento:	1.939,14 m
Cota do coroamento:	El. 41,00 m
Cota da soleira:	37,00 m
Volume de escavação (Fundação):	69.332,93 m ³
Volume do maciço:	254.866,53 m ³
Volume do maciço (cut-off):	13.978,83 m ³
Volume do Enrocamento (Rip-Rap e Rock-Fill):	47.909,00 m ³
Volume de transições:	14.530,00 m ³
Volume de Areia (Filtro e Transições):	18.330,00 m ³
Largura máxima da base:	98,50 m
Talude de Montante:	1,0 v: 2,5 h
Talude de Jusante:	1,0 v: 2,0h

– **Tomada de água**

Tipo:	Galeria com controle a jusante em tubo de aço ASTM A-36
Localização:	ombreira esquerda estaca 13+11,75

Número de condutos:.....1 (um)
 Diâmetro: 700,00 mm
 Comprimento do conduto:..... 131,54 m
 Cota da geratriz inferior a montante:..... El. 25,15 m
 Cota de geratriz inferior a jusante: El. 25,15 m
 Volume de escavação:.....2.700,00 m³
 Volume de concreto armado:..... 120,00 m³
 Volume do concreto de regularização:.....28,00 m³
 Comprimento total (incluindo entrada e saída): 84,45 m

– **Vertedouro**

Tipo: Canal Escavado com Perfil Creager e Bacia de Dissipação
 Localização: ombreira esquerda estaca 16+0,00
 Largura: 80,00 m
 Cota da soleira: 37,00 m
 Material:concreto massa
 Altura do muro creager: 15,00 m
 Vazão máxima de projeto amortecida (Tr=1.000 anos): 405,00 m³/s
 Lâmina máxima Prevista (T.R=1000anos):..... 1,80 m
 Lâmina máxima Prevista (T.R=10.000anos):..... 2,00 m
 Borda livre:.....2,20 m
 Volume de concreto massa 11.350,00 m³
 Extensão total do canal (Restituição + Aproximação):..... 250,00 m

Canal de Restituição

Tipo:..... Canal escavado em solo
 Largura: 80,00 m
 Extensão:..... 210,00 m
 Volume de escavação comum: 68.972,43 m³

Canal de Aproximação

Tipo:..... Canal escavado em solo
 Largura: 80,00 m
 Extensão:..... 40,00 m
 Volume de escavação comum: 13.137,61 m³

Muros de Contenção Lateral

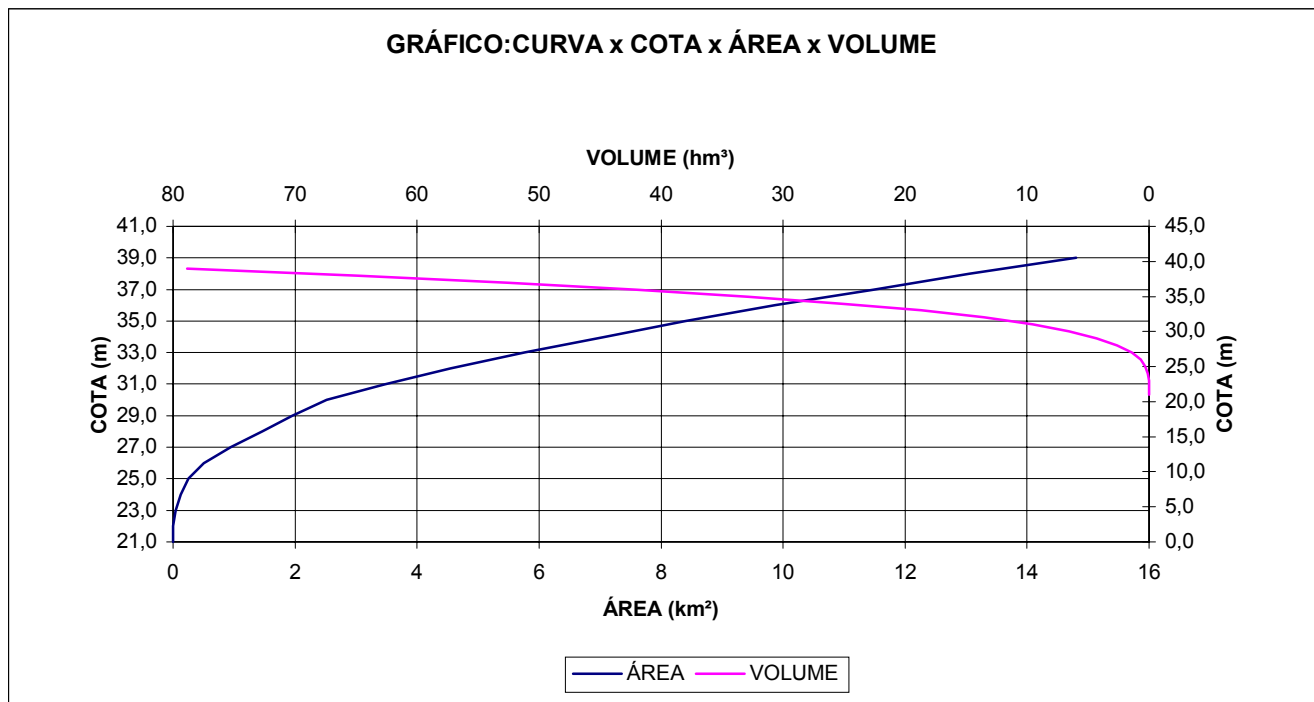
Material: Concreto massa
 Altura máxima: 19,00 m
 Extensão: 70,74 m
 Comp. na margem direita: 70,74 m
 Comp. na margem esquerda: 70,74 m
 Volume de concreto massa 11.350,00 m³

Bacia de Dissipação

Extensão: 20,00 m
 Largura: 80,00 m
 Material: Concreto massa
 Volume de concreto massa: 1.668,80 m³

A curva Cota x Área x Volume é mostrada no Gráfico 1.1, enquanto no Quadro nº1.1 é apresentado a tabulação dos dados da curva.

Gráfico 1.1



CURVA COTA X ÁREA X VOLUME

Quadro nº 1.1

COTA	AREA (m ²)	VOLUME (m ³)	VOLUME ACUMULADO (m ³)
21,0	0	0	0
22,0	3.474,00	1.737,00	1.737,00
23,0	40.215,00	21.844,50	23.581,50
24,0	130.827,00	85.521,00	109.102,50
25,0	255.669,00	193.248,00	302.350,50
26,0	507.616,00	381.642,50	683.993,00
27,0	941.207,00	724.411,50	1.408.404,50
28,0	1.465.962,00	1.203.584,50	2.611.989,00
29,0	1.950.203,00	1.708.082,50	4.320.071,50
30,0	2.521.580,00	2.235.891,50	6.555.963,00
31,0	3.460.176,00	2.990.878,00	9.546.841,00
32,0	4.540.899,00	4.000.537,50	13.547.378,50
33,0	5.764.842,00	5.152.870,50	18.700.249,00
34,0	7.060.694,00	6.412.768,00	25.113.017,00
35,0	8.389.205,00	7.724.949,50	32.837.966,50
36,0	9.870.450,00	9.129.827,50	41.967.794,00
37,0	11.478.747,00	10.674.598,50	52.642.392,50
38,0	13.055.234,00	12.266.990,50	64.909.383,00
39,0	14.808.892,00	13.932.063,00	78.841.446,00

2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O Açude Gameleira será implantado em um boqueirão do rio Mundaú, divisa dos municípios de Itapipoca e Trairi, distando aproximadamente 16km a leste da cidade de Itapipoca e 26km a norte da cidade de Tururu.

O acesso à área da barragem Gameleira, partindo-se de Fortaleza, é feito pela BR-222 percorrendo-se cerca de 100km até a cidade de Tururu. Daí segue-se 17km no rumo norte por estrada que dá acesso ao povoado de Cemoaba e percorrendo-se cerca de mais 15km até a Fazenda Gameleira, onde se localiza o boqueirão barrável.

Outra opção de acesso é seguir pela CE-085, percorrendo-se cerca de 90km até a localidade de Tamanduá, tomando-se o entroncamento no rumo sul em direção à localidade de Cemoaba, percorrendo-se cerca de 12km até o trecho do barramento (ver Figura 1.1 a seguir).

Mapa de localização

3 - PROJETO DA BARRAGEM

3 – PROJETO DA BARRAGEM

O projeto da Barragem Gameleira foi elaborado a partir da apresentação de soluções técnicas alternativas para os diversos tipos de possíveis maciços, a comparação destas alternativas e finalmente a escolha da barragem, a qual melhor se adequa às condições naturais encontradas, levando-se em conta os custos e as finalidades da obra.

3.1 - CONCEPÇÃO DA BARRAGEM

O presente capítulo contém o memorial descritivo e justificativo do Projeto Executivo da Barragem Gameleira, o qual foi dividido nos seguintes itens, de acordo com os aspectos abordados:

- Caracterização da Fundação;
- Rebaixamento do Lençol Freático;
- Geometria da Trincheira de Fundação;
- Cortina de Injeção;
- Local de Bota-Fora;
- Maciço da Barragem;
- Sangradouro;
- Tomada D'Água.

3.1.1 - Caracterização da Fundação

Através da análise dos resultados das sondagens executadas no local das obras, pode-se traçar um provável perfil geotécnico da área do trecho barrável. Este desenho encontra-se no Tomo 6.

As características da fundação da barragem podem ser visualizadas nos boletins de sondagens, nos ensaios de infiltração e perda d'água realizados bem como no desenho referente ao perfil geológico – geotécnico.

A Barragem Gameleira tem o seu estaqueamento iniciado na estaca 21S+10,0 m na ombreira esquerda. A seqüência do estaqueamento vai de 21S+10,0 m a 0S=0 e 0S=0 a 80+10,0 m. O total levantado foi de 2.040,0 m. O sangradouro em versão final ficou localizado entre as estacas 14 a 18, próximo a calha do rio.

3.1.1.1 - Calha do Rio

O material predominante encontrado nas fundações é constituído por depósitos de areia fina siltosa com pedregulhos restritos ao fundo do vale, com valores de SPT variando de 14 a 25/5 golpes em média. Abaixo destas camadas, encontra-se uma camada não espessa de solo residual composto por argila arenosa com pedregulhos e seixos, rija, com colorações variando entre cinza e vermelho, com SPT variando entre 22 a 45/27 golpes em média, proveniente da decomposição e alteração da rocha de fundação (granito). As sondagens a percussão tiveram suas profundidades limitadas portanto, pelo solo residual que se mostrou impenetrável à ferramenta de percussão. Estas profundidades variaram de 1,40 a 4,00 metros.

A rocha de fundação se apresenta de modo alternado em formação de gnaiss de coloração cinza a vermelho com variações de tonalidades (claro a escuro) de muito a pouco fraturado, apresentando porcentagens de recuperação de 20% a 90%, e formações de granito rosa, às vezes apresentando veios de pegmatito, de pouco a muito fraturado com recuperações em torno de 20% a 90%.

Após as margens do rio, encontra-se camadas de argila arenosa com pedregulhos e seixos, rija, com colorações variando entre cinza e vermelho, com valores de SPT variando entre 12 e 23/7 golpes em média e profundidades de 0,50 a 7,00 metros (especificamente SM-14). As sondagens a percussão tiveram suas profundidades limitadas portanto, pelo solo residual que se mostrou impenetrável à ferramenta de percussão.

Ao longo da estaca 25+10m, de montante a jusante, tem-se o contato do aluvião com o solo de recobrimento do embasamento cristalino, detectado na sondagem SPP-4, com espessura de 1,40 m. Esse pacote aluvionar é representado por areia fina, siltosa, de coloração cinza, com tonalidades variando entre escuro e claro.

A menos da SP-21, cujo nível d'água se apresentou a 0,40m, o mesmo não foi detectado em nenhuma outra sondagem nesta região.

Os ensaios de permeabilidade “in situ” nas camadas de solo apresentaram resultados variando entre k =coeficiente de permeabilidade $\cong 2,53 \times 10^{-6}$ cm/s a $k \cong 4,03 \times 10^{-4}$ cm/s.

Os ensaios de perda d’água específica nas rochas, apresentaram valores de condutividade hidráulica do maciço variando entre P.E = Perda d’Água Específica = 0 a 2,67 l/min/m/Kg/cm², que traduz permeabilidades variando em torno de $k = 0$ a $2,53 \times 10^{-4}$ cm/s.

No entanto, uma característica marcante dos ensaios de perda d’água se dá através da análise dos gráficos de vazão x pressão. O que se nota é que na maioria dos casos, o maciço se comporta com regime laminar sem alteração de fenda. Somente no caso do ensaio efetuado na SM-13, o regime se dá como turbulento com ligeira abertura de fendas. No entanto, para o caso da Barragem Gameleira, e analisando-se as pressões atuantes nesta região, pode-se concluir que não haverá problemas localizados relativos a abertura de fendas por elevação da pressão atuante, uma vez que estas ficarão abaixo daquelas aplicadas nos ensaios.

Uma outra característica se dá, através da análise geológica do maciço, que cita que a foliação da rocha encontra-se no sentido quase perpendicular ao fluxo do rio, mergulhando para SE, no sentido oposto a esse fluxo, portanto evidenciando uma situação favorável do posicionamento do eixo da barragem com relação ao sentido preferencial de percolação.

A recomendação que se faz, é que quando do início das obras, nova campanha de ensaios de perda d’água sejam executados. Isto se faz necessário, de forma a mapear melhor este local, e a níveis de pressão compatíveis aos solicitantes quando da operação do reservatório.

Estas dados serão utilizados para refinar a campanha de injeção de calda de cimento nas fraturas do maciço para impermeabilização do mesmo, bem como evitar a “clacagem” do maciço, isto é, alargamento das fissuras existentes e abertura de novas durante a execução das injeções, rompendo a rocha segundo planos de fraqueza, criando, portanto um maciço diferente do original.

3.1.1.2 - Ombreiras

Na região das ombreiras encontra-se uma capa de solo residual delgada formada por silte arenoso com pedregulhos e seixos angulosos, cinza escuro com espessura variando entre 0,25m e 2,50m, atingindo logo a seguir a rocha do tipo

granito pouco a muito fraturado cinza. Os valores de SPT encontrados nas sondagens estavam em torno de 16 a 20/5 golpes em média.

Na ombreira esquerda, abaixo da camada de silte, encontra-se camada de argila silto-arenosa com pedregulhos, rija, com coloração variando entre vermelho e cinza. Na ombreira direita, esta camada não é detectada, aparecendo, no entanto, uma delgada camada de areia fina siltosa com pedregulhos de espessura entre 0,20 e 1,00 metros em média. Abaixo desta camada, encontra-se camada de silte argiloso com concreções, atingindo 1,50m de profundidade.

As sondagens a percussão tiveram suas profundidades limitadas pelo solo residual que se mostrou impenetrável à ferramenta de percussão. O nível d'água não foi detectado durante os ensaios.

Os ensaios de permeabilidade "in situ" nas camadas de solo apresentaram resultados variando entre k =coeficiente de permeabilidade $\cong 3,61 \times 10^{-6}$ cm/s a $k \cong 1,06 \times 10^{-4}$ cm/s.

Com relação ao dique auxiliar de fechamento (da estaca 47 a 70+10m na ombreira esquerda), a topografia do terreno é plana e suave e o solo superficial é silto-arenoso, com pedregulhos, de cor cinza clara, de granulação fina e média. Em algumas áreas a superfície do terreno é recoberta por seixos angulosos de quartzo e fragmentos de rocha, com espessura pequena, caindo imediatamente em rocha gnaisse.

3.1.1.3 - Sangradouro

O sangradouro inicialmente foi previsto para ser executado entre as estacas 21S+10,0 m e 0S=0, porém as condições geotécnicas levaram a mudança para o local entre as estacas 14 e 18. Esse local está próximo à calha do rio cuja descrição geotécnica foi feito no item 3.3.1.1.

3.1.2 - Rebaixamento do Lençol Freático

As escavações para execução do cut-off serão praticamente acima do nível d'água em quase toda a barragem. Apenas no leito do rio haverá necessidade de rebaixar o lençol freático tendo em vista a pequena extensão é provável que não haja necessidade de utilização de sistema específico para rebaixamento. A retirada das águas poderá ser feita fazendo-se a condução destas através de calhas para um ponto baixo e daí retirar por bombeamento direto.

3.1.3 - Geometria da Trincheira de Fundação

A trincheira de fundação, o cut-off, deverá seguir em linhas gerais as seguintes recomendações:

- 1) O cut-off será escavado alinhado com o bordo de jusante do coroamento, para montante;
- 2) Ao longo de toda a barragem haverá uma escavação obrigatória de 1,0 m de profundidade se estendendo de off-set de montante a off-set de jusante com uma folga de 5,0 m para cada lado;
- 3) O cut-off em toda a barragem terá 1,0 m de profundidade, medido abaixo da escavação obrigatória e a forma trapezoidal com base inferior de 6,0 m e taludes de 1,0:1,0 (V:H).

No perfil longitudinal da Barragem Gameleira é mostrada a linha que limita a profundidade da trincheira de escavação, ou seja, a linha de fundação do cut-off.

Nas seções transversais da Barragem Gameleira é representada a geometria da trincheira de fundação.

3.1.4 - Cortina de Injeção

A cortina de injeção tem finalidade de reduzir a permeabilidade dos maciços rochosos fraturados da fundação a níveis compatíveis com a permeabilidade do maciço terroso. Nos estudos de investigação geotécnico foram realizados ensaios de perda d'água tipo LUGEON.

Analisando os resultados dos ensaios de perda d'água, verifica-se que de uma forma geral os valores de perda específica são baixos superando a 1,0 l/min/m/atm apenas em três segmentos ensaiados. Desta forma decidiu-se que não há necessidade de execução de uma cortina de injeção.

3.1.5 - Local de Bota-Fora

No lado de montante do eixo da Barragem Gameleira, ao longo da calha do rio, abaixo da cota 27,00m está destinada ao depósito de material de bota-fora, proveniente das escavações obrigatórias para a execução da obra.

3.1.6 - Maciço da Barragem

A Barragem Gameleira foi concebida como sendo, em quase toda sua extensão, um maciço homogêneo a ser executada com materiais das jazidas J-01 e J-02 que são ocorrências de materiais “SC” segundo a classificação unificada USC.

Desta forma foi concebido entre as estacas 20S e 0S=0 da ombreira esquerda e 0=0 até a estaca 9 também da ombreira esquerda e da estaca 19 até a estaca 78 pela ombreira direita uma barragem de terra executada com solos das jazidas J-01 e J-02. A barragem ficará com coroamento na cota 41,00 m, com altura máxima de 19,60 m na estaca 24.

A crista da barragem terá 6,0 m de largura com caimento de 2% para montante. A camada final com 0,20 m de espessura será executada com cascalho argiloso. Nos limites dos bordos serão colocados meios-fios com abertura para montante.

O talude de montante terá inclinação de 1,0:2,5 (V:H) em toda sua extensão. O talude de montante será protegido da ação da energia da onda do reservatório com a construção de um rip-rap. O *riprap* será formado por uma camada de 0,70m de espessura de blocos de rocha sã assentes sobre uma camada de transição com 0,20m de espessura, formada por produto de britagem.

O talude de jusante terá inclinação de 1,0(V):2,0(H) em toda a sua extensão. Na cota 33,00m será colocada uma berma de 2,0m de largura. A proteção do talude será feita com uma camada de 0,30m de espessura de material britado.

A drenagem interna da barragem é composta de filtro vertical de areia grossa extraída do areal A-01, com 1,0 metro de espessura, tapete horizontal com 1,0 m de espessura executado com areia do areal A-01, um dreno de pé com seção trapezoidal com 2,0 m na base menor na cota 29,00 m e taludes de montante e jusante com inclinação de 1:1,5 (V:H). A interface do dreno de pé e os solos da barragem e terreno de fundação são protegidos por uma camada de transição, formada de areia grossa com 0,30 m de espessura e brita “A” com 0,30 m de espessura.

Ao longo do maciço da barragem tem-se três situações de drenagem interna que são descritas a seguir:

Entre as estacas 17S e 0S=0 e 0 e 9 está previsto um pequeno dreno de pé que tem altura de 2,0 m e crista de 3,30 m e talude de 1:2 (V:H). Esse dreno de pé é formado de brita “A” coberto com pedras de granulometria do rock-fill. Esse dreno de pé foi denominado de rock-fill tipo-2.

Entre as estacas 19 e 27 será construído o rock-fill tipo-1 que tem seção trapezoidal com crista de 2,0 m de largura na cota 29,00 m e taludes de jusante e montante de 1:1,5 (V:H). O contato desse rock-fill com a barragem e a fundação feito por uma transição de 0,30 m de areia grossa e 0,30 m de brita "A".

Entre as estacas 28 e 48 devido o gradiente do terreno foi previsto apenas um tapete parcial com extensão variada, mostrada nas seções transversais. As águas ali chegadas percolarão longitudinalmente até atingir os drenos de pé para saírem do maciço.

Entre as estacas 49 e 70 novamente foi projetado um pequeno dreno de pé denominado rock-fill tipo-2.

Finalmente entre as estacas 71 e 74 foi previsto apenas um tapete parcial.

Entre as estacas 9 e 10 e 18 e 19 é feito uma transição saindo-se da seção descrita e chegando-se nas estacas 10 e 18 com uma seção de enrocamento com núcleo de argila das jazidas J-01 e J-02 e taludes de montante e jusante de 1:1,5 (V:H).

O trecho entre as estacas 14 e 18 é o local onde será executado o sangradouro.

3.1.7 - Sangradouro

O sangradouro da Barragem Gameleira sofreu três alterações de localização em decorrência da qualidade do substrato de fundação composto de rochas fraturadas de baixa resistência. Nesta última alteração foi escolhido o trecho entre as estacas 14 e 18 já próximo a calha do rio Mundaú. Nesse local examinando as sondagens disponíveis, SM-10 na estaca 14, SM-301 na estaca 11, SM-302 na estaca 17, SM-303 a 50,0 m a jusante da estaca 11, SM-304 a 50,0 m a jusante da estaca 14 e SM-305 a 50,0 m a jusante da estaca 17 e estudando uma redução na largura do vertedouro em relação às versões anteriores, ficou estabelecido que o sangradouro será locado entre as estacas 14 e 18.

Deve-se aqui ressaltar que em virtude da variabilidade espacial das sondagens as definições reais da fundação de assentamento dos muros devem passar pela avaliação local do projetista por ocasião das escavações do canal do sangradouro, durante a execução da obra.

A vantagem desse local no que pese, também, a qualidade da rocha é que o terreno está quase na cota do rio. Desta forma não há praticamente carga da saída da

bacia de dissipação ao leito do rio. O vertedouro projetado será um perfil creager com crista na cota 37,00 m fundado na cota 22,00 m. As águas vertentes que passarão pelo perfil Creager descarregarão numa bacia de dissipação que ficará na cota 21,00 m e terá um muro frontal que ajudará na formação do ressalto hidráulico.

3.1.8 - Tomada D'Água

A tomada d'água será implantada na estaca 13+11,75 do eixo barrável tendo boa parte do corpo da galeria locado dentro do muro lateral esquerdo. A tomada d'água terá extensão de 131,54. A tomada d'água consistirá de uma galeria tubular de diâmetro de $\phi=700\text{mm}$ de aço ASTM A-36. O eixo da galeria ficará na cota 25,50m. O trecho de galeria externo ao muro será envolto em concreto estrutural. A tomada d'água foi projetada para regularizar uma vazão de $0,649\text{ m}^3/\text{s}$.

O volume morto da Barragem Gameleira será de $4,32\text{ hm}^3$, correspondente a 8,0% da capacidade do reservatório que corresponde ao nível d'água no lago atingir a cota 29,00 m.

No lado de montante a tubulação deixa o muro e é envelopada até a caixa de montante.

No lado de jusante serão instalados os equipamentos hidromecânicos de controle de vazão, composto por um registro de gaveta e uma válvula borboleta. Será construída uma caixa de concreto armado em jusante formada de três células. A primeira alojará os equipamentos hidromecânicos. A segunda haverá um anteparo para dissipação da energia cinética. A terceira célula será um tanque tranquilizador que terá na saída um medidor de vazão através de um vertedouro triangular isósceles.

3.1.9 - Apresentação do Projeto

No Tomo 6 são apresentados os desenhos do projeto da Barragem Gameleira, como discriminados a seguir:

Relação dos Desenhos	
DESENHO Nº	DESCRIÇÃO
III – 6 – 01 / 33 – 010	Bacia Hidráulica
III – 6 – 02 / 33 – 010	Boqueirão e Sangradouro – Levantamento Topográfico
III – 6 – 03 / 33 – 010	Perfil Longitudinal pelo Eixo da Barragem
III – 6 – 04 / 33 – 010	Boqueirão e Sangradouro – Planta e Locação das Sondagens
III – 6 – 05 / 33 – 010	Boqueirão e Sangradouro – Perfil Longitudinal do Subsolo

Relação dos Desenhos	
DESENHO Nº	DESCRIÇÃO
III – 6 – 06 / 33 – 010	Planta Geral da Localização das Ocorrências
III – 6 – 07 / 33 – 010	Locação das Ocorrências
III – 6 – 08 / 33 – 010	Arranjo Geral da Barragem, Sangradouro e Tomada D'Água
III – 6 – 09 / 33 – 010	Perfil Longitudinal pelo Eixo da Barragem e Sangradouro
III – 6 – 10 / 33 – 010	Seção Máxima e Detalhes
III – 6 – 11 / 33 – 010	Seção Tipo e Detalhes
III – 6 – 12 / 33 – 010	Seções Transversais (01/08)
III – 6 – 13 / 33 – 010	Seções Transversais (02/08)
III – 6 – 14 / 33 – 010	Seções Transversais (03/08)
III – 6 – 15 / 33 – 010	Seções Transversais (04/08)
III – 6 – 16 / 33 – 010	Seções Transversais (05/08)
III – 6 – 17 / 33 – 010	Seções Transversais (06/08)
III – 6 – 18 / 33 – 010	Seções Transversais (07/08)
III – 6 – 19 / 33 – 010	Seções Transversais (08/08)
III – 6 – 20 / 33 – 010	Seção da Tomada D'Água e Detalhes
III – 6 – 21 / 33 – 010	Caixa de Montante e Caixa de Dissipação – Fôrma
III – 6 – 22 / 33 – 010	Detalhe da Caixa Dissipadora de Jusante
III – 6 – 23 / 33 – 010	Armadura da Caixa de Montante e da Galeria da Tomada D'Água
III – 6 – 24 / 33 – 010	Escavação da Tomada D'Água – Planta, Perfil e Seção Tipo
III – 6 – 25 / 33 – 010	Escavação do Sangradouro – Planta, Perfil e Seção Tipo
III – 6 – 26 / 33 – 010	Seções Transversais de Escavação do Sangradouro
III – 6 – 27 / 33 – 010	Arranjo Geral do Sangradouro com Sistema de Drenagem
III – 6 – 28 / 33 – 010	Sangradouro – Detalhes do Muro Lado Direito
III – 6 – 29 / 33 – 010	Sangradouro – Detalhes do Muro Lado Esquerdo
III – 6 – 30 / 33 – 010	Sangradouro – Galeria do Creager, Galeria do Muro e Detalhes
III – 6 – 31 / 33 – 010	Fôrma e Armadura – Bacia de Dissipação
III – 6 – 32 / 33 – 010	Drenagem Superficial – Planta (01/02)
III – 6 – 33 / 33 – 010	Drenagem Superficial – Detalhes (02/02)

4 - RESUMO DOS INVESTIMENTOS

4. RESUMO DOS INVESTIMENTOS

A Barragem Gameleira envolverá a aplicação de R\$ 11.482.351,27 (onze milhões e quatrocentos e oitenta e dois mil e trezentos e cinquenta e um reais e vinte e sete centavos), conforme mostram os custos a seguir:

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TOTAIS R\$
1	ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO	42.643,84
2	SERVIÇOS PRELIMINARES	2.222.244,45
3	BARRAGEM	4.385.679,00
4	SANGRADOURO	4.567.840,80
5	DRENAGEM PROFUNDA	44.133,36
6	TOMADA D'ÁGUA	169.809,82
7	CAMPANHA DE SONDAAGEM	50.000,00
TOTAL GERAL		11.482.351,27