

MÓDULO III PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM MARANGUAPE II

VOLUME III – DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO

TOMO 5 – SÍNTESE

Rev.	Data	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Aut.
0	Jun/02	Emissão Inicial	WBSR	JRPB	NKT	NKT
1	Jul/02	Alterações Segundo as Considerações da 39ª Reunião do PISB	WBSR	JRPB	NKT	NKT
2	Set/02	Alterações Segundo as Considerações 40ª Reunião do PISB	WBSR	JRPB	NKT	NKT
3	Nov/02	Alterações Segundo as Considerações 41ª Reunião do PISB	WBSR	JRPB	NKT	NKT
4	Dez/02	Projeto Final com as considerações da 42ª Reunião do PISB	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>	20
<u>3.1.4 - Cortina de Injeção</u>	21
<u>3.1.5 - Local de Bota-Fora</u>	22
<u>3.1.6 - Maciço da Barragem</u>	22
<u>3.1.7 - Sangradouro</u>	23
<u>3.1.8 - Tomada D'água</u>	25
<u>3.1.9 - Apresentação do Projeto</u>	26
<u>4 - RESUMO DO INVESTIMENTO</u>	28

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

Tom 1 – Memorial Descritivo do Projeto

Tom 2 – Memória de Cálculo

Tom 3 – Especificações Técnicas

Tom 4 – Quantitativos e Orçamentos

Tom 5 – Síntese

Tom 6 – Plantas

Módulo IV – Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento

VOLUME I – Levantamento Cadastral

Tom 1 – Relatório Geral

Tom 2 – Laudos Individuais de Avaliação

VOLUME II – Plano de Reassentamento

Tom 1 – Diagnóstico Socioeconômico

Tom 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

Tom 1 – Memorial Descritivo

Tom 2 – Memória de Cálculo

Tom 3 – Quantitativos e Orçamentos

Tom 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medições

Tom 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, Tom 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 Maranguape II, no Estado do Ceará, estamos apresentando o presente relatório, descrevendo as etapas que foram empreendidas no “Módulo III” do mencionado contrato, inerentes ao Projeto da Barragem Maranguape II.

O objetivo deste trabalho é apresentar a síntese da concepção do projeto da Barragem Maranguape II. Assim sendo, o relatório aborda os seguintes tópicos:

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

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

FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM MARANGUAPE II

– Identificação

Denominação: Barragem Maranguape II
 Estado:..... Ceará
 Município: Maranguape
 Coordenadas UTM (SAD 69):Marco M-05 (9.561.863,588 N; 534.609,747 E)
 Sistema: Bacia Metropolitana
 Rio Barrado: Sapupara
 Proprietário:Estado do Ceará/SRH
 Autor do Projeto: Consórcio JP-ENG/AGUASOLOS/ESC-TE
 Data do Projeto:Dez/2002

– Bacia Hidrográfica

Área: 18,50 km²
 Precipitação média anual:..... 1.386,00 mm
 Evaporação média anual: 1.468,00 mm

– **Características do Reservatório**

Área da bacia hidráulica (cota 94,00m):	165,00 ha
Volume acumulado (cota 94,00m):	9,14 hm ³
Volume morto do reservatório (cota 87,00m):.....	1,41 hm ³
Volume médio afluente anual:	5,96 hm ³
Vazão regularizada (90%):	0,10 m ³ /s
Vazão afluente max. de projeto (TR=1.000anos)	378,00 m ³ /s
Vazão max. de projeto amortecida (TR=1.000anos)	90,00 m ³ /s
Vazão afluente max. de verificação (TR=10.000anos)	500,00 m ³ /s
Vazão max. de verificação amortecida (TR=10.000anos)	135,00 m ³ /s
Nível d'água máximo normal:	94,00 m
Nível d' água max. maximorum (TR=1.000anos):.....	94,79 m
Nível d' água max. Maximorum (TR=10.000anos):.....	95,04 m

– **Barragem**

Tipo:.....	homôgenea de Solo
Altura máxima:	17,93 m
Largura do coroamento:.....	6,00 m
Extensão pelo coroamento:	530,10 m
Cota do coroamento:	El.96,50 m
Volume de escavação (Fundação):	91.160,00 m ³
Volume do maciço:	405.810,00 m ³
Volume do Cut-off:.....	46.800,00 m ³
Volume do Enrocamento (Rip-Rap e Rock-Fill):	37.600,00 m ³
Volume de transições:	8.800,00 m ³
Volume de Areia (Filtro e Transições):.....	24.350,00 m ³
Largura máxima da base:	115,00 m
Talude de montante:	1,0 v: 2,5 h
Talude de jusante:	1,0 v: 2,0 h

– **Barragens Auxiliares**

Barragem Auxiliar BA-01

Tipo:	Homogênea de Solo
Altura Máxima:	0,35 m
Largura do Coroamento:.....	6,00 m

Extensão pelo Coroamento:	40,00 m
Cota do Coroamento:.....	96,50 m
Volume de Escavação (Fundação):.....	213,80 m ³
Volume do Maciço:	91,40 m ³
Volume de Enrocamento:	28,60 m ³
Volume de Transições:	19,20 m ³
Talude de Montante:.....	1:2,5 (V:H)
Talude de Jusante:	1:2,0 (V:H)

– **Tomada de água**

Tipo:	galeria com tubo de Aço ASTM A-36 em chapa de ¼”
Número de condutos:.....	1 (um)
Diâmetro:	300 mm
Localização:	estaca 29 (ombreira direita)
Cota do eixo:	82,00 m
Comprimento do conduto:.....	84,00 m
Cota da geratriz inferior a montante:.....	81,85 m
Cota da geratriz inferior a jusante:.....	81,85 m
Volume de escavação:.....	120,00 m ³
Volume de concreto armado:.....	104,00 m ³
Volume do concreto de regularização:.....	20,00 m ³
Comprimento total (incluindo entrada e saída):	90,00 m

– **Vertedouro**

Tipo:	canal escavado em rocha e perfil creager
Largura:	60,00 m
Cota da soleira:.....	El.94,00 m
Extensão total do canal:.....	346,04 m
Vazão máxima (Tr=10.000 anos):.....	500,00 m ³ /s
Lâmina máxima prevista (T.R=1000anos):	0,79 m
Lâmina máxima prevista (T.R=10.000anos):	1,04 m
Borda Livre:	1,46 m
Volume de concreto do perfil Creager:	650,00 m ³
Volume total de escavação:.....	194.000,00 m ³

– **Muros Laterais**

Material: Concreto Ciclópico
 Altura máxima: 6,50 m
 Extensão: 85,00 m
 Volume de concreto: 110,00 m³

– **Muros de Contenção**

Material: Concreto Ciclópico
 Altura máxima: 1,50 m
 Extensão: 42,00 m
 Volume de concreto: 50,00 m³

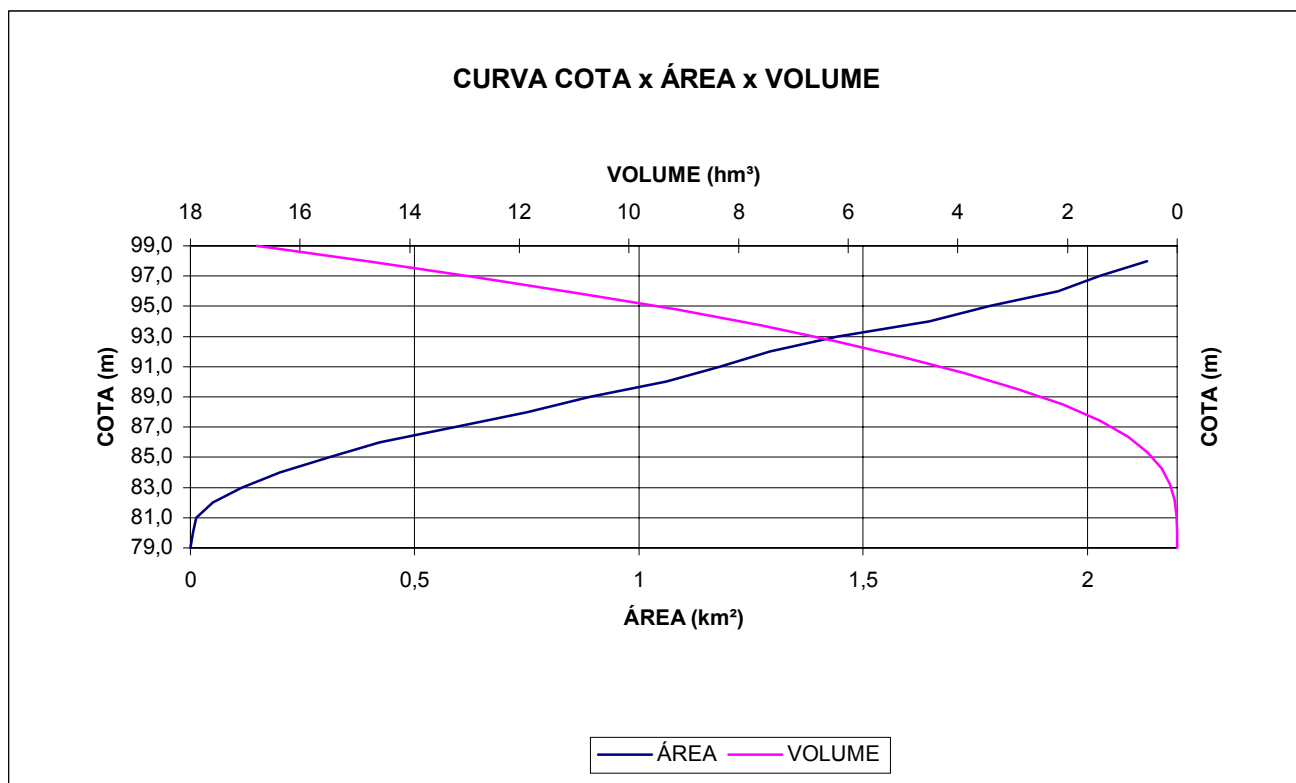
– **Canal de Restituição**

Tipo: Canal escavado em rocha
 Largura: 60,00 m
 Extensão: 160,00 m
 Volume de escavação comum: 60.000,00 m³
 Volume de escavação em rocha: 27.000,00 m³

– **Canal de Aproximação**

Tipo: Canal escavado em rocha
 Largura: 60,00 m
 Extensão: 110,00 m
 Volume de escavação: 107.000,00 m³

A curva Cota x Área x Volume é mostrado no gráfico 1.1, enquanto no Quadro 1.1 é, apresentado a tabulação dos dados da curva.



Quadro 1.1

Curva Cota x Área x Volume

COTA	AREA (m ²)	VOLUME (m ³)	VOLUME ACUMULADO (m ³)
79,0	0	0	0
80,0	5.371,00	2.685,50	2.685,50
81,0	12.536,00	8.953,50	11.639,00
82,0	49.754,00	31.145,00	42.784,00
83,0	114.339,00	82.046,50	124.830,50
84,0	199.549,00	156.944,00	281.774,50
85,0	311.523,00	255.536,00	537.310,50
86,0	422.985,00	367.254,00	904.564,50
87,0	590.481,00	506.733,00	1.411.297,50
88,0	750.203,00	670.342,00	2.081.639,50
89,0	890.834,00	820.518,50	2.902.158,00
90,0	1.061.998,00	976.416,00	3.878.574,00
91,0	1.180.511,00	1.121.254,50	4.999.828,50
92,0	1.292.000,00	1.236.255,50	6.236.084,00
93,0	1.441.689,00	1.366.844,50	7.602.928,50
94,0	1.647.543,00	1.544.616,00	9.147.544,50
95,0	1.781.960,00	1.714.751,50	10.862.296,00
96,0	1.933.957,00	1.857.958,50	12.720.254,50
97,0	2.027.896,00	1.980.926,50	14.701.181,00
98,0	2.132.312,00	2.080.104,00	16.781.285,00

2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

Localizado na Região Metropolitana de Fortaleza o município de Maranguape, tem sua posição geográfica definida pelas coordenadas 3°53'27" de latitude Sul e 38°41'08" de longitude Oeste. Com extensão territorial de 672 km², limita-se ao norte com Caucaia e Maracanaú, ao sul com Palmácia e Caridade, a leste com Pacatuba e Guaiuba e a oeste com Pentecoste.

O eixo barrável Maranguape II está localizado no riacho Sapupara, afluente do riacho Tangureira, aproximadamente 7,0 km ao sul da sede do município de Maranguape, (ver figura 2.1 a seguir).

O acesso ao local é feito a partir de Fortaleza, pela CE-065, passando-se pela sede do município de Maranguape. Após esta, cerca de 7,0 km chega-se a localidade de Tabatinga, onde toma-se a esquerda uma estrada carroçável com destino a fazenda Sapupara e após percorrer aproximadamente 1,5 km chega-se ao local do boqueirão barrável.

Mapa de localização FIG 2.1

3 - PROJETO DA BARRAGEM

3 – PROJETO DA BARRAGEM

O Projeto da Barragem Maranguape II 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 em conta os custos e as finalidades da obra.

3.1 - CONCEPÇÃO DA BARRAGEM

O presente capítulo descreve sucintamente o memorial descritivo e justificativo do Projeto Executivo da Barragem Maranguape II, 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

Para a descrição da fundação da Barragem Maranguape II segmentou-se a obra em três partes, a saber: Ombreira Esquerda, Vale do Boqueirão e Ombreira Direita.

3.1.1.1 - Ombreira Esquerda

A ombreira esquerda tem elevação topográfica que atingiu a cota 122,72m na estaca 31. A ombreira esquerda se estende da estaca 32 a estaca 0 do eixo do sangradouro e entre a estaca 0 e a estaca 5 do eixo barrável.

Na área do sangradouro foram executados doze sondagens mistas e verificou-se que o topo rochoso está variando entre as cotas 91,00m e 97,00m. Portanto, o assentamento das estruturas do sangradouro dever ser na cota 90,00m. Verificou-se, também, da análise das sondagens que a camada de solo pode ser aproveitada na execução da barragem e a rocha de escavação pode ser usada na confecção do rip-rap ou britada para constituição das transições.

Na ombreira esquerda, no segmento da barragem principal, foi investigada por três sondagens, sendo duas sondagens percussivas e uma sondagem mista. As sondagens foram executadas na seção da estaca 5, denominadas de SP-13 (executada a 40m a jusante do eixo barrável), de SM-14 (executada no eixo) e de SP-15 (executada a 40m a montante do eixo barrável). O topo rochoso foi encontrado na cota 70,39. A rocha encontrada foi o granito cinza. Neste trecho de rocha foram executados três ensaios de perda d'água sobre pressão, o que apresentou no primeiro segmento perda específica de 2,44 l/min/m/atm. Nos dois últimos segmentos, as perdas específicas foram nulas e 0,05 l/min/m/atm.

O substrato terroso da ombreira esquerda é formado por três camadas, a saber: a primeira camada possui uma espessura de 0,80m, constituída de uma areia siltosa micácea; a segunda camada é constituída de uma areia grossa, com pedregulhos, com espessura média de 2,00m; e finalmente, a terceira camada, constituída de solo residual sob forma de silte arenoso micáceo. Foram executados ensaios de infiltração, os quais mostraram permeabilidade média de $1,4 \times 10^{-5}$ cm/s. Examinando os SPT'S das sondagens, verifica-se que até 3,0m de profundidade, a resistência a penetração são baixas, atingindo 2 golpes (valor mínimo).

A partir destas evidências, recomenda-se a retirada de no mínimo 2,0m da camada aluvionar, para buscar melhores condições de fundação.

Há uma particularidade na ombreira esquerda, no segmento da barragem, o qual é constituída de uma elevação topográfica, com encosta íngreme, de pequena extensão montante-jusante e com precárias condições de estabilidade. Daí, recomenda-se a execução do "abraço" da barragem no encontro com a ombreira, de maneira a deixar o conjunto estável.

3.1.1.2 - Vale do Boqueirão

O Vale do Boqueirão encontra-se entre as estacas 6 e 27, foram executadas doze sondagens percussivas, denominadas de SP-13, SP-15, SP-16, SP-18, SP-19, SP-21, SP-22, SP-24, SP-25, SP-27, SP-28 E SP-30 e 6 sondagens mistas, denominadas de SM-09, SM-14, SM-17, SM-20, SM-23, SM-26 e SM-29.

Examinando o perfil de sondagem, verifica-se que são encontrados materiais com baixa capacidade de suporte, obtidos nos ensaios de SPT, constituída por argila areno siltosa, nas primeiras camadas, de espessura média a 1,00m. Sobrejacente a esta camada, entre as profundidades de 1,00m a 6,00m, há um aluvião constituído por areia grossa com pedregulhos, até atingir o solo residual, formado por um silte arenoso, com pedregulhos. Foram realizados ensaios de infiltração, os quais indicaram permeabilidade média entre 0,00m e 4,00m de $7,0 \times 10^{-6}$ cm/s. Entre o horizonte de 4,00m e 11,00m, os ensaios de infiltração indicaram permeabilidade média de $5,0 \times 10^{-5}$ cm/s.

Assim sendo, no vale do rio verificou-se que o solo residual situa-se em média a 6,0m de profundidade e que a permeabilidade do maciço de solo da fundação é de $5,0 \times 10^{-5}$ cm/s. Daí, recomenda-se que o cut-off fique dentro do solo residual em todas as seções. Observando os SPT'S dos furos executados no vale, é recomendado retirar no mínimo 2,0m da camada aluvionar, para buscar melhores condições de fundação.

O topo rochoso do trecho do vale do boqueirão encontra-se entre as profundidades de 7,70m e 13,00m, caracterizando por granito. Os valores de RQD foram superior a 60%.

Os ensaios de perda d'água Lugeon executado no trecho do vale do boqueirão indicaram valores de perda específica variando de zero a 5,5 l/min/m/atm. Desta condição, conclui-se da necessidade de adoção de uma cortina de injeção de impermeabilização, para homogeneizar e eliminar os maiores valores de perda d'água. Esta cortina de injeção poderá iniciar com furos exploratórios espaçados a cada 48,00m e prosseguir fechando o espaçamento nos pontos onde os ensaios de perda d'água apresentarem absorções maiores do que $0,1 \text{ l/min} \times \text{m} \times \text{kgf/cm}^2$. Tendo em vista a inexistência de condicionantes geológicos específicos, a profundidade dos furos de injeção deverá ser de $(2/3)h$, sendo h a carga hidráulica sob a fundação. Logo, os furos de injeção terão profundidade máxima de 12,00m.

3.1.1.3 - Ombreira Direita

A ombreira direita tem elevação topográfica máxima na cota 129,00m, começando na estaca 28 a 59. No trecho compreendido entre a estaca 28 e 31, encontra-se a barragem engastando no ombreira. No trecho entre as estacas 32 e 50, o terreno natural encontra-se em cotas superiores a elevação da crista e, conseqüentemente, não haverá barragem. Entre as estacas 51 e 53 deverá ser implantada uma barragem de fechamento.

Não foram executados especificamente furos neste local. Contudo, pela quantidade de sondagens realizadas, pode-se imaginar a formação geotécnica dessa

ombreira, no trecho entre as estacas 28 e 31, como tendo uma camada de areia micácea com pedregulhos, com profundidade de até 2,00m, encontrando-se a partir daí o solo residual. Assim sendo, deverá ser implantado uma trincheira de vedação, cut-off, engastado no solo residual, após a remoção da camada de aluvião.

No trecho entre as estacas 51 e 53, verifica-se que a fundação da barragem auxiliar é favorecida, pois há uma pequena espessura de cobertura de solo sobrejacente ao solo residual ou rocha. Logo, a remoção da cobertura de solo e a adoção de um cut-off com profundidade de 1,0m abaixo de escavação obrigatória para a remoção da matéria orgânica, poderá expor uma superfície adequada de fundação.

3.1.2 - Rebaixamento do Lençol Freático

As escavações para a fundação nas ombreiras da Barragem Maranguape II estão acima do nível do lençol freático, conforme indicação das sondagens realizadas na campanha de investigação geotécnica.

Já as escavações no vale do boqueirão da barragem interceptarão o lençol freático para atingir a cota do fundo da vala. Na estaca 9, foi realizado a sondagem SM-17, a qual indicou o nível d'água a uma profundidade de 3,60m. Nesta mesma, estaca, a linha de assentamento do cut-off será na profundidade de 11,00m, engastado no solo residual. Na estaca 13, o nível do lençol freático encontra-se a uma profundidade de 2,65m, segundo dados da sondagem SM-20, enquanto o cut-off estará assente na profundidade de 7,00m. Na estaca 17, segundo a sondagem SM-23, o nível d'água está na profundidade de 3,00m e a base do cut-off assente na profundidade de 5,00m. Na estaca 25, foi realizado a sondagem SM-29, apresentou nível d'água na profundidade de 5,00m e o cut-off deverá estar assente na profundidade de 10,00m. Assim sendo, observa-se que para a execução das escavações obrigatórias da barragem no trecho do vale do boqueirão, haverá necessidade de rebaixar o lençol freático de alturas variando de 2,00m a 7,40m.

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) Nas zonas das ombreiras o cut-off possui uma profundidade máxima de 1,00m abaixo do terreno natural, após a execução da escavação obrigatória para remoção de matéria orgânica;

- 3) Na zona do vale do boqueirão, o cut-off tem sua profundidade variável, indo de 1,00m a 7,00m. Os taludes iniciais até 4,00m de altura serão 1,0(V):1,0(H) e a partir desta profundidade será criada uma berma de 2,00m de largura e o talude de continuação de escavação será suavizado para 1,0(V):1,5(H) até o fundo da vala;
- 4) A largura do cutoff será de 6,00m, quando a sua profundidade for inferior ou igual a 4,00m. Quando a profundidade do cutoff for superior a 4,00m, a largura do cutoff será de 8,0m.

No perfil longitudinal da Barragem Maranguape II é mostrado a linha que limita a profundidade da trincheira de escavação, ou seja, a linha de fundação do cutoff.

Nas seções transversais da Barragem Maranguape II é representado 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, cujo resultados são resumidos no Quadro nº 3.3.

Tendo em vista os resultados mostrados no Quadro nº 3.3, verifica-se que:

- 1) Nas ombreiras as perdas d'água específicas foram baixas ou mesmo nulas;
- 2) Na zona do vale do boqueirão, as perdas d'água específicas revelaram valores entre zero e 5,47 l/min x m x kgf/cm²

Na Barragem Maranguape II será adotado o critério de injeção de calda de cimento quando as perdas específicas máximas forem superior a 0,1 l/min x m x kgf/cm².

A cortina terá fisicamente uma única linha, a qual será locada em planta, no eixo da trincheira de fundação entre as estacas 3 e 29, numa extensão de 520m na zona do vale do boqueirão.

A cortina será formada de furos denominados de exploratórios, primários, secundários e terciários e terá a seguinte constituição:

- 1) Inicialmente serão executados os furos exploratórios, espaçados de 48,0m em 48,0m, com 12,0m de comprimento no maciço rochoso. Os furos exploratórios serão executados com sonda rotativa com diâmetro ϕ NX (75,3mm) e em cada furo serão executados ensaios de perda d' água em segmentos de 3,0m.
- 2) Em seguida serão executados os furos primários, espaçados de 12,0m em 12,0m, com 12,0m de comprimento no maciço rochoso, defasados de 6,0m dos furos exploratórios. Os furos primários serão executados com equipamento roto-percursor (rock-drill) de diâmetro de 3" (76,2mm). Em cada furo primário que apresentar um consumo superior de 20kg/m de cimento, serão executados dois furos secundários, espaçados entre si de 12,0m, defasados 6,0m do furo primário e com 12,0m de comprimento dentro do maciço rochoso.
- 3) Para cada furo secundário que apresentar consumo de cimento igual ou superior a 20kg/m serão executados dois furos terciários em cada lado do furo secundário. Os furos terciários serão espaçados entre si de 6,0m, defasado em 3,0m dos furos secundários, com comprimento de 12,0m dentro do maciço rochoso.

3.1.5 - Local de Bota-Fora

No lado de montante do eixo da Barragem Maranguape II, ao longo da calha do rio, abaixo da cota 87,00m 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 foi concebida como sendo um maciço homogêneo a ser construída com material proveniente das jazidas J-01 e J-02 e material vindo das escavações obrigatórias do sangradouro. Os materiais do sangradouro deverão ser utilizados no espaldar de jusante. A barragem ficará com coroamento na cota 96,50m, com altura máxima de 20,40m na estaca 14.

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

Na ombreira esquerda existe uma particularidade para o encontro com a barragem. A ombreira esquerda é constituída de uma elevação topográfica com encosta íngreme, de pequena extensão montante-jusante e com precárias condições de estabilidade. Assim sendo, entre as estacas 0 e 4, a barragem engastará na ombreira da maneira a abraçá-la, ou seja, o coroamento terá largura variando de 6,0 a 60,0m, sendo 30,0m para montante e 30,0m para jusante.

O talude de montante terá inclinação de 1,0(V):2,5(H) em toda a sua extensão. O talude de montante será protegido da ação da energia da onda do reservatório com a construção de um *riprap*. 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 86,50m 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.

Para a drenagem interna do maciço da Barragem Maranguape II, está prevista a construção de um filtro vertical e um tapete drenante. O filtro vertical terá 1,0m de espessura e será executado com areia grossa proveniente do areal A-01. O filtro ficará com topo na cota 95,04m, coincidindo com a cota da cheia decamilenar. O tapete horizontal consiste em um colchão de areia grossa proveniente do areal A-01, com espessura de 1,00m.

Entre as estacas 4 a 27 será executado um dreno de pé no talude de jusante consistindo num enrocamento de pedra com seção trapezoidal com crista na cota 82,00m e largura da crista de 2,0m, em toda a sua extensão, com talude de 1,0 (V): 1,5 (H). Entre as interfaces da base do terreno natural e enrocamento e maciço da barragem serão colocadas camadas de transição com 0,60m de espessura, sendo 0,30m de areia grossa e 0,30m de Brita "A".

Entre as estacas 28 a 30 será executado um dreno no talude de jusante, consistindo num enrocamento de pedra com seção trapezoidal, com altura fixa de 2,0m contados a partir do terreno de escavação e largura de crista de 3,30m, em toda sua extensão. O enrocamento terá talude de 1,0 (V) : 2,0 (H). Entre a interfase do encontro do talude da barragem com o enrocamento, será colocada uma camada de transição, constituída por Brita-A, com 1,0m de altura contados a partir do terreno de escavação, com largura de crista de 1,0m e com talude de 1,0 (V) : 1,5 (H).

3.1.7 - Sangradouro

O sangradouro da Barragem Maranguape II foi projetado com base nas informações dos estudos hidrológicos e, principalmente, nas condições geotécnicas do subsolo do local do sangradouro.

O sangradouro será implantado na ombreira esquerda, a qual apresenta uma pequena cobertura de solo e uma topografia suave, viabilizando assim a implantação da obra neste local.

O sangradouro é composto de um canal escavado em rocha com 60,00m de largura na cota 90,00m. Será executado um muro creager com crista na cota 94,00m. Protegendo o muro creager está previsto a execução de dois muros laterais de concreto ciclópico. Entre os muros laterais e os taludes de corte será feito o fechamento com solo em duas barragens de fechamento.

Destaca-se aqui, que se durante a execução for observado que o nível do topo rochoso está acima da cota da cheia decamilenar, a Fiscalização poderá eliminar os muros laterais fazendo o muro creager se estender de talude a talude para fechamento do canal.

3.1.7.1 - Canal do Sangradouro

O eixo longitudinal do canal sangradouro está localizado perpendicularmente ao eixo topográfico do sangradouro na estaca 7. O eixo longitudinal projetado possui uma extensão de 346,04m, estando estaqueado de 20 em 20 metros. As estacas estão nomeadas em quilômetros. A estaca 0+000 está localizada na coordenada UTM 534.475,5302 E e 9.561.799,1275 N e a estaca 0+346,04 está localizada na coordenada UTM 534.545,9874 E e 9.562.128,6373 N. O eixo longitudinal do canal sangradouro cruza a estaca 7 do eixo topográfico do sangradouro na estaca 0+92,77.

O canal de aproximação do sangradouro será escavado na cota 90,00m até o eixo topográfico. Deste eixo para jusante, canal de restituição, o greide do canal terá uma declividade de 3%.

Os taludes de corte em rocha tem inclinação 1 (V) : 0,1 (H) e em solo tem inclinação 1 (V) : 2 (H).

A partir da estaca 0+090 do eixo longitudinal do sangradouro, o canal terá uma inclinação de 30% descendente.

O canal sangradouro possui duas curvas circulares, com as características descritas a seguir:

Elementos das Curvas do Canal Sangradouro							
Curva nº	Tipo	Estaca		AC	R (m)	T (m)	D (m)
		PC	PT				
1	Circular	0+180,04	0+190,61	30°16'24"	20,00	5,41	10,57
2	Circular	0+263,17	0+266,04	8°13'40"	20,00	1,44	2,87

A ogiva do Creager foi dimensionada pelos procedimentos recomendados pelo *Bureau of Reclamations*.

3.1.8 - Tomada D'água

A tomada d'água será implantada na estaca 29 do eixo barrável, cujo terreno natural está na cota 87,33m. A tomada d'água terá extensão de 90,0m. A tomada d'água consistirá de uma galeria tubular de diâmetro $\phi = 300\text{mm}$ de aço ASTM A-36. O eixo da galeria ficará na cota 82,00m. O corpo da galeria será envolto em concreto estrutural. A tomada d'água foi projetada para regularizar uma vazão de 0,100 m³/s.

O volume morto da Barragem Maranguape II será na cota 87,00m, com um armazenamento de 1,41hm³, correspondente a aproximadamente 15,0% da capacidade do reservatório.

No lado de montante, o extremo da tubulação será protegido por uma caixa de concreto, com grade de barra de ferro chato de malha 100mm x 100mm.

No lado de jusante serão instalados os equipamentos hidromecânicos de controle de vazão, composto por um registro de gaveta e uma válvula borboleta. Será também prevista uma caixa de jusante em concreto armado, com a finalidade de dissipar a energia e medir a vazão das águas de descarga da tomada d'água. A medição de vazão será feita através de um vertedouro triangular isósceles.

3.1.8.1 - Canal da Tomada D'Água

Para a implantação da tomada d'água, foi projetado um canal escavado em solo, com base assente em solo residual. O canal projetado terá uma extensão de 641,38m, com largura de base de 3,0m, com talude de 1,0 (V) : 2,0 (H) e tendo como limite de escavação a cota 81,35.

Entre as estacas 0+300 e 0+440, no lado direito do canal da tomada d'água, serão criadas duas bermas, para estabilizar o talude de escavação. A primeira berma será implantada na cota 111,35m e terá uma largura de 2,0m. A segunda berma será implantada na cota 96,35m e terá largura de 2,0m. Os taludes de escavação serão de 1,0 (V) : 2,0 (H).

Depois de construída a barragem, será implantado neste trecho, um sistema de drenagem superficial, composto de calhas coletoras e descidas d'águas, com a finalidade de condicionar as águas pluviais.

O eixo longitudinal do canal da tomada d'água está localizado perpendicularmente ao eixo barrável na estaca 29. Quando projetado, o eixo longitudinal do canal foi estaqueado de 20 em 20 metros, nomeados em quilômetros. A estaca 0+000 do eixo do canal está localizado na coordenada UTM 534.887,691 E e 9.562.151,366 N e a estaca 0+641,375 está localizado na coordenada UTM

534.899,035 E e 9.562.151,366 N. O eixo longitudinal do canal da tomada d'água cruza a estaca 29 do eixo barrável na estaca 0+366,89.

O canal da tomada d'água possui três curvas circulares com as características descritas a seguir:

Elementos das Curvas do Canal da Tomada D'Água							
Curva	Tipo	Estaca		AC	R (m)	T (m)	D (m)
		PC	PT				
1	Circular	0 + 275,420	0 + 305,045	33°56'50"	50,00	15,26	29,624
2	Circular	0 + 306,163	0 + 320,364	54°14'34"	15,00	7,68	14,201
3	Circular	0 + 419,796	0 + 437,527	67°43'39"	15,00	10,07	17,731

3.1.9 - Apresentação do Projeto

No Tomo 6 são apresentados os desenhos do projeto da Barragem Maranguape II, como discriminado a seguir.

Relação dos Desenhos	
DESENHO Nº	DESCRIÇÃO
III – 6 – 01 / 34 – 010	Bacia Hidráulica
III – 6 – 02 / 34 – 010	Boqueirão e Sangradouro – Levantamento Topográfico
III – 6 – 03 / 34 – 010	Perfil Longitudinal pelo Eixo da Barragem
III – 6 – 04 / 34 – 010	Boqueirão e Sangradouro – Planta e Locação de Sondagens
III – 6 – 05 / 34 – 010	Boqueirão e Sangradouro – Perfil Longitudinal do Subsolo
III – 6 – 06 / 34 – 010	Planta Geral da Locação das Ocorrências
III – 6 – 07 / 34 – 010	Locação das Ocorrências
III – 6 – 08 / 34 – 010	Arranjo Geral da Barragem Sangradouro e Tomada D'água
III – 6 – 09 / 34 – 010	Perfil Longitudinal da Barragem e Sangradouro
III – 6 – 10 / 34 – 010	Seção Máxima e Detalhes
III – 6 – 11 / 34 – 010	Seção Tipo da Barragem
III – 6 – 12 / 34 – 010	Seções Transversais da Barragem (01/09)
III – 6 – 13 / 34 – 010	Seções Transversais da Barragem (02/09)

Relação dos Desenhos	
DESENHO Nº	DESCRIÇÃO
III – 6 – 14 / 34 – 010	Seções Transversais da Barragem (03/09)
III – 6 – 15 / 34 – 010	Seções Transversais da Barragem (04/09)
III – 6 – 16 / 34 – 010	Seções Transversais da Barragem (05/09)
III – 6 – 17 / 34 – 010	Seções Transversais da Barragem (06/09)
III – 6 – 18 / 34 – 010	Seções Transversais da Barragem (07/09)
III – 6 – 19 / 34 – 010	Seções Transversais da Barragem (08/09)
III – 6 – 20 / 34 – 010	Seções Transversais da Barragem (09/09)
III – 6 – 21 / 34 – 010	Seção da Tomada D'água e Detalhes
III – 6 – 22 / 34 – 010	Caixa de Montante e Caixa Dissipadora da Tomada D'água
III – 6 – 23 / 34 – 010	Ferragem da Caixa Dissipadora da Tomada D'água
III – 6 – 24 / 34 – 010	Ferragem da Caixa de Montante da Tomada D'água
III – 6 – 25 / 34 – 010	Tomada D'água - Planta, Perfil e Seção Tipo
III – 6 – 26 / 34 – 010	Escavação do Sangradouro – Planta, Perfil e Seção Tipo
III – 6 – 27 / 34 – 010	Seções Transversais de Escavação do Sangradouro (01/02)
III – 6 – 28 / 34 – 010	Seções Transversais de Escavação do Sangradouro (02/02)
III – 6 – 29 / 34 – 010	Arranjo Geral do Sangradouro – Detalhes
III – 6 – 30 / 34 – 010	Detalhes do Sangradouro
III – 6 – 31 / 34 – 010	Drenagem Superficial - Planta (01/02)
III – 6 – 32 / 34 – 010	Drenagem Superficial - Detalhes (02/02)
III – 6 – 33 / 34 – 010	Cortina de Injeção de Cimento
III – 6 – 34 / 34 – 010	Seção de Engastamento da Ombreira Esquerda

4 - RESUMO DO INVESTIMENTO

4. RESUMO DO INVESTIMENTO

A Barragem Maranguape II envolverá a aplicação de R\$ 6.277.259,56 (seis milhões e duzentos e setenta e sete mil e duzentos e cinqüenta e nove reais e cinqüenta e seis centavos), conforme mostram os custos resumidos a seguir.

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TOTAIS R\$
1	ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO	42.643,84
2	SERVIÇOS PRELIMINARES	820.352,12
3	BARRAGEM	3.580.555,50
4	SANGRADOURO	1.220.296,80
5	TOMADA D'ÁGUA	613.411,30
TOTAL GERAL		6.277.259,56