

BARRAGEM MAMOEIRO

MÓDULO IV – PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM
VOLUME I – DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO
TOMO 6 – SÍNTESE

EDITADO EM AGOSTO DE 2006

ÍNDICE

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	3
1 - INTRODUÇÃO	7
2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	15
3 - DESCRIÇÃO DO PROJETO	17
3.1 – GENERALIDADES	18
3.2 – RELAÇÃO DE DESENHOS	18
3.3 – ESCOLHA DO TIPO DE BARRAGEM	19
3.4 – CARACTERÍSTICAS DO TERRENO DA FUNDAÇÃO DA BARRAGEM	20
3.5 – LOCAL DE BOTA-FORA	21
3.6 – TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES	21
3.7 – SISTEMA DE DRENAGEM	21
3.8 – MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	21
3.9 – CARACTERÍSTICAS DO BARRAMENTO	21
3.10 – TOMADA D'ÁGUA	23
3.11 – DIMENSIONAMENTO DO VERTEDOURO	24
3.12 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE	24
4 - CANTEIRO DE OBRA	26
5 - EQUIPAMENTO MÍNIMO	28
6 – RESUMO DOS INVESTIMENTOS	32

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O consórcio KL – Serviços de Engenharia S/S Ltda, MABE – Infra-Estrutura e Serviços Ltda e ENERCONSULT S/A, no âmbito do contrato Nº11/PROGERIRH/CE/SRH/2003 do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PROGERIRH tem por finalidade a Elaboração dos Estudos de Viabilidades Técnicas, Ambientais, Econômicas, Eias - Rimas, Projetos Executivos, Levantamentos Cadastrais e Planos de Reassentamentos de Populações, Manuais de Operação e Manutenção e Avaliação Financeira e Econômica referentes às Barragens: Mamoeiro, Riacho do Meio, Melancia, Jucá e Jatobá e Adutoras de Antonina do Norte, Granjeiro e Ipueiras.

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 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 Básicos, Anteprojetos e Avaliações

VOLUME I: Estudos Básicos

TOMO 1 – Relatório Geral – Textos

TOMO 2 – Estudos Hidrológicos

TOMO 3 – Estudos Cartográficos

TOMO 4 – Estudos Geológicos e Geotécnicos

TOMO 5 – Estudos Pedológicos

VOLUME II: Anteprojetos

TOMO 1 – Relatório de Concepção Geral

TOMO 1A – Desenhos e Plantas

TOMO 1B – Memória de Cálculo

VOLUME III: Avaliações Financeiras e Econômicas

TOMO 1 – Relatório de Avaliações Financeira e Econômica

Módulo III: Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA/RIMA)

VOLUME I: EIA

VOLUME II: RIMA

Módulo IV: Projeto Executivo da Barragem

VOLUME I: Detalhamento do Projeto Executivo

TOMO 1 – Memorial Descritivo do Projeto

TOMO 2 – Desenhos do Projeto

TOMO 3 – Memória de Cálculo

TOMO 4 – Especificações Técnicas

TOMO 5 – Quantitativos e Orçamentos

TOMO 6 – Síntese

Módulo V: Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento

VOLUME I: Levantamento Cadastral

TOMO 1 – Relatório Geral

TOMO 2 – Laudos Individuais de Avaliação

TOMO 3 – Levantamentos Topográficos

VOLUME II: Plano de Reassentamento

TOMO 1 – Relatório Final do Reassentamento

Módulo VI: Projeto Executivo das Adutoras

VOLUME I: Estudos Básicos

TOMO 1 – Levantamentos Topográficos

TOMO 2 – 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

Módulo VII: Elaboração dos Manuais de Operação e Manutenção

VOLUME I: Manuais de Operação e Manutenção

O presente relatório que trata da **Barragem Mamoeiro**, aqui nomeado como Volume I – Detalhamento do Projeto Executivo, **Tomo 6 – Síntese**, é parte integrante do Módulo IV – Projeto Executivo da Barragem.

1 – INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

O consórcio constituído pelas empresas KL – Serviços de Engenharia S/S Ltda,

MABE – Infra-Estrutura e Serviços Ltda e ENERCONSULT S/A vem, através desta, apresentar, em atendimento ao Contrato N°11/PROGERIRH/SRH/2003, o Projeto Executivo da Barragem Mamoeiro.

Neste volume que corresponde ao TOMO 6 do VOLUME I é apresentado o Memorial Descritivo do Projeto.

Este relatório de concepção foi desenvolvido abordando os seguintes capítulos:

- Localização e Acessos;
- Descrição Geral do Projeto da Barragem;
- Canteiro de Obra;
- Equipamento Mínimo;
- Resumo dos Investimentos.

A seguir é mostrado a Ficha Técnica da Barragem Mamoeiro onde se discrimina os principais elementos técnicos.

FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM MAMOEIRO

Identificação

Denominação:.....Barragem Mamoeiro

Estado:.....Ceará

Município:.....Antonina do Norte

Rio Barrado:.....Riacho Conceição

Coordenadas UTM (SAD-69):.....E(X)=381.909; N(Y)=9.249.443

Proprietário:.....SRH/CE

Autor do Projeto:.....Consórcio KL Engenharia, MA/BE e Enerconsult

Data do Projeto:.....Julho/2006

Bacia Hidrográfica

Área da Bacia Hidrográfica Total:.....1.887,6km²

Perímetro da Bacia Hidrográfica.....	222,47km
Fator de Compacidade.....	1,44
Fator de Forma.....	0,16
Tempo de Concentração.....	21,03h
Declividade Média:.....	3,72m/km
Comprimento do Rio Principal:.....	107,63km
Pluviosidade Média Anual:.....	618,2mm
Evaporação Média Anual:.....	2.493,6mm
Evapotranspiração Potencial (Hargreaves):.....	1.874,2mm
Insolação Média Anual:.....	2.624,3h
Umidade Relativa Média Anual:.....	64,2%
Temperatura Média Anual: Média das Máximas.....	30,7°C
Temperatura Média Anual: Média das Médias	24,1°C
Temperatura Média Anual: Média das Mínimas.....	20,1°C
Classificação Climática:	DS2A'a'
Classificação Climática Segundo Koeppen:.....	BWx'

Características do Reservatório

Área da Bacia Hidráulica (cota 355,0m):.....	369,05ha
Volume Acumulado (cota 355,0m):.....	20,68hm ³
Volume Afluente Médio Anual:.....	6,786hm ³ /ano
Vazão Regularizada (90%):.....	0,14m ³ /s
Vazão Máxima de Projeto Amortecida (TR=1.000 anos):.....	2.466,00m ³ /s
Vazão Máxima de Projeto Amortecida (TR=10.000 anos):.....	3.310,00m ³ /s

Nível d'água Máximo (TR=1.000 anos):.....361,00m

Nível d'água Máximo Maximorum (TR=10.000 anos).....362,30m

Barragem Principal – Tipo CCR

Altura Máxima:.....27,50m

Largura do Coroamento:.....6,50m

Extensão pelo Coroamento:.....348,00m

Cota do Coroamento:.....361,50m¹

Largura Máxima da Base:.....23,72m

Tomada D'Água

Tipo:.....Tubo Flangeado em Aço Carbono Envelopado por Galeria de Concreto

Diâmetro:.....1- ϕ =300mm

Cota do Eixo da Tubulação:.....346,55m

Controle de Montante:.....Comporta Stop-Log com Acionamento Manual

Controle de Jusante:

Registro de Gaveta:.....1- ϕ =300mm

Válvula Borboleta:.....1- ϕ =300mm

Volume Morto (cota 338,00m):.....4.447,2m³

Vertedouro

Tipo:.....Perfil Creager, Canal Rápido e Bacia de Dissipação

Soleira:

Cota:.....355,00m

¹ Veja as considerações no item 3.9.

Largura:.....80,00m

Bacia de Dissipação:

Cota:.....334,50m

Largura:.....80,00m

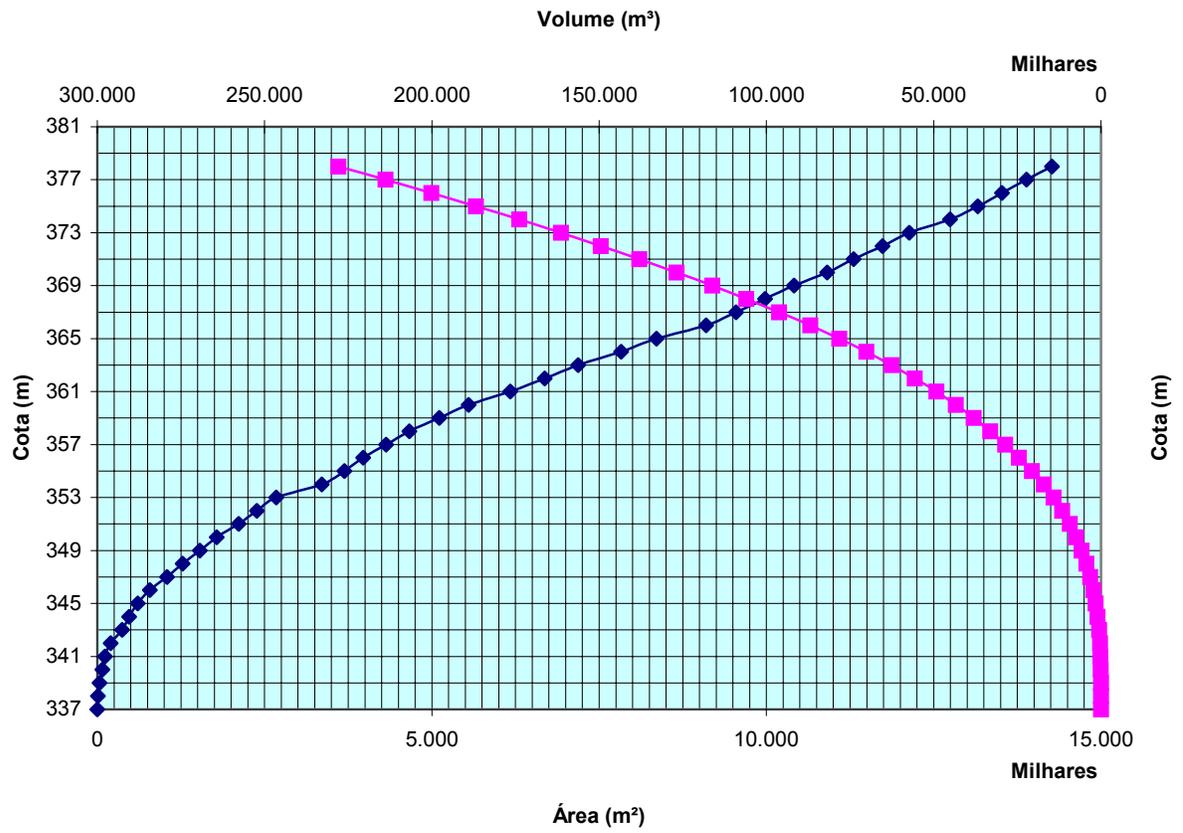
Extensão:.....20,00m

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° 1.1: Curva Cota x Área x Volume		
Cota (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
337,0	0	0,00
338,0	8.894,37	4.447,19
339,0	33.120,74	25.454,74
340,0	77.443,31	80.736,77
341,0	112.114,56	175.515,70
342,0	200.962,71	332.054,34
343,0	372.091,75	618.584,57
344,0	476.288,11	1.042.777,50
345,0	604.755,36	1.583.299,23
346,0	786.487,14	2.278.920,48
347,0	1.042.971,50	3.193.649,80
348,0	1.276.814,25	4.353.542,68
349,0	1.533.025,28	5.758.462,44
350,0	1.786.307,93	7.418.129,05
351,0	2.111.705,90	9.367.135,96
352,0	2.386.054,30	11.615.016,06
353,0	2.676.158,33	14.147.122,38
354,0	3.352.667,36	17.161.535,22
355,0	3.690.515,19	20.683.126,50
356,0	3.972.499,94	24.514.634,06
357,0	4.316.628,64	28.659.198,35
358,0	4.662.266,08	33.148.645,71
359,0	5.111.997,84	38.035.777,67
360,0	5.548.045,52	43.365.799,85
361,0	6.172.575,37	49.226.110,80

Quadro Nº 1.1: Curva Cota x Área x Volume		
Cota (m)	Área (m²)	Volume (m³)
362,0	6.685.627,86	55.655.212,41
363,0	7.187.097,51	62.591.575,10
364,0	7.830.147,70	70.100.197,70
365,0	8.358.895,88	78.194.719,49
366,0	9.097.592,23	86.922.963,55
367,0	9.547.312,34	96.245.415,83
368,0	9.980.904,72	106.009.524,36
369,0	10.410.160,53	116.205.056,99
370,0	10.906.611,04	126.863.442,77
371,0	11.304.531,23	137.969.013,91
372,0	11.735.411,09	149.488.985,07
373,0	12.137.529,58	161.425.455,40
374,0	12.745.844,57	173.867.142,48
375,0	13.156.751,18	186.818.142,48
376,0	13.520.893,78	200.157.262,83
377,0	13.886.534,92	213.860.977,18
378,0	14.268.642,59	227.938.565,94

Gráfico Curva Cota Área Volume



2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

O sítio do barramento fica localizado no Riacho Conceição, nas proximidades da localidade de Várzea Nova (Vila Luziana), no município de Antonina do Norte. Na verdade o riacho Conceição forma a divisa dos municípios de Antonina do Norte e Aiuaba.

O acesso ao local pode ser feito de duas formas a saber. A primeira opção é feita partindo-se de Fortaleza pela BR-116 seguindo-se até a cidade de Icó. Esse trajeto é feito percorrendo-se 370 km. De Icó segue-se pela CE-282, por mais 50 km, até chegar à cidade de Iguatu. De Iguatu segue-se pela CE-284 até a cidade de Antonina do Norte. Desta segue-se pela CE-176 por 7,3 km. Daí toma-se à esquerda por uma estrada carroçável para o vilarejo de Várzea Nova (Vila Luziana), cerca de 4,0 Km. Desta localidade, seguindo a estrada carroçável, cerca de 6,0 Km, chega-se nas opções de eixo. A segunda alternativa de acesso é feita pela BR-116 até o entroncamento desta com a CE-060. Esse percurso é feito percorrendo-se 69 km. Deste ponto, conhecido como Triângulo Quixadá, segue pela CE-060 até a cidade de Iguatu, percorrendo mais 230 km de Iguatu até a obra segue-se o mesmo roteiro da primeira alternativa.

Na **Figura 2.1** é apresentado o mapa de localização e acesso.

3 – DESCRIÇÃO DO PROJETO

3 – DESCRIÇÃO DO PROJETO

3.1 – GENERALIDADES

A Barragem Mamoeiro será construída no Riacho Conceição próximo à localidade de Vila Luziane que fica situada no Município de Aiuaba já próximo à divisa com o Município de Antonina do Norte. O Riacho Conceição é uma afluente do Rio Jaguaribe pela margem direita. A barragem terá seu eixo cortando o curso do Riacho Conceição no ponto de coordenadas E(X)=382.240 e N(Y)=9.249.493.

A Barragem Mamoeiro foi analisada nos estudos de hierarquização para ser construída com a finalidade primordial de abastecer a Cidade de Saboeiro. Porém com a construção da Barragem Arneiroz a sua finalidade foi modificada passando agora a ter a função de abastecer a Cidade de Antonina do Norte. Sendo assim o volume previsto, nos estudos de hierarquização, de 219hm³ foi reduzido para a ordem de 20hm³.

O uso da águas da Barragem Mamoeiro terá, também, como finalidade abastecer o distrito de Luziane e outras comunidades próximas, além de servir para a piscicultura, lazer e pequenas irrigações.

3.2 – RELAÇÃO DE DESENHOS

O Projeto Executivo da Barragem Mamoeiro é composto de 34 desenhos que são apresentados no Volume 2.

A relação dos desenhos é apresentada no **Quadro Nº 3.1** a seguir:

QUADRO Nº3.1: RELAÇÃO DOS DESENHOS	
DESENHO Nº	DESCRIÇÃO
I-2-MA-01/35-010	Bacia Hidráulica
I-2-MA-02/35-010	Estudos Topográficos – Planta de Locação dos Eixos
I-2-MA-03/35-010	Perfil Longitudinal do Eixo Barrável
I-2-MA-04/35-010	Planta de Locação dos Furos de Sondagem
I-2-MA-05/35-010	Perfil Geotécnico do Subsolo no Eixo Barrável
I-2-MA-06/35-010	Seções Geotécnicas do Subsolo – Seção BB' e Seção CC'
I-2-MA-07/35-010	Seções Geotécnicas do Subsolo – Seção DD' e Seção EE'
I-2-MA-08/35-010	Estudos Geotécnicos – Localização e Acessos das Ocorrências
I-2-MA-09/35-010	Arranjo Geral das Obras
I-2-MA-10/35-010	Vertedouro – Cortes Longitudinais e Transversais
I-2-MA-11/35-010	Escavação das Obras

QUADRO Nº3.1: RELAÇÃO DOS DESENHOS	
DESENHO Nº	DESCRIÇÃO
I-2-MA-12/35-010	Perfil Longitudinal da Barragem
I-2-MA-13/35-010	Seção Tipo (Máxima) – Trecho Insubmersível e Detalhes
I-2-MA-14/35-010	Seção Tipo (Máxima) – Trecho Submersível e Detalhes
I-2-MA-15/35-010	Seções Transversais – Segmentos (A, B, D e E)
I-2-MA-16/35-010	Seção Transversal – Segmento C
I-2-MA-17/35-010	Seções Transversais – Estaca E-06 a Estaca E-09
I-2-MA-18/35-010	Seções Transversais – Estaca 10 a Estaca 11
I-2-MA-19/35-010	Seções Transversais – Estaca 12 a Estaca 13
I-2-MA-20/35-010	Seções Transversais – Estaca 14 a Estaca 15
I-2-MA-21/35-010	Seção Transversal – Estaca 16
I-2-MA-22/35-010	Seção Transversal – Estaca 17
I-2-MA-23/35-010	Seção Transversal – Estaca 18
I-2-MA-24/35-010	Seções Transversais – Estaca 19 a Estaca 22
I-2-MA-25/35-010	Seções Tipo no Trecho Insubmersível (Máxima) e Cortes Transversais
I-2-MA-26/35-010	Galeria de Drenagem – Planta e Cortes
I-2-MA-27/35-010	Galeria de Drenagem – Detalhes
I-2-MA-28/35-010	Acesso 1 – Galeria de Drenagem e Detalhes
I-2-MA-29/35-010	Acesso 2 – Galeria de Drenagem e Detalhes
I-2-MA-30/35-010	Bacia de Dissipação – Chumbadores, Juntas e Armadura
I-2-MA-31/35-010	Maciço de CCR – Juntas e Detalhes
I-2-MA-32/35-010	Localização dos Furos de Injeção – Planta, Perfil e Detalhes
I-2-MA-33/35-010	Tomada D'Água – Seção Longitudinal, Cortes e Detalhes
I-2-MA-34/35-010	Tomada D'Água – Caixa de Jusante (Detalhes) e Escavação do Canal a Jusante
I-2-MA-35/35-010	Tomada D'Água – Armadura da Caixa de Jusante e Galeria

3.3 – ESCOLHA DO TIPO DE BARRAGEM

A escolha do tipo de barragem foi uma decisão tomada a partir da análise de algumas concepções ensaiadas na fase dos estudos. Inicialmente foi pensado numa barragem de terra fechando o boqueirão e o vertedouro num ponto de sela a cerca de 940,00m do eixo do riacho. Após a execução da campanha de sondagens nesse local verificou-se que a qualidade da rocha não é competente o suficiente para resistir uma erosão de jusante e as cerca de 20,00m de desnível, entre o canal de sangria e o leiro do rio, tornaria essa região de jusante no canal de restituição muito vulnerável à uma erosão regressiva e de grande intensidade. Diante deste fato abandonou-se essa concepção. Passou-se então a trabalhar com as características topográficas e geológicas do boqueirão. Topograficamente, o boqueirão, no ponto escolhido, se constitui de um vale bem fechado, permitindo a adoção de uma barragem de gravidade. Mesmo assim foram examinados dois tipos de barramento: um com a parte central vertedouro e as ombreiras de maciço de terra; o outro tipo consistiu em uma concepção plena em maciço de gravidade.

A escolha recaiu nesta ultima alternativa, basicamente devido a procedimentos construtivos, maiores dificuldades construtiva sem uma correspondente redução nos custos.

Portanto foi adotado uma barragem de gravidade com vertedouro na calha do rio.

3.4 – CARACTERÍSTICAS DO TERRENO DA FUNDAÇÃO DA BARRAGEM

Foi executado uma campanha de sondagens inicialmente, basicamente, no local do eixo levantado. Após a solicitação de otimização do eixo com exceção das sondagens SM-02 e SM-03 as outras ficaram fora do eixo otimizado. Por solicitações do Painel de Consultores e tendo em vista o tipo de barragem, foi solicitado uma nova campanha de sondagens que foram programados já tendo em vista o eixo a ser projetado. Essa nova programação consistiu na execução de 14 sondagens mistas das quais seis foram executadas no eixo da barragem e oito foram executadas para o lado de jusante. As sondagens foram executadas com sonda rotativa com diâmetro $\phi=NX$ (75,3mm).

De posse dos perfis de sondagens, foram preparados as seções e perfil longitudinal das camadas geológicas.

Embasados nos resultados das sondagens realizadas, foram definidos as profundidades de escavação para assentamento da barragem, levando em conta o tipo de barragem que será construída.

3.5 – LOCAL DE BOTA-FORA

Os materiais excedentes das escavações obrigatórias, conforme exigência dos organismos ambientais, deverão ser colocados dentro do futuro lago e deverão ocupar os espaços abaixo da cota de curva de nível 340,00m.

3.6 – TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES

O tratamento das fundações será executado com sonda rotativa diâmetro $\phi=NX$ (75,3mm) e equipamento roto-percursor. Os furos serão executados por montante sobre uma laje solidária ao maciço da barragem e terão profundidades variando de 12,00m entre as estacas 13+10 e 18+10, 9,0m entre as estacas 12+6,0 e 13+8,0 e 18+12,0 e 19+14,0 e 6,0 metros entre as estacas 8+6,0 e 12+4,0 e 19+16,0 e 20+14,0. Os furos serão verticais e fisicamente ficarão em uma mesma linha. Eles receberão as denominações de furos exploratórios, primários e secundários. Os furos exploratórios serão executados de 20 em 20 metros. Esses furos serão executados com sonda rotativa diâmetro $\phi=NX$ (75,30mm). Os furos primários e secundários ficarão espaçados de 4,0 em 4,0 metros e são defasados de 2,0 metros.

A maneira de executar os furos, as caldas a serem utilizadas bem como os critérios de paralisação são indicados no Volume de Especificações Técnicas.

3.7 – SISTEMA DE DRENAGEM

Para aliviar as tensões sob o maciço foi projetado um sistema de drenagem que será executado de dentro da galeria após a conclusão das injeções. Os furos de drenagem serão executados com sonda rotativa com diâmetro $\phi=NX$ (75,3mm) e terão comprimentos de 18,00m entre as estacas 13+10 e 18+9,0, 15,00m entre as estacas 12+7,0 e 13+9,0 e 18+4,0 e 19+15,0 e 12,00m entre as estacas 8+7,0 e 12+5,0 e 19+17,0 e 20+15,0. Os furos serão espaçados de 2,0 em 2,0 metros.

3.8 – MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Entre todos os materiais pesquisados para construção da barragem serão usados na construção os materiais do areal A-01 e materiais da pedra P-01 de rocha gnaisse com Los Angeles de 22%.

3.9 – CARACTERÍSTICAS DO BARRAMENTO

Partindo-se do eixo levantado em campo foi feita a otimização do posicionamento do eixo. Esse novo eixo foi estaqueado da estaca 0+0,00 à estaca 30+0,00.

Concebeu-se a barragem em maciço de CCR (concreto compactado a rolo) entre as estacas 5+7,00 e 22+15,00.

No relatório de consolidação da 52ª Reunião do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens comenta que pode ser objeto de consideração por ocasião do projeto executivo, a borda livre nula ou mesmo um galgamento sobre os trechos normalmente não submersíveis para a cheia decamilenar. No relatório do PISB, datada de novembro/2004, na página 17, está escrito que “a crista da barragem nos encontros pode ser rebaixada cerca de 1,0 a 2,0m, aceitando-se extravasamentos nas condições da cheia de 10.000 anos”. Desta forma, estabeleceu-se que a cota da crista da barragem é a 361,50m, ficando a barragem sujeita ao galgamento na cheia de recorrência decamilenar.

A parte central da barragem com 80,00m de largura. Com soleira na cota 355,00m que corresponde a uma acumulação de 20,60hm³.

A lâmina vertente da cheia milenar é de 6,0m. A água vertente desce num vertedouro em perfil creager e entre em trecho em tangente com inclinação de 1:0,70. A água da cheia é despejada sobre uma laje de concreto armado com topo na cota 334,50m. A laje tem 20,00m de extensão. No final da extremidade da laje foi projetado um redente de amarração que tem dimensões de 1,50m por 2,0m de profundidade. Esse redente será chumbado ao maciço rochoso. Correspondente à laje foi projetado dois muros laterais com coroamento na cota 342,50m o muro será, também, de CCR e tem inclinação de 1:0,70m. A bacia projetada corresponde à formação de ressalto pleno de uma cheia de 500m³/s. Cheias maiores completarão o ressalto da bacia e estarão sobre rocha sã. O que levou o Consórcio Projetista a optar por essa solução foi o fato de que essas cheias extremas são muito eventuais e no caso de uma ocorrência as estruturas da barragem suportarão os poucos momentos de passagem da cheia.

O trecho insubmersível tem largura do coroamento de 6,50m incluindo os guardas corpos. A seção tem um trecho de 3,0m de altura com largura de 6,50m e a partir desse ponto forma um talude para jusante na inclinação de 1:0,70 (V:H).

A barragem é toda formada em módulo de 20,00m de extensão. Há um dreno formado e um envolvimento na junta com uma junta de impermeabilização tipo Fugenband.

A galeria de inspeção será implantada entre as estacas 8+5,0 e 20+15. No trecho entre as estacas 8+5,0 e 13+0,75 e 18+17,45 e 20+15,00 ela será inclinada e no trecho entre as estacas 13+0,75 e 18+17,45 ela será horizontal na cota 343,00m.

No trecho vertente existe uma camada de concreto de face com $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$ em montante e jusante. Nos trechos não submersível esse concreto de face existe só no paramento de montante.

3.10 – TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água será implantada na estaca 10+5,00m do eixo barrável pela a ombreira direita. A tomada d'água terá extensão de 17,50m e será constituída de uma galeria tubular de diâmetro $\phi=0,300\text{m}$ em aço ASTM A-36. O eixo da galeria ficará na cota 346,55m. O corpo do tubo será envolto em concreto estrutural. A tomada d'água foi projetada para regularizar uma vazão de $0,140\text{m}^3/\text{s}$ com velocidade de $2,0\text{m/s}$.

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

No lado de jusante será construída uma caixa de concreto armado com três células. Na primeira célula serão colocados os equipamentos hidromecânicos de controle da vazão que são constituídos de um registro de gaveta e uma válvula borboleta. As águas que passarem por esses equipamentos chegarão na segunda célula que tem a função de dissipar a energia cinética. Finalmente, a terceira célula é um tanque tranquilizador com uma saída que dispõe de vertedouro triangular isósceles que permite pela sua equação que se façam as medidas de vazões a partir do nível d'água sobre o vértice da soleira.

Após a caixa de dissipação no início do trecho do canal de restituição, está previsto uma proteção com material granular com a finalidade de evitar a erosão provocado pelo fluxo das águas efluentes da tomada d'água. A proteção do canal de restituição será constituída por material granular obtido do produto de britagem, o mesmo aplicado no talude de jusante do maciço, em uma extensão de 5,00m, com 0,30m de espessura. Neste segmento, tanto a base do canal como as suas paredes estarão protegidas. As paredes do canal de restituição serão protegidas desde a sua base até a sua crista.

A Barragem será operada entre os níveis de cota 355,00m e 349,00m, onde os volumes são de $20,60\text{hm}^2$ que corresponde a 100% de capacidade e $5,70\text{hm}^3$ que corresponde a 27,6% da capacidade.

As escavações obrigatórias atingirão as cotas que permite a implantação da tomada d'água de acordo com as cotas projetadas.

O trecho da tomada d'água a jusante do filtro vertical será todo envolvido por areia grossa do tapete drenante. Da mesma forma o dreno de pé no local da tomada

d'água será construído envolvendo a galeria.

3.11 – DIMENSIONAMENTO DO VERTEDOURO

O trecho do Vertedouro tem 80,00m de largura medido pelo perfil creager.

A determinação da geometria do perfil creager foi feita seguindo os preceitos do “Bureau of Reclamation”, o perfil é definido dentro do plano cartesiano x-y cuja origem é colocada na crista da ogiva. Para jusante o perfil segue a equação: $\frac{y}{H_o} = -K \left(\frac{x}{H_o} \right)^n$,

onde:

(X, Y) = um ponto sobre o perfil

H_o = carga total sobre a crista da ogiva, incluindo a carga cinética

K, n = são coeficientes extraídos dos ábacos do “Bureau of Reclamation”

A partir de uma determina declividade o perfil de jusante passa a assumir uma feição retilínea até próximo do pé da barragem onde é feito uma concordância circular para inverter o fluxo.

Para montante o paramento é vertical com uma concordância com duas curvas circulares (curva composta) para atingir a crista da ogiva.

3.12 – ANÁLISE DE ESTABILIDADE

A análise da estabilidade do maciço foi efetuada para as seções submersível e insubmersível.

Na seção submersível foi adotado o nível normal, ou seja, cota 355,0m foi considerado, ainda, o sistema de drenagem com eficiência de 25%.

Na seção insubmersível foi considerado o nível d'água na cota de vazão milenar, ou seja, 361,00m.

Em ambas as seções foram feitas as simulações de análise do tombamento, análise do escorregamento e análise das tensões.

Foram adotados os seguintes parâmetros.

– Peso Específico de Água..... $\gamma_w = 1,0tf / m^3$;

- Peso Especifico de CCR..... $\gamma_{CCR} = 2,25tf / m^3$;
- Ângulo de Atrito Maciço x Rocha..... $\phi = 35^\circ$;
- Coesão de Interface Maciço x Fundação..... $C = 10 tf/m^2$.

4 – CANTEIRO DE OBRA

4 – CANTEIRO DE OBRA

O canteiro de obra será implantado em um platô próximo da jazida de solos pela margem esquerda do Riacho Conceição.

O acesso ao canteiro aos centros habitacionais próximos pode ser feito o ano inteiro por estradas vicinais existentes e deverão passar por um processo de melhorias para receber o tráfego bem mais intenso que acontecerá por ocasião da construção da obra.

As instalações mínimas previstas para o canteiro de obras são mostradas no **Quadro Nº 4.1:**

Quadro Nº 4.1: Canteiro de Obra	
Item	Descrição
01	Escritório da Administração
02	Laboratório de Solo e Concreto
03	Depósito de Cimento
04	Posto de Abastecimento de Combustível
05	Oficina Mecânica
06	Almoxarifado
07	Carpintaria
08	Ferraria
09	Armação e Moldagem
10	Alojamento para Pessoal de Apoio
11	Eletrificação
12	Escritório de Supervisão
13	Ambulatório

Salienta-se que esse local atualmente não é alimentado por energia elétrica e portanto, deve-se construir cerca de 10 km de rede elétrica.

5 – EQUIPAMENTO MÍNIMO

5 – EQUIPAMENTO MÍNIMO

Para cumprimento do Cronograma de implantação prevista no projeto, será necessário alocar a quantidade mínima de equipamento indicado nos **Quadros N°5.1 e 5.2:**

Quadro N°5.1: Relação dos Equipamentos do Laboratório		
Item	Especificação	Quant. Mínima
1	Conjuntos para determinação da densidade de campo pelo método do frasco de areia	3
2	Cilindro biselado para determinação de densidade nos aterros argilosos	6
3	Conjuntos completos para análise granulométrica por peneiramento, por via seca e úmida	2
4	Conjuntos completos para determinação dos Limites de Atterberg	2
5	Conjuntos completos para ensaios de compactação (Proctor Normal)	3
6	Conjuntos completos para ensaios de sedimentação e massa específica real dos solos	10
7	Equipamentos completos (estufas, cápsulas, balanças, bandejas, provetas, etc.), capazes de atender à solicitação do laboratório, para solos, ligantes e misturados	1
8	Conjuntos completos para ensaios de finura e de pega de cimento	1
9	Moldes para corpos de prova cilíndrico de concreto	50
10	Prensa para rompimento de corpos de prova de argamassa de concreto, com capacidade de 100,0 ton	1
11	Acessórios necessários ao preparo de traços de concreto e de argamassa, moldagem e cura de corpos de prova, etc.	1
12	Conjunto completo para ensaio de abatimento em concreto ("Slump test")	3
13	Conjunto completo para ensaio colorimétrico em areias	2
14	Frasco de Chapman	2
15	Equipamentos complementares necessários ao funcionamento do laboratório nos setores de agregados, cimento e concreto (estufas, balanças, cápsulas, bandejas, etc.)	1

Quadro N°5.2: Equipamento Mínimo		
Item	Descrição	Quant. Mínima
1	Trator de esteira com potência igual ou superior a 270HP	2
2	Trator de esteira com potência igual ou superior a 140HP	2
3	Trator de pneus com potência igual ou superior a 100HP	2
4	Carregadeira de pneus com potência igual ou superior a 170HP	4
5	Motoniveladora com potência igual ou superior a 125HP	2
6	Grade de disco pesada	2
7	Caminhão pipa com capacidade de 8000l	5
8	Caminhão basculante com capacidade de 12m³	15
9	Rolo liso duplo Tandem autopropulsor do tipo CC 431 DYNAPAC ou similar	1

Quadro Nº5.2: Equipamento Mínimo

Item	Descrição	Quant. Mínima
10	Rolo pé de carneiro tipo CA-25 DYNAPAC	2
11	Retro escavadeira sobre esteira com capacidade de 1,8m ³	1
12	Conjunto de britagem com capacidade de 50m ³ /h	1
13	Compressor de ar com capacidade igual ou superior a 700pcm (pés cúbicos por minuto)	2
14	Carreta de perfuração com capacidade igual ou superior a 500pcm	2
15	Compressor de ar portátil com capacidade superior a 250pcm	2
16	Sapo mecânico	4
17	Martelete de 24kg	5

6 – RESUMO DOS INVESTIMENTOS

6 – RESUMO DOS INVESTIMENTOS

A Barragem Mamoeiro envolverá a aplicação de R\$ 23.479.743,69 (Vinte e três milhões e quatrocentos e setenta e nove mil e setecentos e quarenta e três reais e sessenta e nove centavos), conforme mostram os custos a seguir:

Item	Discriminação	Totais R\$ (*)
1	Instalação e Canteiro de Obras	72.718,63
2	Serviços Preliminares	3.150.853,10
3	Barragem Principal	20.154.614,26
4	Tomada D'água	101.557,70
Total Geral		23.479.743,69
(*) Tabela SEINFRA, Junho/2006		