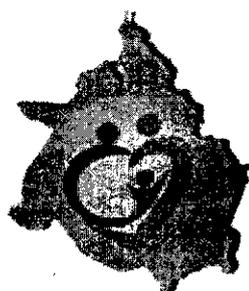


República Federativa do Brasil - Estado do Ceará



GOVERNO MUNICIPAL

QUIXERAMOBIM

Cuidando bem do Coração do Ceará

PREFEITURA MUNICIPAL DE QUIXERAMOBIM

**PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM
LACERDA**

QUIXERAMOBIM - CE

VOLUME I – RELATÓRIO GERAL

1.0 - APRESENTAÇÃO



O presente relatório consiste na apresentação do Projeto Executivo para implantação de uma barragem de terra homogênea, localizado no município de Quixeramobim, situado no sertão Central no estado do Ceará.

Os estudos desenvolvidos fazem alusão aos Termos de Referência e são constituídos por atividades multidisciplinares que permitem a elaboração de relatórios específicos e organizados em três volumes. As partes que compõe o Projeto Executivo da Barragem Lacerda são apresentadas na seguinte sequência:

Volume I – Relatório Geral

Volume II – Desenhos Técnicos

Volume III – Especificações Técnica

O relatório consiste de um capítulo introdutório, no qual são descritas a finalidades e as características gerais do empreendimento, um capítulo Memorial Descritivo: ficha técnica, um capítulo relativo aos estudos topográficos e outro com os estudos hidrológicos, um capítulo com as considerações gerais, outro com a memória de cálculo, seguindo-se o de quantitativos volumétricos e orçamento.

Rodr. Thiago
Pedro Thiago Oliveira
Engenheiro
CREA - 000000000000000000
Piedade, 15 de Novembro de 2008

2.0 – INTRODUÇÃO



No Nordeste brasileiro é comum construções de açude para amenizar o problema da escassez de recursos hídricos. As grandes obras de açudagem têm sido realizadas pelo poder público, visando ao abastecimento da população sertaneja e a irrigação de terras. O Nordeste Brasileiro tem cerca de 70 mil açudes de superfície superior a 1000m². É a segunda região do mundo em quantidade de reservatórios, perdendo apenas para Índia. Desenvolvidos para suprir água durante os períodos de seca que atinge o clima do semiárido brasileiro, são utilizados para irrigação, criação de gado, pesca e uso doméstico.

Os moradores da localidade de Lacerda, a exemplo das demais comunidades do Sertão cearense, carecem de fontes naturais de recursos hídricos, o que as torna vulneráveis aos efeitos constantes estiagens que assolam a região. Buscando minimizar os efeitos destas estiagens, principalmente no que trata ao abastecimento humano, é que esta comunidade busca meios para construção da barragem em questão.

Pedro Thiago
Pedro Thiago Oliveira Rezende
Engenheiro
CREA
Prefeitura Municipal de Quixeramobim

3.0 – MEMORIAL DESCRITIVO



3.1 – LOCALIZAÇÃO

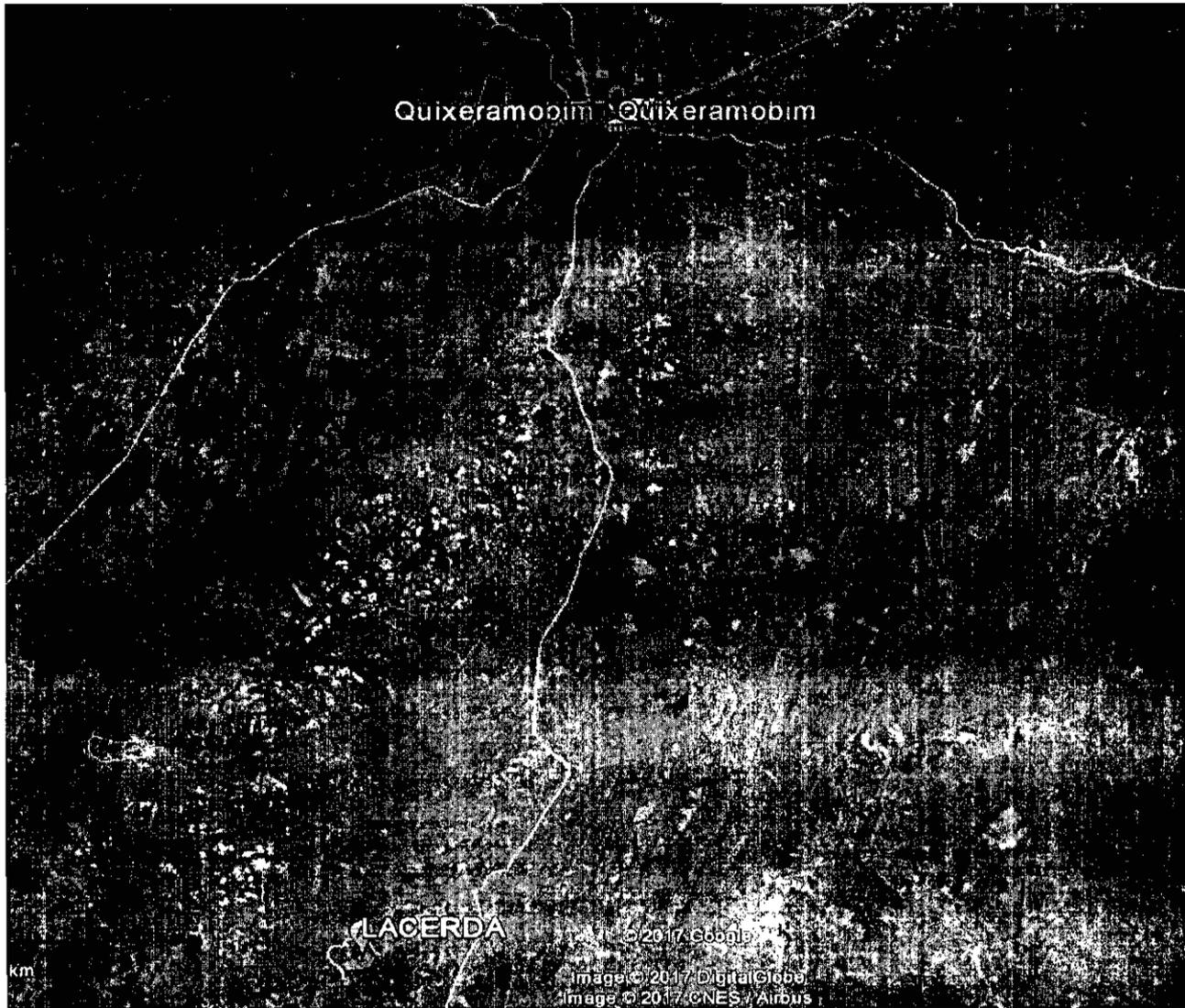
A localidade de Lacerda pertence ao município de Quixeramobim que localiza-se na região central do Estado, tendo o município uma extensão territorial de 3.275,00 Km² e a altitude da sede é de 192,00m acima do nível do mar.

Quixeramobim limita-se ao Norte com Quixadá, Choro e Madalena, ao Sul com Senador Pompeu e Milhã, Leste com Milhã, Solonópole, Banabuiú e Quixadá e a Oeste com Madalena, Boa Viagem, Pedra Branca e Senador Pompeu. As coordenadas geográficas da sede do município são: Altitude (S) 5° 11' 57" e Longitude (W) 39° 17' 34".

Acesso ao local, partindo da sede de Quixeramobim em direção ao distrito de Encantado pela rodovia CE - 166, percorre 24 Km, entra a direita no acesso para a estrada carroçável segue 10 km e chega no distrito de Lacerda. Chegando ao distrito de Lacerda pega o acesso à esquerda com direção a fazenda Jericó, segue 8km e chega ao local do boqueirão situado a margem direita da estrada carroçável.

Pedro Thiago
Pedro Thiago Oliveira
Engenheiro
CREA Nº 320
Prefeitura Municipal de Quixeramobim

3.1.1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO

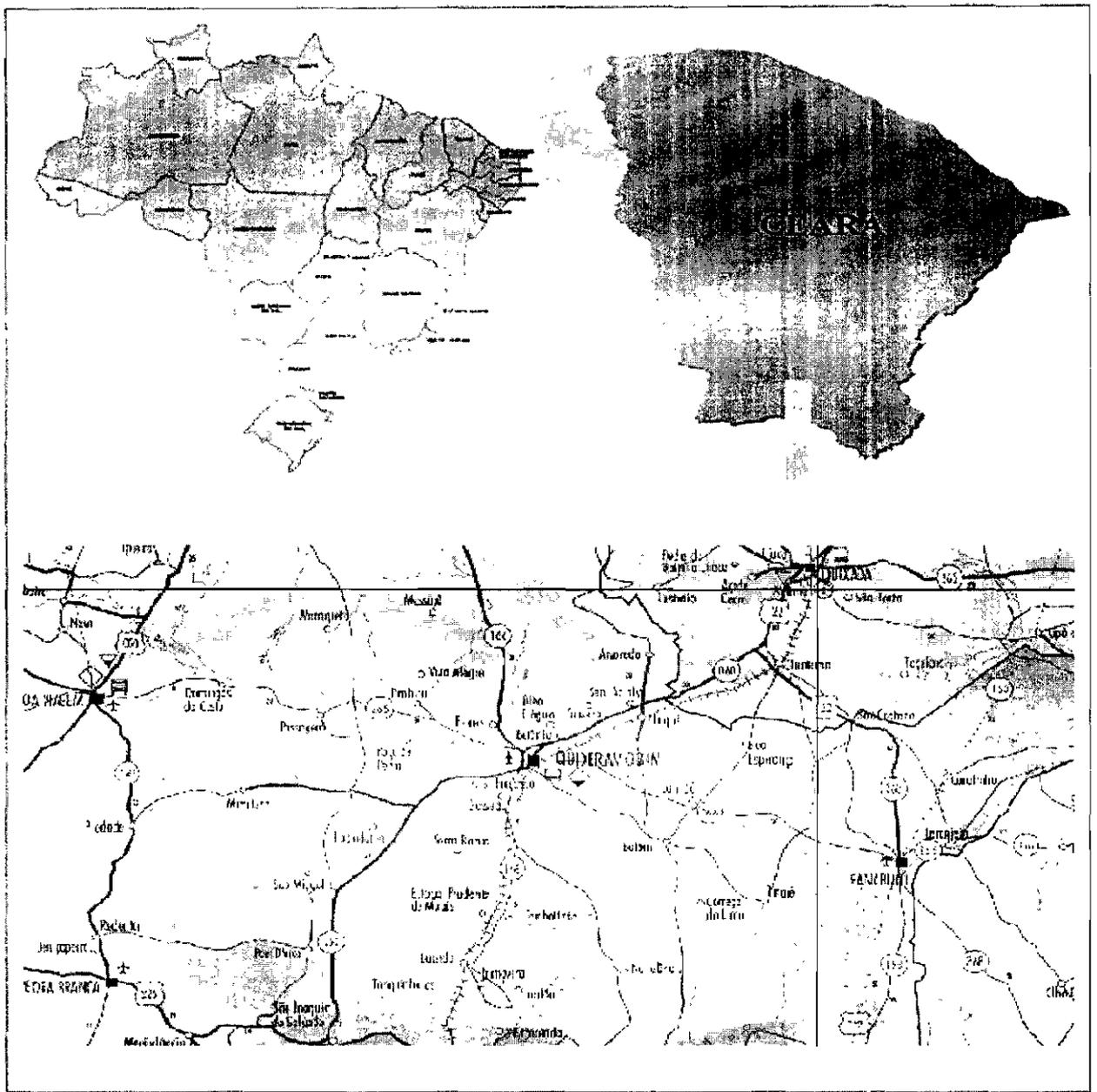


Pedro Thiago
Pedro Thiago Oliveira Ricardo
Engenheiro Civil
CREA Nº 323.329/D
Prefeitura Municipal de Quixeramobim

Pedro Thiago Oliveira Ricardo
Engenheiro Civil
CREA Nº 323.329/D
Prefeitura Municipal de Quixeramobim

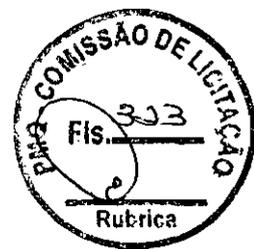


3.1.2 – Mapa de Situação do Município



MAPA DE SITUAÇÃO

Pedro Thiago
Pedro Thiago Oliveira Ricardo
Engenheiro Civil
CREA Nº 323.329/D
Prefeitura Municipal de Quixeramobim



3.2 – FICHA TÉCNICA

A barragem Lacerda é composta de uma parede principal e uma auxiliar, na parede principal será implantado filtro vertical executado a cada metro de aterro compactado, rock-fill e na parede auxiliar será construído o sangradouro da barragem.

3.2.1 – LOCALIZAÇÃO:

NOME DA OBRA: Barragem Lacerda

ESTADO: Ceará

MUNICÍPIO: Quixeramobim

LOCALIDADE: Lacerda

RIO BARRADO: sem denominação

COORDENADAS: 9.397828,10 KmN; 459240,01 KmE

Carta da Sudene: SB 24-V-D-III QUIXERAMOBIM

3.2.2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS:

PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL: 707,7 mm

ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA: 12,76 Km²

COMPRIMENTO DA LINHA DE FUNDO: 2,50Km

TIPO DE BACIA: Tipo 3

3.2.3 - CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM:

TIPO: barragem de terra homogênea

EXTENSÃO PELO COROAMENTO: 303,00m+ 80,00m = 383,00m

LARGURA DO COROAMENTO: 5,00m

Pedro Thiago
Pedro Thiago Oliveira Rezende
Engenheiro Civil
CREA Nº 323-323-D
Prefeitura Municipal de Quixeramobim

COTA DO COROAMENTO: 231,00



ALTURA MÁXIMA ACIMA DAS FUNDAÇÕES: 13,66 m

VOLUME DO RESERVATÓRIO: 2.243.428,65 m³

VOLUME DO ATERRO DO MAÇICO: 47.340,95 m³

TALUDE DE JUSANTE: 2,0: 1

TALUDE DE JUSANTE: 2:1; 2, 5:1

3.2.4 - VERTEDOURO:

TIPO: canal natural

COTA DA SANGRIA: 229,00m

LÂMINA MÁXIMA DE SANGRIA: 1,00m

FOLGA: 1,0m

REVANCHE: 2,0 m

EXTENSÃO DO VERTEDOURO: 44,00m

Pedro Thiago
Pedro Thiago Oliveira Ribeiro
Engenheiro Civil
CPF: 14.323.329-0
Prefeitura Municipal de Quixeramobim



4.0 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

4.1 – TOPOGRAFIA

Os estudos topográficos da Barragem Lacerda constituíram na execução dos seguintes serviços, a saber:

Levantamento do Eixo Barrável;

Levantamento do barragem auxiliar e do Vertedouro;

Coordenadas e Cotas.

4.1.1 – Levantamento do Eixo Barrável e do Vertedouro:

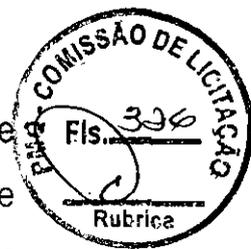
O eixo da barragem Lacerda foi locado em um boqueirão com características topográficas favoráveis, onde o Vertedouro foi definido e estudado perpendicularmente ao eixo da barragem auxiliar, nas estacas 0+0 a 4+0.

Os levantamentos topográficos do eixo barrável e do vertedouro, foram executados através de locação de estação total, pelo método de coordenadas com identificação dos eixos: Este, Norte, elevação e descrição dos pontos identificados. Os serviços realizados foram: locação; implantação de marcos para futura relocação; nivelamento e levantamento de seções transversais.

4.1.2 – Locação dos eixos e Implantação de Marcos:

Utilizando-se GPS manual GARMIN 12 e a Estação Total, locou-se o eixo da barragem principal, auxiliar e do Vertedouro, o qual foi materializado a cada 20 metros por pontos estaqueados e numerados, sendo também, indicados através de estacas inteiras ou fracionadas, todos os pontos notáveis tais como: talvegues, estradas, afloramentos rochosos, rede elétrica, elevações, mudanças bruscas de inclinação do terreno entre outros.

Pedro S. Silva
Pedro Thiago Oliveira Ribeiro
Engenheiro Civil
CREA nº 323.226/D
Onde atua: Município de Quixerambom



O eixo da barragem parte da estaca 0+00, localizada na ombreira direita, onde implantou-se o marco M-2, seguindo daí até à estaca final 18+15,00 metros onde implantou-se o marco M-1, além da barragem principal, realizou-se um estaqueamento complementar, barragem auxiliar, seguindo da estaca 0+0m até 4+00, totalizando uma extensão de 383,00 metros.

O quadro a seguir apresenta a relação dos marcos implantados.

Marco	Estaca	Coordenadas UTM (m)	
		Este	Norte
M-1	18+15	459724,00	9.397.812,15
M-2	0+00	459.402,69	9.397.649,59
M-3(SANG)	4+00	459.273,19	9.397.691,50
M-4(SANG)	6+00	459.263,20	9.397.730,10
M-5(AUX)	0+00	459.240,01	9.397.828,10

4.1.3 – Nivelamento

O levantamento altimétrico da Barragem Lacerda e o seu respectivo Vertedouro foram realizados utilizando-se GPS e Estação Total, onde foram niveladas todas as estacas do eixo materializado.

4.1.4 – Levantamento de Seções Transversais

Foram levantadas seções transversais ao eixo da barragem e do Vertedouro a cada 20 metros abrangendo uma faixa de domínio com largura de 60 metros para a barragem, tanto para montante como para jusante, e se constituíram de pontos cotados a cada 10 metros, considerando também os pontos de destaque do relevo topográfico.

Pedro Thiago
Pedro Thiago Oliveira
Engenheiro Civil
CREA Nº 323.329-D
P. 010 - 1.ª Municipal de Quiririm

4.1.5 – Coordenadas e Cotas

Em relação às coordenadas utilizadas para o levantamento, foram coordenadas obtidas através de GPS manual GARMIN 12.



Pedro Thiago
Pedro Thiago Oliveira Ricardo
Empreiteiro
CFE nº 12.345.678-9
Prefeitura Municipal de Quixeramobim



5.0 – INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS

As investigações executadas para caracterização geológico-geotécnica da região das obras foram divididas em duas fases, a saber: estudos geológicos de superfície e investigações geotécnicas de subsuperfície.

Os estudos geológicos de superfície constaram do mapeamento geológico do sítio barrável, área do Vertedouro e estudos de reconhecimento superficial dos materiais a serem utilizados na construção da barragem e estruturas adjacentes.

As sondagens de subsuperfície efetuadas ao longo do sítio barrável, área do Vertedouro e jazidas de materiais terrosos e arenosos consistiram na Abertura de Poços de Inspeção a Pá e Picareta (SPP), Sondagens a Percussão (SP).

É interessante ressaltar que, quando da execução das investigações geotécnicas, houve extração de amostras deformadas de solo do eixo barrável e das jazidas, de modo a se proceder às análises de laboratório indispensáveis à caracterização dos materiais existentes na região.

Todos os procedimentos utilizados seguiram as normas preconizadas pela ABNT.

5.1 – GEOLOGIA LOCAL

A área em estudo está inserida geologicamente no domínio das rochas cristalinas, em que a litologia predominante é marcada pela presença de rochas metamórficas gnáissicas e migmatíticas.

Os gnaisses têm na sua composição mineralógica a predominância de biotita, quartzo e feldspato, exibindo tonalidades cinza-claro a cinza médio e cinza-escuro. A estrutura normalmente mostra uma intercalação de bandas escuras, enriquecidas em máficos, com bandas claras, quartzo-feldspáticas. A granulação é principalmente equigranular média, podendo variar para equigranular fina. Os

Paulo Sérgio
Engenheiro Civil
CREA Nº 423.329/D
Petrópolis - RJ
Petrópolis Municipal de Qualidade



gnaisse situados próximos às zonas de falhas exibem comumente porfiroblastos e estirados de feldspatos, caracterizando os gnaisse facoidais. Ocorrem ainda granada-biotita-gnaisse, que são semelhantes à biotita gnaisse, destacando-se, neste caso, a presença de porfiroblastos de granada rósea, maior percentagem de máficos e, conseqüentemente, tonalidades mais escuras.

Há também a presença dos migmatitos, podendo ser homogêneos e heterogêneos. Os migmatitos homogêneos caracterizam-se pela presença de estruturas do tipo nebulítica, anatexítica e schlieren, com volume dominante de neossoma sobre o paleossoma. É possível, em alguns casos observar-se a passagem para rochas graníticas para migmatitos heterogêneos em questão de poucos metros. Em afloramentos essas rochas revelam a dominância das tonalidades rósea e cinza-claro, com granulação variando de inequigranular média a grossa, às vezes tendendo a porfiroblástica. A textura mostra-se com algumas lineações. Os migmatitos heterogêneos, com estruturas planares visíveis, também foram identificados na área e, da mesma forma que os migmatitos homogêneos, estes não ocupam áreas com limites definidos, havendo uma passagem gradacional para migmatitos homogêneos ou gnaisse, ao longo de um mesmo afloramento.

Nas ombreiras, as coberturas de solo sobre essas rochas formam um manto de intemperismo que raramente ultrapassa a profundidade de 1,50m, constituído por duas camadas distintas: a camada mais superficial é de solo mais maduro de granulometria areno-argilosa, coloração avermelhada ou amarelada, que não conserva nenhuma aparência da rocha original e possui características de excelentes qualidades para construção de barragens de terra homogênea; a camada mais profunda, adjacente ao topo da rocha, em média com 0,50m de espessura é um solo residual jovem ou saprolito, composto essencialmente de quartzo, mica e feldspato, classificado como silte arenoso micáceo.

Pedro Soares
Pedro Soares
Engenheiro Civil
CREA Nº 223.323/D
Prefeitura Municipal de Quiriri



Nas margens do riacho que vai ser barrado, ocorrem os sedimentos aluvionares que formam terraços formados pela deposição de areias finas, siltes e argilas de coloração escura, com matéria orgânica em decomposição. Na calha do riacho são encontrados areias de granulometria fina e média a grossa com pedregulhos e minerais micáceos provenientes da decomposição das rochas do embasamento cristalino. Na área destinada ao Vertedouro, não foram encontrados afloramentos rochosos. O solo é representado por um silte areno-argiloso de coloração cinza claro a escuro, recoberto com seixos rolados de migmatitos e quartzo.

5.2 – INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS

No Quadro são numeradas as sondagens realizadas na Barragem Lacerda.

Furo	Local	Coordenadas UTM	
		N (Y)	E (X)
SP-01	Eixo da Barragem	9.397.614,99	459.446,05
SP-02	Eixo da Barragem	9.397.638,70	459.487,34
SP-03	Eixo da Barragem	9.397.677,84	459.549,34
SP-04	Eixo da Barragem	9.397.702,06	459.578,89
SP-05	Eixo da Barragem	9.397.721,12	459.613,12
SP-06	Eixo da Barragem AUX.	9.397.643,78	459.231,10
SP-07	Eixo da Barragem AUX.	9.397.676,35	459.221,31

Pedro Thiago Oliveira
Pedro Thiago Oliveira
Engenheiro Civil
CREA Nº 325.343/D
Prefeitura Municipal de Quixeramobim



5.2.1 – Descrição das Sondagens Executadas

A investigação geotécnica iniciou-se com a execução de dois tipos de sondagens, a saber:

- SPP: Sondagem a Pá e Picareta;
- SP: Sondagem a Percussão;

A locação, bem como as cotas topográficas das bocas de furos foram fornecidas a partir dos estudos topográficos de campo.

5.2.2 – Sondagens a Pá e Picareta

Os poços de inspeção localizados no eixo barrável foram realizados nos pontos onde haviam sido projetados furos de percussão e a ocorrência de rocha aflorando não permitiu a execução deste tipo de sondagem.

Todos os poços foram perfurados por meio de escavação manual com dimensões de 1,00m longitudinalmente por 1,00m transversalmente.

5.2.3 – Sondagens a Percussão

O objetivo básico destas sondagens foi o de definir a espessura dos depósitos aluvionais sobre o embasamento rochoso e as resistências das camadas através do "SPT"(STANDARD PENETRATION TEST), realizado a cada metro sondado.

O critério de paralisação das sondagens foi o de lavagem por tempo (menos de 5cm de penetração para 10 minutos de lavagem), ou a profundidade de projeto, no caso dos furos de percussão simples. Todas as sondagens foram realizadas com diâmetro de 2 ½" (duas e meia polegadas).

Rudolfo Siqueira
Peteo Thiago Oliveira Ribeiro
Engenheiro Civil
CREA Nº 333 325 D
Prof. Lab. Municipal de Quevedo, 200m



6.0 – PESQUISA DE JAZIDAS

Os trabalhos referentes à pesquisa de materiais a serem utilizados nas obras tiveram seu início a partir de um reconhecimento em campo, de modo a localizar e conferir os empréstimos existentes na área. Deve-se salientar que os estudos básicos existentes nortearam os trabalhos. Neste momento, levou-se em considerações duas variáveis importantes: qualidade e volume dos materiais detectados.

Assim sendo, pode-se identificar e estudar os seguintes empréstimos:

- Jazidas de Solo: J-1, J-2;
- Areal: A-1;
- Pedreira: P-1.

6.1 – JAZIDAS DE SOLO (EMPRÉSTIMOS 1, 2)

Para que houvesse uma boa abrangência nos estudos dos empréstimos, lançou-se uma malha quadrática com 100,00 m de lado, onde procedeu-se à abertura de poços a pá e picareta para coleta de materiais e posterior realização de ensaios de laboratório.

Dentro de um afastamento econômico adequado do local da obra em estudo, foram identificados e caracterizados os materiais das áreas de empréstimo.

Em cada poço de inspeção foi feita uma descrição dos materiais, identificando suas características e quantificando suas potencialidades e distância média de transporte, conforme já comentado.

- Granulometria (com e sem sedimentação);
- Limites de “Atterberg”;

Pedro Thiago
Pedro Thiago Oliveira Ribeiro
Eng.º Civil nº 111.111-1
C.R.C. nº 20.000/03
Prefeitura Municipal de Quixeramobim



- Ensaios de Compactação (Proctor Normal) ;
- Umidade Natural;
- Peso Específico Real;
- Permeabilidade com carga variável;
- Cisalhamento direto lento.
- A seguir resume-se as características das áreas potencialmente exploráveis:

Dados Gerais da Jazida J-1

- Área total estudada 35.625,00m²;
- Número de furos realizados 06 und;
- Profundidade média dos furos 1,98 m;
- Volume total de material 70.537,50m³;
- Camada média de expurgo 0,06 m;
- Distância do eixo barrável 3,00 km.

Dados Gerais da Jazida J-2

- Área total estudada 17.500,00m²;
- Número de furos realizados 04 und;
- Profundidade média dos furos 2,00 m;
- Volume total de material 35.000,00m³;

Pedro Soares
Pedro Soares
Engenheiro Civil
CREA N.º 223.624/0
Prefeitura Municipal de Ourém, 2008

– Da mesma forma com o ocorrido na jazida terrosa, o areal foi identificado e posteriormente estudado, onde se lançou uma malha de sondagens, ao longo do depósito.



– Amostras deste material também foram colhidas e encaminhadas ao laboratório para ensaios.

– A jazida em questão encontra-se ao longo do leito do rio.

– Dados Gerais do Areal

– Distância do areal ao eixo 5,00km;

– Extensão 3.000,0m;

– Largura 10,00m;

– Altura a explorar 1,00m;

– Volume explorável 30.000,00m³.

– **Pedreira**

– Características Gerais da Pedreira

– Extensão 50,0m;

– Largura 50,0m;

– Altura a explorar 6,00m;

– Volume explorável 60.000,00m³;

– Distância para o eixo 4,00km;

Pedro Skaf
Pedro Thiago Oliveira
Engenheiro Civil
CREA Nº 323-328-D
Prefeitura Municipal de Quaresma



– Jazidas de Solos

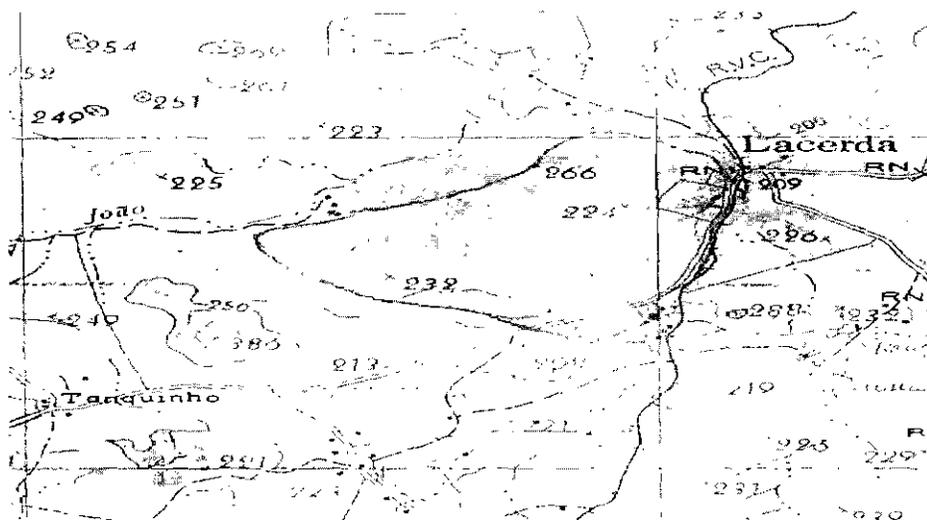
- Foram coletadas 30 (trinta) amostras para que fossem submetidas a ensaios normais de caracterização, constando de determinação dos Limites de Atterberg (LL e LP), Granulometria por peneiramento e com sedimentação, peso específico, Compactação Proctor Normal, Permeabilidade com carga variável e Cisalhamento Direto Lento.

Pedro Thiago
Pedro Thiago Oliveira Ribeiro
Empreiteira
CNPJ nº 14.083.443/0001-00
Rua da Mouraria nº 145 - Qd. 1 - São João



7.0 – HIDROLOGIA

- Os estudos hidrológicos consistiram na caracterização física da bacia hidrográfica, no estudo de cheias, nas curvas de regularização do reservatório e no dimensionamento do Vertedouro.



7.1 – CARACTERÍSTICA FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA

- A bacia hidrográfica da Barragem Lacerda possui as seguintes características físicas:
- Bacia Hidrográfica..... 12,76km²;
- Perímetro da Bacia Hidrográfica..... 11,0km;
- Comprimento do Rio Principal..... 2,50 km;
- Coeficiente de escoamento.....20%;
- Volume afluente..... 960.902,57m³;

Paulo Thiago
Paulo Thiago Oliveira Rêgo
Engenheiro Civil
CREA nº 233325 D
Prática Municipal de Curitiba

– Cheia máxima..... 77,02 m³ / s.



7.2 – ESTUDO DE CHEIAS

A determinação da cheia de projeto para dimensionamento do Vertedouro pode ser realizada com base nos cálculos da vazão máxima com 100 anos de período de retorno ou cheia máxima secular.

7.3 – METODOLOGIA

Será adotado o procedimento desenvolvido pelo Engenheiro Francisco Gonçalves Aguiar, que se adapta mais para os açudes do Nordeste.

7.4 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL

Determinação da precipitação média anual na bacia hidrográfica pela média aritmética das precipitações anuais dos postos existentes dentro da bacia.

$$H = 782,5 \text{ mm} = 0,782 \text{ m}$$

7.5 – RENDIMENTO DA BACIA

$$R_{mm} = H^2 - 400H + 230.000/55.000 =$$

$$R\% = 9,62\% = 0,0962$$

7.6 – VOLUME AFLUENTE ANUAL

$V_a = R\% \text{ HUA}$, onde:

$R\%$ = Rendimento em porcentagem;

Pedro Thiago
Pedro Thiago Olives Frezza
Engenheiro Civil
CREA - Nº 323.325-D
Pete. da Municipal de Quipuey, RJ



H = Altura da chuva em metros;

U = Coeficiente de correção;

A = Área da bacia hidrográfica em m².

Bacia Tipo 3

K= 0,20

C= 1,00

U= 1,00

Va = 0,0962x 0,782 x 1,00 x 12.760.000,00 = 960.902,57 m³/ano

7.7 – DESCARGA MÁXIMA SECULAR

$$Q_s = \frac{1.150}{\sqrt{LC}} \times \frac{S}{(120 + KLC)} \text{ m}^3/\text{s}$$

Onde:

S = Área da bacia hidrográfica em Km²;

L = Linha de fundo em Km;

K,C = Coeficientes que dependem do tipo da bacia.

$$Q_s = \frac{1.150}{\sqrt{2,5 \times 1,00}} \times \frac{12,76}{(120 + 0,20 \times 2,50 \times 1,00)} =$$

$$77,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_s = 77,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

7.8 – LARGURA DO VERTEDOURO

$$L = \frac{Q_s}{1,45 \times H \sqrt{H}}, \text{ onde:}$$

L = Largura do sangradouro;

Pedro Thiago
Pedro Thiago Oliveira
Engenheiro Civil
CREM 14.203.243-D
Prefeitura Municipal de Quireza, RJ



QS = Descarga máxima secular;

H = Lâmina de sangria;

Cd = Coeficiente de descarga

L = 43,51m. Adotado: 44,00 m.

7.9 – FOLGA DA BARRAGEM

A folga da barragem é a diferença de cota entre o coroamento e o nível máximo das águas. A folga é dada pela expressão:

$f = 1,02 + 0,0232F - 0,0362 \sqrt{F} + 0,482\sqrt{F} - 0,354 \sqrt{F}$, onde:

f = Folga da barragem;

F = Fetch = 0,75 Km

f = 1,0 m

Adotado f = 1,0 m.

7.10 – REVANCHE

R = H + f, onde:

R = Revanche;

H = Lâmina máxima de sangria;

f = Folga.

R = 1,00 + 1,00 = 2,00 Adotado = 2,00m

7.11 - COTA DO COROAMENTO:

Cc = Cs + R, onde:

Cc = Cota do coroamento;

Roberto Soares
Pedro Thiago Oliveira
CRP
PREFEITURA MUNICIPAL DE QUIROGA



Cs = Cota da soleira

R = Revanche

$$Cc = 229,00 + 2,00 = 231,00$$

7.12 - ALTURA DA BARRAGEM:

$H = Cc - Ct$, onde:

H = Altura da barragem;

Cc = Cota do coroamento;

Ct = Cota do talvegue.

$$H = 231,00 - 214,2 = 16,80 \text{ m}$$

7.13 - LARGURA DO COROAMENTO:

$B = 1,1 \sqrt{H} + 0,9$, onde:

B = Largura do coroamento;

H = Altura da barragem;

$$B = 1,1 \sqrt{16,28} + 0,9 = 5,37 \text{ m} \quad \text{Adotado } B = 5,00 \text{ m.}$$

7.14 - INCLINAÇÃO DOS TALUDES:

De acordo com a tabela fornecida pelo "BUREAU OF RECLAMATION" onde se obtém a inclinação de taludes em função do tipo de solo, que no nosso é "SC", temos:

Talude de montante: 1: 2,5 (V:H)

Talude de jusante: 1:2,0 (V:H)

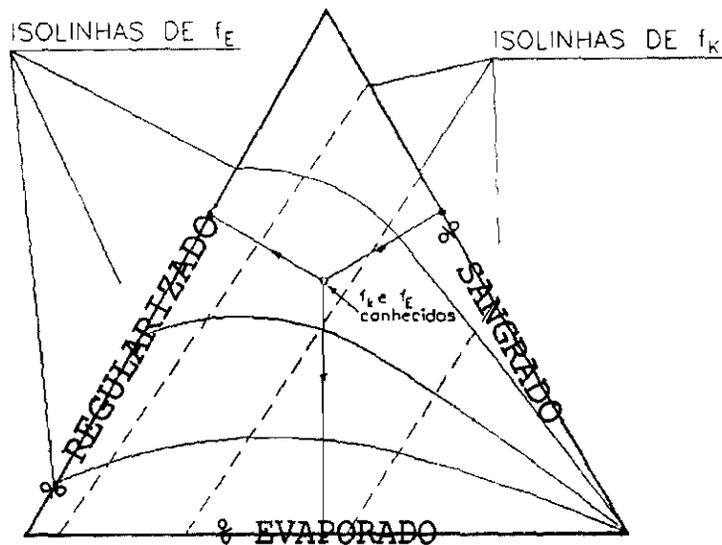
Pedro Filipe Oliveira
Pedro Filipe Oliveira
Eng.
C.R.T.
Prefeitura Municipal de Quixeramobim

7.15 - ESTIMATIVA DA ÁGUA REGULARIZADA, EVAPORADA E SANGRADA:

MÉTODO EMPREGADO:



Diagrama triangular de regularização - Nilson Campos - UFC.



- ❖ Escolher o ponto de encontro das isolinhas f_K e f_E ,
- ❖ Traçar uma paralela ao eixo % evaporado para determinar no eixo % regularizado o volume efetivamente regularizado;
- ❖ Traçar uma paralela ao eixo % regularizado determinar no eixo % sangrado o volume médio sangrado;
- ❖ Traçar uma paralela ao eixo % sangrado determinar no eixo % evaporado o volume médio evaporado.

- CV Considerado = 1,2

a) $f_K = K / \mu$, onde:

f_K = Fator de capacidade;

K = Volume do reservatório;

μ = Volume Afluente Anual (V_a);

Paulo Thiago
Paulo Thiago Oliveira Ribeiro
Engenheiro
CREA 114
Piedade Municipal, 11.600.927.0000

$$f_k = 2.243.428,65 / 960.902,57 = 2,33$$



b) $\alpha = \Sigma V_i / \Sigma (h_i)^3$, onde:

α = Fator de forma da bacia hidráulica;

ΣV_i = Capacidade de acumulação;

$\Sigma (h_i)$ = Altura da soleira;

$$\alpha = 2.243.428,65 / (14,28)^3 = 707,42$$

c) $F_E = (3 \alpha^{(1/3)} / \mu^{(1/3)}) E$, onde:

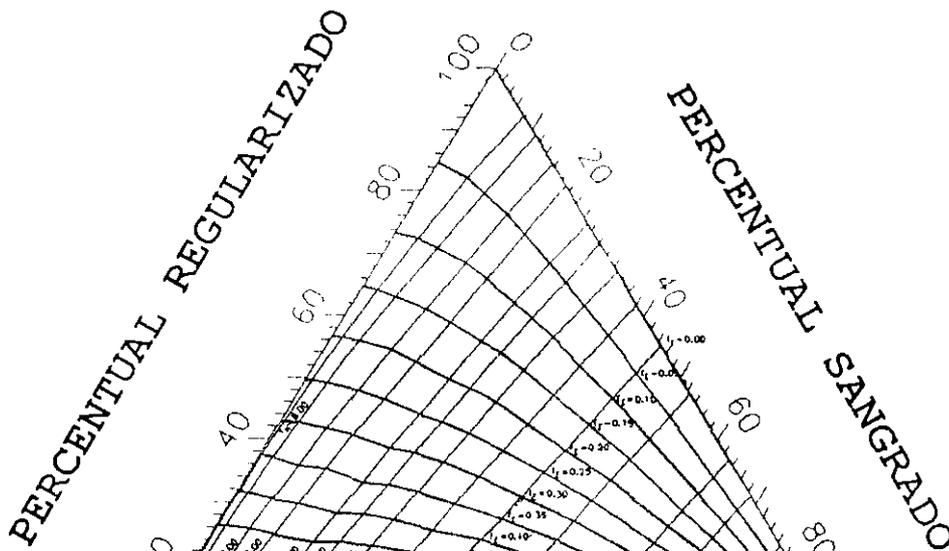
F_E = Fator de evaporação;

$E = 1.277,0$ mm. (Considerado a soma das médias das evaporações dos meses de junho a dezembro do Posto de QUIXERAMOBIM contidas nas Normas Climatológicas - Departamento Nacional de Meteorologia).

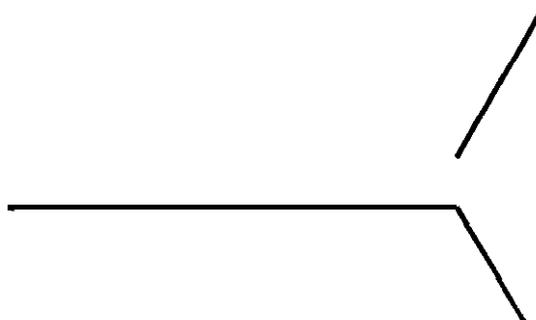
μ = Volume Afluente Anual (V_a);

$$F_E = (3 \times 707,42^{(1/3)} / 960.902,57^{(1/3)}) \times 1,277$$

$$F_E = (3 \times 8,91 / 129,01) \times 1,277 = 0,21$$



Pedro Soares
 Pedro Thiago Oliveira
 Engenheiro Civil
 CREA Nº 323.325/D
 Prefeitura Municipal de Quixeramobim



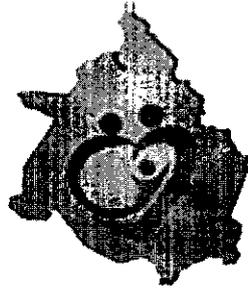
PERCENTUAL EVAPORADO

- Quantidade de Água Regularizada – 20 %
- Quantidade de Água Sangrada – 25 %
- Quantidade de Água Evaporada – 55 %

Pedro Thiago
Pedro Thiago Oliveira Ricardo
Engenheiro Civil
CREA Nº 323.329/D
Prefeitura Municipal de Quixeramobim



República Federativa do Brasil - Estado do Ceará



GOVERNO MUNICIPAL

QUIXERAMOBIM

Cuidando bem do Coração do Ceará

PREFEITURA MUNICIPAL DE QUIXERAMOBIM

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM LACERDA

QUIXERAMOBIM - CE

VOLUME II – DESENHO TÉCNICO



PREFEITURA MUNICIPAL DE QUIXERAMOBIM

**PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM
LACERDA**

QUIXERAMOBIM - CE

VOLUME III – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:

1.1 - Generalidade

As obras a que se referem as presentes especificações compreendem as obras civis da Barragem Lacerda.

As presentes especificações têm por objetivo o estabelecimento das condições técnicas básicas, que deverão ser obedecidas durante a construção das obras, a fim de garantir o comportamento das mesmas de acordo com as hipóteses de projeto traduzidas, e em parâmetros assumidos nos cálculos.

1.2 – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO DAS OBRAS DE TERRA E ENROCAMENTO

1.2.1 – Objetivos

A presente especificação tem por objetivo o estabelecimento das condições técnicas básicas que, juntamente com os desenhos de projeto e instruções complementares de campo da projetista e da fiscalização, deverão ser obedecidas durante a construção das obras de terra e enrocamento.

1.2.2 – Limpeza geral da área

A limpeza consistirá na remoção de todo o material, de origem vegetal de dentro da área a ser designada pela fiscalização. A limpeza incluirá, onde necessário, as operações de desmatamento, destocamento e remoção de detritos de origem vegetal de forma que a superfície resultante e apresente completamente livre de qualquer detrito.

Por desmatamento entende-se a derrubada remoção e transporte de todas as árvores, arbustos, capoeiras e macegas existentes na área. O destocamento significa a remoção dos todos e raízes existente dentro da área designada pela fiscalização.

O material removido na operação de limpeza deverá ser transportado para locais previamente indicados pela Fiscalização. As madeiras aproveitáveis, a critério da Fiscalização, deverão ser depositadas pela Executante em locais apropriados a serem também indicados pela Fiscalização, ficando as mesmas à disposição desta. O restante, após colocado nos locais indicados, será queimado

Rodrigio Inácio Oliveira Rezende
Engenheiro Civil
CPF nº 233.229.D
Instituto Municipal de Quilombos



ou enterrado. Em nenhuma hipótese será permitido o lançamento no rio de galhos, troncos, raízes ou detritos provenientes de operação de limpeza.

As áreas a serem limpas são as correspondentes aquelas em que realizar-se-ão as escavações programadas ou as que serão utilizadas como empréstimo, bota-fora ou destinadas à estocagem,. Além disso, a Executante deverá limpar, as suas expensas, a região em que instalar seu canteiro de serviço. Os limites das áreas a serem limpas se estenderão dez (10) metros além das linhas de demarcação das escavações, saias de aterro, pilhas de agregados ou bota-foras.

O acabamento das áreas sujeitas a operação de limpeza consistirá em regularização do terreno, de forma que este se mantenha estável e com drenagem adequada, para evitar a formação de bolsões onde possa haver acumulação de água.

1.2.3 - Escavações e preparo as fundações

Todas as escavações deverão ser levadas até as linhas, declividades e taludes mostrados nos desenhos de projetos ou indicados pela Fiscalização, e acompanhadas por técnicos da Projetista.

Essas profundidades foram fixadas com base na interpretação dos resultados das investigações de subsuperfície, que poderão ser alteradas durante a construção, objetivando que sejam alcançadas as condições previstas nas especificações.

Os limites das escavações poderão ser alterados pela Projetista e Fiscalização em função das condições locais, caso a rocha e/ou outros materiais, apresentem características diferentes das previstas nas considerações do projeto e nos desenhos.

1.2.3.1 - Fundações das ombreiras

As escavações deverão compreender a remoção dos solos húmidos, bem como os matacões soltos ou parcialmente enterrados, areias e siltes inconsolidados e camadas de solos compressíveis, até a exposição do substrato rochoso de fundação. O material removido deverá ser depositado em bota-foras ou depósitos, como determinado pela Fiscalização.

Após remoção dos materiais, será regularizado e compactado o terreno, nas regiões entre os blocos ou onde ocorrerem solos, antes de receber a primeira camada de material do maciço.

Pedro Silveira
Pedro Silveira
Engenheiro Civil
CREA Nº 93.359/D
Rua Municipal de Quilombo



Na região do núcleo central, deverá ser assegurada uma perfeita ligação entre a fundação e o núcleo, sem planos preferenciais de percolação, através da abertura de uma trincheira de vedação (off"), até atingir rocha alterada pouco decomposta ou rocha sã, por toda a extensão do núcleo.

No trecho de contato do núcleo com a rocha a mesma deverá ser limpa com jato de ar e/ou água.

As reentrâncias e/ou saliências da superfície da rocha de fundação deverão ser aparadas, ou então, o espaço sob as mesmas, preenchido com concreto ou argamassa, de modo que nenhuma superfície de fundação tenha uma declividade maior do que 0,75 horizontal para 1,00 vertical. Mediante aprovação da Fiscalização, os recessos poderão ser enchidos com concreto dental. Se, num plano próximo da vertical, foram encontradas falhas ou camadas de material decomposto ou de qualquer forma inaceitável como fundação, estas deverão ser escavadas a uma profundidade de, pelo menos, um (1) metro e preenchidas com concreto dental, ou como determinar a Fiscalização. Em nenhum caso essa escavação deverá se estender a uma profundidade superior ao dobro da largura da falha ou camada escavada.

Após o tratamento localizado das irregularidades da rocha de fundação, toda a superfície que ficará em contato com o núcleo impermeável deverá ser recoberta por uma camada de concreto de regularização com uma espessura de 5 a 7cm, e em tempo hábil, para que se verifique a pega antes da rega e lançamento da primeira camada do aterro.

1.2.3.2 - Fundação do leito do rio

A escavação na região do depósito aluvionar arenoso do leito principal do rio, compreenderá apenas a escavação de uma trincheira de vedação para permitir uma perfeita ligação do núcleo com a rocha de fundação, sendo que o restante será apenas regularizado e retirado qualquer material compressível que possa ocorrer na área .

Toda a fundação deverá ser submetida à Fiscalização para mapeamento e liberação, antes do lançamento de qualquer camada de aterro, filtro ou transição.

Pedro Thiago
Pedro Thiago
Engenheiro Civil
CREA Nº 335.343-D
Prof. Luz Municipal de Quirera (1988/91)



1.2.3.3 - Trincheira de vedação

A escavação da trincheira de vedação exigirá, o rebaixamento do lençol freático até a base das mesmas, para possibilitar a execução do maciço compactado, conforme detalhado nos Desenhos de projeto.

1.2.3.4 - Desmoronamentos

A Executante deverá tomar todas as providências para evitar a ocorrência de desmoronamentos caso estes ocorram, a reparação dos danos e a retirada do material resultante serão feitas pela Executante e às suas expensas.

1.2.3.5 - Utilização e rejeição do material escavado

Todo o material aproveitável retirado das escavações programadas, deverá ser usado na construção da barragem durante as operações de escavação, e será lançado nos locais definitivos sem estocagem intermediária a não ser quando expressamente determinado pela Fiscalização. O material não aproveitável deverá ser depositado em bota-foras que serão formados em áreas aprovadas pela Fiscalização. Esses bota-foras deverão, uma vez completados, ser estáveis e apresentar taludes uniformes e regulares.

Todos os materiais oriundos das escavações e que possam ser utilizados no maciço da barragem, deverão ter seu aproveitamento direto das escavações para o maciço, necessitando portanto de uma programação conjunta dos trabalhos de escavação e construção do maciço.

1.2.4 - Execução do maciço de terra e enrocamento

Antes de se iniciar a construção do Maciço de Terra e Enrocamento, deverão estar concluídos todos os serviços relativos à escavação, preparo e tratamento das fundações.

O maciço da barragem será construído de acordo com os desenhos de projeto, a presente especificação e instruções complementares de campo emitidas pela Projetista e Fiscalização.

Pedro Tiago Oliveira
Pedro Tiago Oliveira
Engenheiro Civil
CREA Nº 213.411
Pretectura Municipal de Quixeramobim



1.2.4.1 - Materiais para o maciço

Na construção do maciço da barragem serão empregados os materiais areno-argilosos das jazidas I, 2, 3 e 4 e os materiais aluvionares do leito do rio, já os materiais rochosos serão obtidos a partir das escavações em rochas, necessárias para implantação do sangradouro, bem como da pedreira.

1.2.4.1.1 - Solos areno-argilosos

Para a construção do Núcleo Impermeável, está previsto a utilização do solo residual sobre rochas metamórficas, de composição areno-argiloso.

As características geotécnicas, destas áreas, suas localizações e seus volumes disponíveis, são apresentados no Desenho do Projeto.

Imediatamente antes da exploração destas áreas de empréstimos, deverão ser realizados estudos, visando a caracterização e seleção dos materiais a serem lançados no maciço.

Somente será considerado liberado para exploração e lançamento, os materiais que atenderem às seguintes características:

- umidade ótima maior ou igual a 11%.
- percentagem de grãos passando na peneira 200 maior ou igual a 30%
- deverá ser plástico, pois materiais considerados não plásticos não serão utilizados.

1.2.4.1.2 - Transição fina (areia)

Para a zona de transição fina de areia compactada, será utilizada a areia existente no leito principal do rio, a jusante do eixo da barragem.

1.2.4.1.3 - Transições

Para a construção das zonas de transições, está previsto o beneficiamento através da britagem da rocha granítica, proveniente da escavação da pedreira.

Pedro Siqueira
Pedro Augusto Oliveira Siqueira
Engenheiro Civil
CREA Nº 223.414/5
Prof. UFRN - Instituto de Química - 52060



1.2.4.2 - Construção do maciço

O processo de construção consiste em depositar os materiais nos locais convenientes, segundo suas características e indicações do projeto, lançá-los e espalhá-los com espessuras pré-determinadas, corrigir a umidade, quando necessário, e fazer a compactação obedecendo à especificação ou instruções de campo.

1.2.4.2.1 - Núcleo impermeável

O núcleo impermeável deverá apresentar características de resistência, deformabilidade e permeabilidade, que permitam ao mesmo a plenitude de suas funções. Estas características deverão ser obtidas através do controle da variação de umidade e grau de compactação.

1.2.4.2.1.1 - Lançamento e espalhamento

O lançamento das camadas de solo será sempre em camadas horizontais e dispostas em faixas paralelas ao eixo da barragem.

O trajeto do equipamento de transporte do material, quando passar na zona de material impermeabilizador, deverá ser mudado freqüentemente, a fim de evitar um excesso prejudicial de compactação.

Este trajeto deverá ser sempre paralelo ao eixo da barragem a fim de que, no caso de produzir uma estratificação nesta direção, seja menor o perigo de infiltração.

Deve ser prevista a drenagem natural do maciço impermeável, a fim de evitar que as águas da chuva elevem a umidade além dos limites prescritos.

Quando esta drenagem for insuficiente, os trabalhos serão interrompidos a fim de permitir a evaporação. Quando uma forte chuva for prevista, deverá ser passado, sobre o maciço, um rolo liso ou de pneus, a fim de aumentar a estanqueidade superficial. A superfície do aterro será inclinada para montante de 4%, ou menos, quando o trabalho estiver sujeito a interrupções em virtude de chuvas fortes. Serão necessários cuidados especiais a fim de que seja assegurado um espalhamento uniforme entre as diversas camadas, lançadas. Uma vez dispostos, os solos em camadas uniformes, a umidade deverá ser medida e corrigida.

Pedro Skjold
Pedro Triepel Oliveira P.º 100
Engenheiro Civil
CREA Nº 223.219-D
Piedade - Município de Quilombos - Bahia



1.2.4.2.1.2 - Espessuras das camadas, número de passagem do rolo, umidade e grau de compactação.

A espessura máxima das camadas, bem como o número de passadas do equipamento 'de compactação', no maciço impermeável, será determinada, conforme os equipamentos a serem empregados em função dos resultados obtidos no início dos trabalhos.

Inicialmente será adotada a espessura de material solto de 25 cm, que será lançada com controle lateral de espessuras por intermédio de cruzetas. Estas deverão ser consideradas como controle orientativo e preliminar da espessura das camadas, a serem confirmadas pelos ensaios de controle.

O controle efetivo deverá ser realizado pelo Executante por meio de nivelamentos de vários pontos da praça, a cada dez camadas sucessivas.

O número de passadas, para os diversos equipamentos, é definido no item 8.2.4.2.1.4 desta especificação.

O teor de umidade situar-se-á ao redor da ótima do Proctor Normal, com uma faixa de tolerância de 1,5% abaixo até 1,0% acima da ótima. Os materiais que se encontrarem na barragem com umidade fora destes limites, serão submetidos a rega ou secamento antes da compactação.

O grau de compactação deverá ser o mínimo de 95%, ficando a média em torno de 98%; quando não atingido o valor mínimo a camada deverá ser recompactada. O número de camadas rejeitadas, retrabalhadas e recompactadas não deverá exceder a 5%, considerando o intervalo de 80 ensaios de controle.

1.2.4.2.1.3 - Ligação entre as camadas

Para assegurar uma boa ligação entre as camadas do maciço, é necessário que os materiais em contacto estejam nas mesmas condições de umidade, e que seja escarificada a superfície da camada compactada antes da colocação de nova camada. As rugosidades, deixadas pelos rolos de compactação, que penetrem uns 3 cm na camada compactada são suficientes. Entretanto, grande parte dessa rugosidade é muitas vezes, suprimida pela passagem dos equipamentos 'de transporte, devendo, então, as trilhas deixadas por estes equipamentos

Paulo Augusto
Pedro Augusto
Ingenheiro Civil
CREA Nº 323.463-D
Prefeitura Municipal de Quipero

serem revolvidas por uma grade de disco até uma profundidade de três a oito centímetros ou escarificadas.



1.2.4.2.1.4 - Equipamento de compactação

A compactação pode ser feita por meio de sapos, rolos pé-de-carneiro, rolos vibratórios ou rolos de impacto (Tamping).

O sapo mecânico ou pneumático só será usado nos locais inacessíveis a outros tipos de compactadores.

A fixação do número de passadas dos equipamentos será feita na fase inicial da compactação do aterro, e deverá ser reavaliada após os primeiros resultados obtidos.

Como sugestão inicial, recomenda-se 10 passadas com o rolo pé-de-carneiro, e 8 passadas para os rolos vibratórios ou rolos de impacto.

Quando indicado o rolo pé-de-carneiro, o pé desse rolo deve penetrar pelo menos até 3/4 da espessura da camada fofa por ocasião da primeira passagem do rolo, a fim de assegurar a compactação da parte inferior da camada e permitir boa aderência com a camada subjacente.

A velocidade de deslocamento do rolo compactador não deve exceder a 5 km/h para o rolo pé-de-carneiro e vibratório e 15 a 20 km/h para os rolos de impacto.

1.2.4.2.1.5 - Núcleo impermeável

O material para o núcleo impermeável da Barragem deverá ser obtido das áreas de empréstimos indicadas no desenho de projeto, e devidamente compactado de acordo com as especificações vigentes.

A umidade será corrigida antes da compactação. O acréscimo de água, quando necessário, poderá ser feito por meio de carros pipas aspersores ou mangueiras. Em seguida a esta operação, se necessário, a camada de terra será desterroada e pulverizada por meio de grade de discos que, simultaneamente, uniformizará a umidade.

A critério da Fiscalização, sempre que for mais econômico deve-se corrigir o teor da umidade desejado no próprio empréstimo irrigando a superfície, quando o material não absorver água

Boa Vista, 15 de Novembro de 2011.
Teresa Oliveira Pires
Presidente
Comissão Municipal de Licitação