



Recuperação do Açude Público no Município de Mucambo/CE

Processo 59562.000031/2017-02 – Termo de Compromisso nº 0043/2017

MEMORIAL DESCRITIVO


PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO
CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalo Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE 3



José Erivaldo Ferreira Martins
Engenheiro Civil
CREA 15.123.910/0


INDICE

1.0 - APRESENTAÇÃO.....	6
2.0 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	7
2.1 – BACIA HIDROGRÁFICA.....	9
2.2 – BACIA HIDRÁULICA	10
3.0 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	11
4.0 – GEOLOGIA REGIONAL E LOCAL	12
5.0 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	12
5.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	12
5.2 - CLIMA	13
5.3 - DADOS POPULACIONAIS.....	13
5.4 - ENERGIA ELÉTRICA E COMUNICAÇÃO TELEFÔNICA.....	14
5.5 - CAPACIDADE DE REGULARIZAÇÃO.....	14
5.6 - USOS E BENEFÍCIOS DA BARRAGEM.....	14
6.0 - FICHA TÉCNICA.....	15
7.0 – IMPÁCTO AMBIENTAL	16
8.0 - MEMÓRIA DE CÁLCULO	17
8.1 - CONCEITO.....	17
8.2 – CÁLCULO DO RENDIMENTO PLUVIAL DA BACIA.....	17
8.3 - CÁLCULO DO VOLUME MÉDIO AFLUENTE ANUAL.....	19
8.4 - CÁLCULO DA CHEIA MÁXIMA.....	20
8.5 – CÁLCULO DA FOLGA.....	21
8.6 – CÁLCULO DA COTA DO COROAMENTO.....	22
8.7 – CÁLCULO DA LARGURA DO COROAMENTO	23
8.8 – ESCOLHA DA INCLINAÇÃO DOS TALUDES.....	24
8.9 – DIMENSIONAMENTO DO SANGRADOURO	26
8.10 – LINHA FREÁTICA	27

8.11 - ANÁLISE DA ESTABILIDADE.....	28
8.12 – VERIFICAÇÃO DO MURO DE CONTENÇÃO	30
9.0 - VOLUMETRIA	36
9.1 – VOLUMETRIA PARA REFORMA E AMPLIAÇÃO DO MACIÇO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
9.2 – VOLUMETRIA DO EXPURGO NO LOCAL DA BARRAGEM.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
9.3 – VOLUMETRIA TOTAL PARA ESCAVAÇÃO DO SANGRADOURO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
9.5 – VOLUMETRIA DE CORTE E ATERRO PARA REGULARIZAÇÃO DA OBREIRA ESQUERDA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
9.6 – VOLUMETRIA DE CORTE PARA O CANAL VERTEDOURO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
10 - ORÇAMENTO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

8


José Edvaldo Ferreira Martins
Engenheiro Civil
CREA-CE: 12.896/D
RNP: 060.358.007-9
CPF: 241.278.225-01


José Edvaldo Ferreira Martins
Engenheiro Civil
CREA-CE: 12.896/D
RNP: 060.358.007-9
CPF: 241.278.225-01

PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO

CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalo Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE 5

1.0 - APRESENTAÇÃO

Em atendimento às necessidades de manutenção dos elementos estruturais do barramento local bem promover uma obra de utilidade pública pela Prefeitura Municipal de Mucambo, o presente relatório consiste na apresentação do Projeto Executivo para reforma e revitalização da barragem Mucambo localizada no município de Mucambo/CE.

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 acervo são apresentadas na seguinte seqüência:

Volume I – Relatórios

Volume II – Desenhos Técnicos

Volume III – Especificações Técnicas

O relatório consiste de um capítulo introdutório, no qual são descritas a finalidade e características gerais do empreendimento, um capítulo relativo aos estudos básicos, outro de memória de cálculo, seguindo-se o de quantitativos e orçamento e outro volume com as especificações técnicas.

X

R

PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO

CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalo Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE 6

Jose Ezequiel Ferreira da Silva
Engenheiro Civil
C.R.C. 12.885-D
R. 12.885-D

2.0 – ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos têm por objetivo o levantamento do contorno da bacia hidrográfica e o levantamento planialtimétrico dos locais da barragem, vertedouro e da bacia hidráulica.

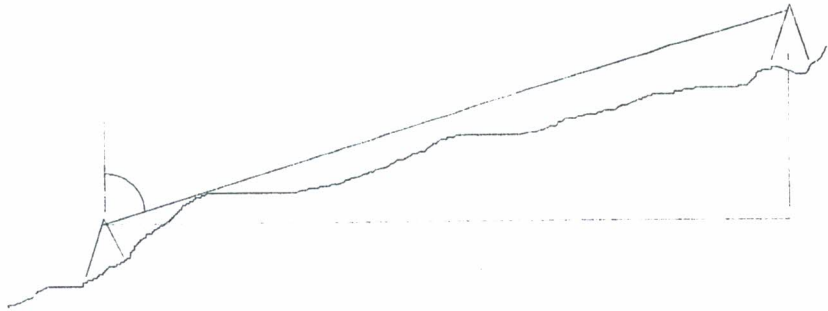
A referência cartográfica básica adotada é o Sistema de Projeção UTM (Universal Transverso de Mercator). A origem da quilometragem UTM é o Equador e o Meridiano 39° W Gr., acrescidas as constantes de 10.000 e 500 Km respectivamente. Como cada ponto do elipsóide de referência (descrito por latitude e longitude) está biunivocamente associado ao terno de valores Meridiano Central, Coordenada E coordenada N, foram representados em metros no quadriculado UTM associado ao sistema de coordenadas plano-retangulares, com as referências apresentadas na lateral direita (N) e na parte superior dos mapas, cartas e plantas (E).

O sistema geodésico adotado para referência é o datum SIRGAS 2000.

A poligonal principal foi implantada utilizando-se distanciômetros eletros-ópticos a infravermelho, modelo Estação Total **NTS-G5 (Geodetic)** – Estação com coleta automática de dados e capacidade de armazenamento de 4.000 pontos. Possui uma precisão de fechamento angular de 0°00'05" (cinco segundos).

Para conferência da exatidão das medidas e dos cálculos efetuados, foi considerada como precisão necessária ao fechamento angular, $20''\sqrt{N}$ (trinta segundos de arco multiplicados pela raiz quadrada de N) onde N significa o número de vértices do polígono e fechamento linear de 1:5.000.

Metodologia de Cálculo



onde:

α = ângulo vertical lido
 d_i = distância lida pelo aparelho
 d_h = distância horizontal

$$d_h/d_i = \cos (90 - \alpha) = \text{sen } \alpha$$
$$d_h = d_i \times \text{sen } \alpha$$

Sendo que "di" é a média aritmética das distâncias lidas pelo aparelho, ou seja:

$$d_i = (d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n) / n$$

onde "n" é o número de observações feitas.

Abertura de Picadas

(assinatura)

(assinatura)

(assinatura)

(assinatura)
Engenheiro Civil
Régistro Profissional nº 12.511
C.R.C. nº 12.511/08

Foi necessária a abertura de variantes (picadas) no terreno realizadas por auxiliares e moradores do assentamento para se dá o devido deslocamento com os aparelhos topográficos dentro do terreno.

2.1 – BACIA HIDROGRÁFICA

A linha de contorno da bacia hidrográfica foi obtida através das Cartas da Sudene (Figura 1), cuja escala é de 1:100.000, com curvas de nível de 40 em 40 metros. A Carta correspondente à bacia em estudo foi selecionada a partir do mapa do município de Itapiúna/CE.

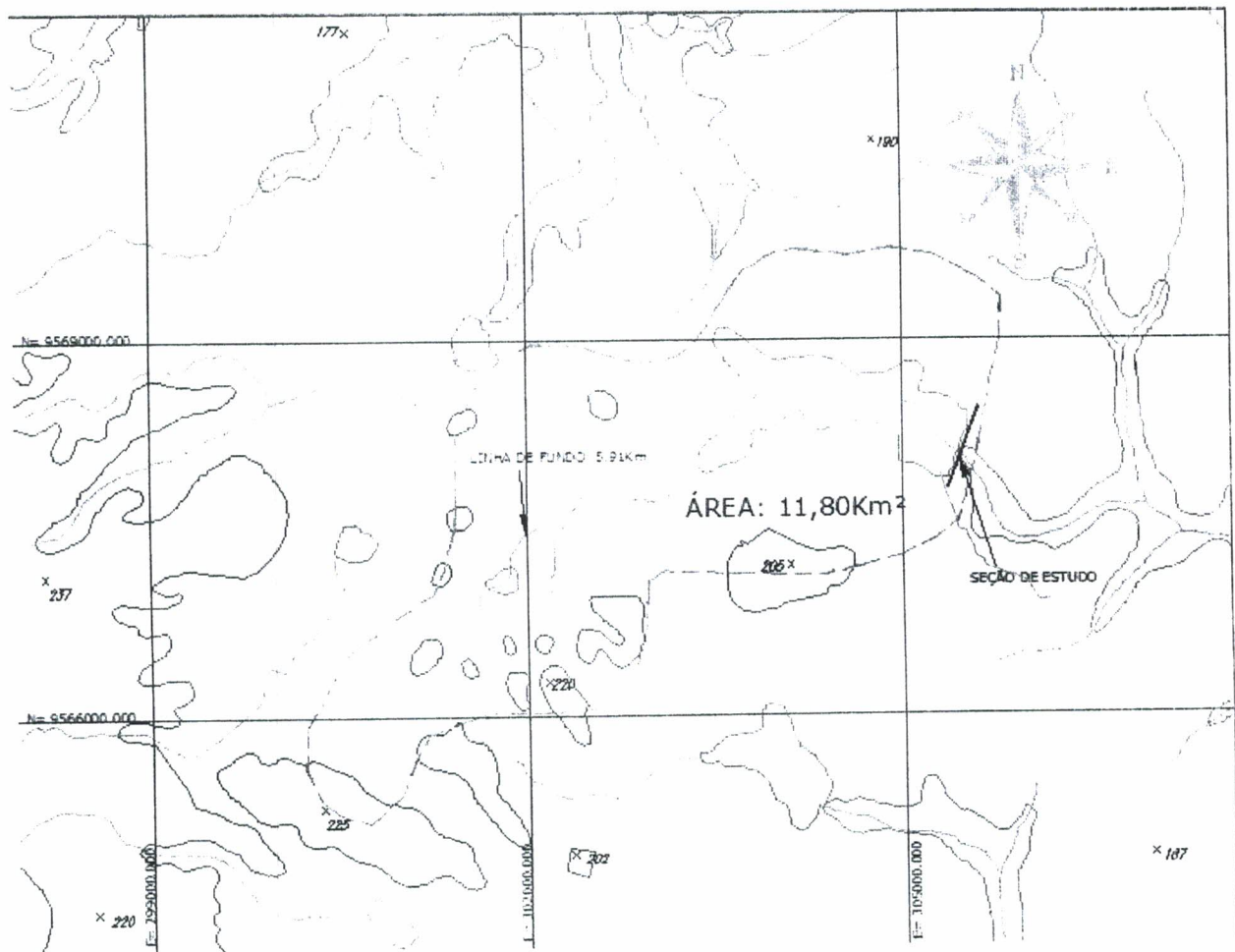


Figura 1 –Bacia Hidrográfica – Mucambo/CE
Fonte: SUDENE

Desta forma foi determinada uma área de 11,80km² da bacia hidrográfica para barramento hidráulico no assentamento Touro, com uma linha de fundo de 5,91km.

2.2 – BACIA HIDRÁULICA

Foi realizado um levantamento topográfico planialtimétrico de toda área da bacia hidrográfica com a locação da área da barragem, vertedouro e construções existentes na área da bacia bem como uma faixa de terra onde será projetado um canal vertedouro.

O levantamento topográfico é feito pela locação e nivelamento de uma linha base no eixo da barragem, estaqueada a cada 20 metros e de seções transversais niveladas a cada 20 metros estendidas por mais 50 metros.

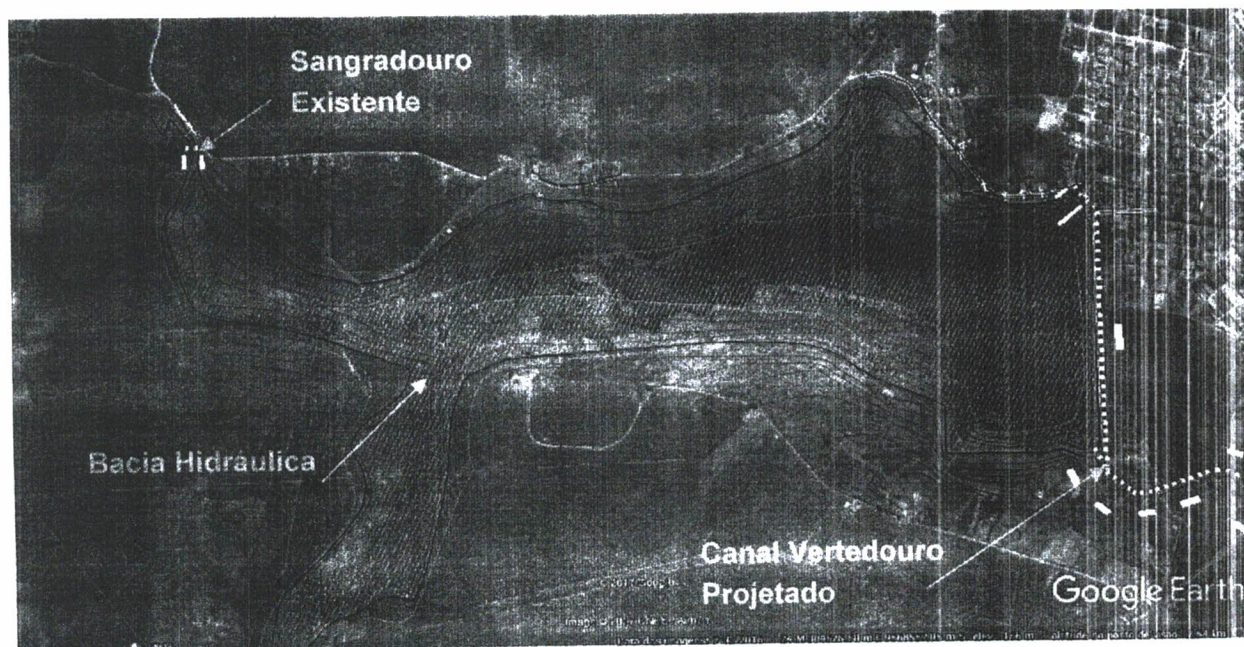


Figura 2 – Imagem Aérea do Levantamento Planialtimétrico da Bacia Hidráulica Mucambo/CE
Fonte: Google Earth

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

3.0 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos permitirão o dimensionamento da capacidade do reservatório em função do volume anual afluente, bem como permitirá a determinação da vazão de projeto para dimensionamento do vertedouro. Será adotado o procedimento desenvolvido pelo Engenheiro Francisco Gonçalves Aguiar, por serem consideradas perfeitamente adequadas para projeto de pequenas barragens, localizadas na zona do sertão, onde se insere o empreendimento.

Com base no desenvolvimento da linha de contorno determinada a partir das Cartas da Sudene foi determinada a área da bacia hidrográfica com 11,80Km² e a linha de fundo do maior talvegue igual a 5,91Km. A precipitação média anual da localidade, de acordo com a Funceme, é de 1.011mm.

4.0 – GEOLOGIA REGIONAL E LOCAL

A geologia da região está representada por exposições de rochas do embasamento cristalino constituídas predominantemente por rochas ígneas e metamórficas representadas por gnaisses, granitos-gnaisses, migmatitos, quartzitos e rochas cálcio-silicáticas de idades pré-cambrianas estruturalmente fraturadas e dobradas motivados pelos efeitos tectônicos sofridos, quase sempre apresentando intrusões ácidas de pegmatitos constituídos predominantemente por rochas quartzo-feldspáticas.

Sobre este substrato rochoso sobrepõem seqüências de rochas sedimentares, de idades tércio-quadernárias, as quais formam manchas esparsas formando coberturas arenosas, areno-argilosas, areno-siltosas, argilo-siltosas e argilosas, favorecendo a cobertura vegetal nativa e para a agricultura de sub-existência.

Ao longo dos cursos dos rios e riachos que drenam a região são encontrados pequenos depósitos aluvionares, de idade quadernária constituídos por areias de granulometrias variadas, às vezes siltosas e ou siltica-argilosas.

A litologia do local do empreendimento está representada predominantemente por rochas gnáissicas sã a alterada e com suaves dobramentos.

5.0 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

5.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O município de Mucambo cujo acesso partindo de fortaleza, é feito pela BR 222 , passando-se pelos municípios de São Luis do Curu, Umirim, Itapajé, Irauçuba,

347
8

Forquilha até o município de Sobral percorrendo 232Km, em seguida continuar na BR-222 em sentido a Tianguá e com mais 24,1Km virar a esquerda na CE-253 sentido a Ibiapina e com mais 24,5Km chega-se ao município de Mucambo. Todo percurso tem cerca de 284km conforme a (Figura 3).

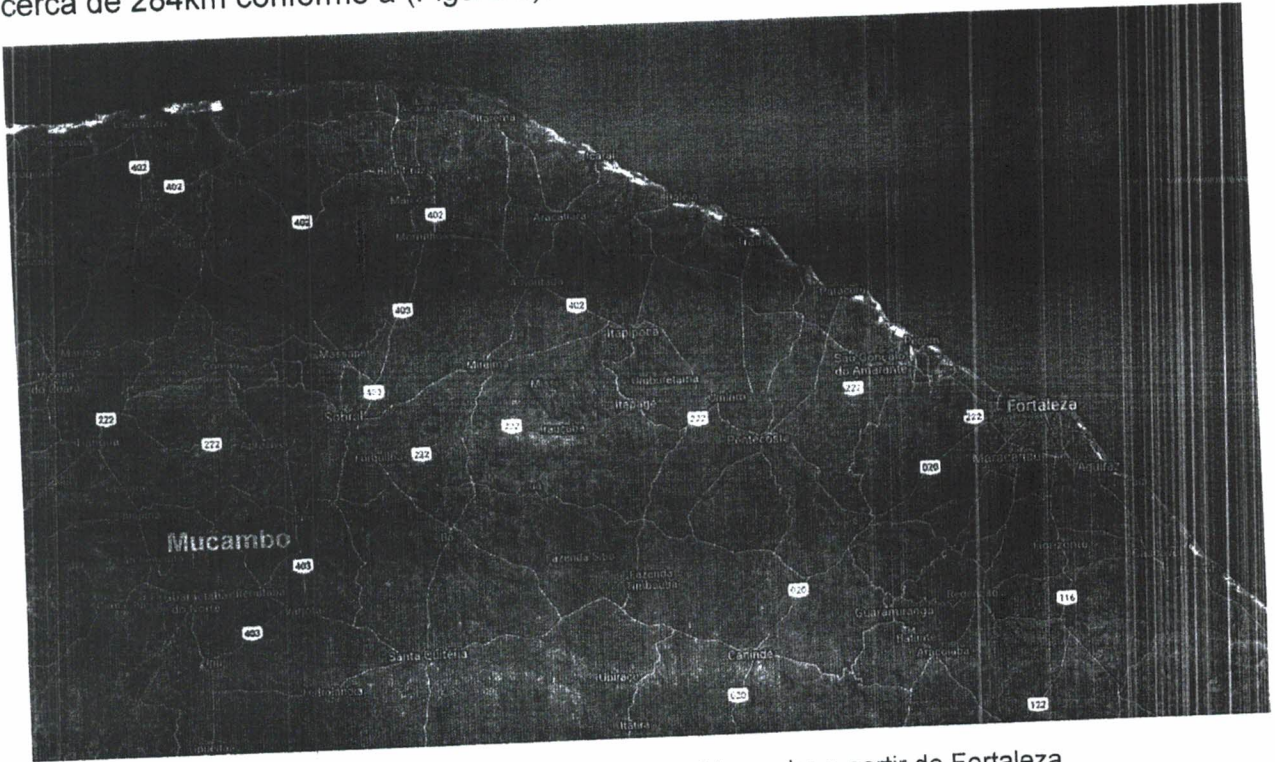


Figura 3—Localização do município de Mucambo a partir de Fortaleza
Fonte: Google Map

5.2 - CLIMA

O clima da área onde se localiza o assentamento é quente e semiárido. A temperatura média anual é aproximadamente de 22.2°C. A pluviosidade média anual é de 1.011mm.

5.3 - DADOS POPULACIONAIS

A população do município de Mucambo, segundo último censo do IBGE de 2010, é de 14.102 habitantes, com população estimada para 2016 de 14.367 habitantes.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO

CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalves Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE

348
[Handwritten signature]

5.4 - ENERGIA ELÉTRICA E COMUNICAÇÃO TELEFÔNICA

Nas proximidades do barramento dispõe de energia elétrica, existe também ponto de comunicação telefônica pública.

5.5 - CAPACIDADE DE REGULARIZAÇÃO

O estudo da capacidade de regularização da barragem do assentamento Flotesta foi feito com base na metodologia do Engº Aguiar.

5.6 - USOS E BENEFÍCIOS DA BARRAGEM

A principal finalidade do barramento no município de Mucambo é garantir o abastecimento populacional da região bem como proporcionar a piscicultura, a sedentação de animais e viabilizar atividades agrícolas através da irrigação em virtude da possibilidade de instalações de equipamentos hidráulicos, como bombas e tubos, que somados a presença de solos férteis, favoreça à agricultura nas áreas próximas ao açude.

[Handwritten checkmark]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature and stamp]

349
#

6.0 - FICHA TÉCNICA

Obra	
Natureza	Barramento Hidráulico
Tipo	Barragem de Terra Homogênea
Localização	
Estado	Ceará
Município	Mucambo
Localidade	Urbana
Sistema	Rio Acaraú
Bacia Hidrográfica	Acaraú
Riacho Barrado	Riacho Mucambo
Coordenadas (UTM)	N:94,681,74Km ; E:3.054,74Km
Hidrologia	
Precipitação Média Anual (mm)	1.011
Bacia Hidrográfica (Km ²)	11,8
Linha de Fundo (Km)	5,91
Bacia Hidráulica (Ha)	30,04
Reservatório (m ³)	3.623.996
Barragem	
Tipo	Terra Homogênea
Extensão do Coroamento (m)	580
Largura do Coroamento (m)	5,00
Altura Máxima (m)	9,50
Cota (m)	156
Taludes (Montante - Jusante)	2:1 - 2:1
Volume de Reforma do Maciço (m ³)	7.834
Área do Talude de Jusante (m ²)	5.428,00
Área do Talude de Montante (m ²)	2.532,00
Vertedouro	
Tipo	Soleira Exposta
Largura (m)	20
Cota (m)	154,20

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO

CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalo Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE 15

0338 Engenharia
Engenheiro
0338 336 336

7.0 – IMPÁCTO AMBIENTAL

A necessidade de armazenar água a fim de atender a demanda para usos diversos tem levado o homem a construir reservatórios de dimensões variadas e, conseqüentemente, modificando o ambiente e ecossistemas onde são localizados. Como as demandas são crescentes, constitui-se desafio o desenvolvimento de novos métodos de projeto e construção, que minimize o impacto ambiental sem prejuízo da exploração das potencialidades disponíveis, ou seja, maximizando os benefícios das estruturas.

A implantação desta obra é condicionada a uma avaliação ambiental as vistas da vegetação existente. Com tudo conclui-se que não existe, dentro do perímetro da bacia hidráulica, área de reserva ecológica nem vegetação com importância arbórea. Existindo em sua maioria espécies nativas da região como Jurema e Sabiá.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

8.0 - MEMÓRIA DE CÁLCULO

8.1 - CONCEITO

Atendendo os requisitos que correspondem aos estudos para o devido dimensionamento e produção do Projeto Executivo para reforma da Barragem localizada no município de Mucambo, Estado do Ceará, apresenta-se nos quesitos a seguir a marcha de cálculo para a devida produção do Projeto do Barramento. O relatório abordará os seguintes tópicos:

- Estudos Hidrológicos;
- Cálculo do Rendimento Pluvial da Bacia Hidrográfica;
- Cálculo do Volume Médio Afluente Anual;
- Cálculo da Cheia Máxima;
- Cálculo da Folga;
- Cálculo da Cota de Coroamento;
- Cálculo da Largura do Coroamento;
- Escolha da Inclinação dos Taludes;
- Dimensionamento do Sangradouro;
- Determinação da Linha Freática;
- Análise da Estabilidade;
- Verificação do Muro de Contenção.

8.2 – CÁLCULO DO RENDIMENTO PLUVIAL DA BACIA

A determinação do rendimento pluvial da bacia será dada através da seguinte fórmula:

PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO
CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalo Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE 17



$$R (\%) = \frac{H^2 - 400H + 230.000}{55.000}$$

Onde H é a altura precipitação anual em mm .: H=1.011mm

Logo:

$$R (\%) = 15,41\%$$

PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO

CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalo Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE 18

8.3 - CÁLCULO DO VOLUME MÉDIO AFLUENTE ANUAL

O cálculo do volume médio afluente anual será dada através da seguinte fórmula:

$$V_a = R(\%) \times H \times U \times A$$

E em virtude das observações realizadas em loco, considerando a topografia natural da bacia e suas características, determina-se como: Tipo 5

Onde:

$$R (\%) = \text{Rendimento em percentagem} = 0,1541$$

$$H = \text{Precipitação Média Anual (m)} = 1,011\text{m}$$

$$U = \text{Coeficiente de correção} = 0,7$$

$$A = \text{Área da bacia hidrográfica (m}^2\text{)} = 11.799.713\text{m}^2$$

Logo:

$$V_a = 0,1541 \times 1,011 \times 0,7 \times 11.799.713$$

$$V_a = 1.286,84\text{m}^3$$

PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO

CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalo Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE 19

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
MUCAMBO - CE

8.4 - CÁLCULO DA CHEIA MÁXIMA

A vazão máxima do projeto do vertedouro é calculada pela fórmula indicada a seguir, que fornece a vazão máxima com 100 anos de período de retorno ou cheia máxima secular.

$$Q_s = \frac{1.150 \times S}{\sqrt{LC(120 + KLC)}}$$

Onde:

S = Área da Bacia Hidrográfica = 11,80Km²

L = Linha de Fundo = 5,91Km

K e C = coeficientes que dependem do tipo de bacia p/ bacia do tipo 5:

K = 0,40

C = 1,15

Logo:

Q_s = 42,42m³/s

8.5 – CÁLCULO DA FOLGA

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

$$f = 0,75h + \frac{V^2}{2g}$$

Onde h é a altura da onda formada pela ação dos ventos sobre o espelho d'água do lago, enquanto h é dado por:

$$h = 0,75 + 0,34F^{1/2} - 0,26F^{1/4} (m) \text{ para } F < 18\text{Km}$$

$$h = 0,34F^{1/2} (m) \text{ para } F > 18\text{Km}$$

Onde:

F = distância máxima (em km) em linha reta entre qualquer extremidade do lago e um ponto qualquer sobre o barramento (fecht).

V = Velocidade da onda em m/s dado pela fórmula:

$$V = 1,5 + 2h(m/s)$$

Para o lago da Barragem de Mucambo tem-se F = 1,987km, logo:

$$h = 0,75 + 0,34 \times 1,987^{1/2} - 0,26 \times 1,987^{1/4}$$

$$h = 0,92m$$

Logo :

$$V = 1,5 + 2 \times 0,92 = 3,34m/s$$

Então :

$$f = 0,75 \times 0,92 + \frac{3,34^2}{2 \times 9,81} = 1,26m$$

PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO

CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalves Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE 21

8.6 – CÁLCULO DA COTA DO COROAMENTO

A cota do Coroamento da Barragem é dada pela expressão:

$$C_c = C_s + L + F$$

Onde:

C_c = Cota do Coroamento.

C_s = Cota da Soleira = 154,2 m.

L = Lâmina vertente na cheia milenar = 0,98 m.

f = folga = 1,26 m.

Logo:

$$C_c = 154,2 + 0,98 + 1,26 = 156,44m.$$

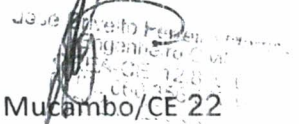
Em virtude do seguimento altimétrico da rua que acompanha o seguimento da parede da barragem, este será adotando cota do coroamento igual a 156 m



PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO

CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalo Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE 22



356

357
98

8.7 – CÁLCULO DA LARGURA DO COROAMENTO

Adotando-se a fórmula de Preece à seção de maior altura tem-se:

$$L_c = 1,10\sqrt{H_b + 0,9}(m)$$

Onde:

L_c = Largura da barragem (m);

H_b = Altura da barragem (m) = 9,50.



Logo:

$$L_c = 1,10 \times \sqrt{9,50 + 0,90} = 4,30m ,$$


PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO

CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalo Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE 23



João Roberto Assis
Engenheiro Civil
R. ...
...
...

8.8 – ESCOLHA DA INCLINAÇÃO DOS TALUDES

A fixação dos taludes foi resultado de análise da estabilidade. Entretanto foi necessário se fazer uma escolha inicial para em seguida se fazer a análise de estabilidade.

O Bureau of Reclamation sugere as inclinações de taludes, reproduzidas no Quadro nº5.1:

Quadro nº 5.1: Inclinação dos Taludes – Bureau of Reclamation				
CASO	SUJEITO A ESVAZIAMENTO RÁPIDO	CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS	MONTANTE	JUSANTE
A	NÃO	GW, GP, SW, SP	Permeável, não adequado	
		GC, GM, SC, SM	2,5:1	2:1
		CL, ML	3:1	2,5:1
		CH, MH	3,5:1	2,5:1
B	SIM	GW, GP, SW, SP	Permeável, não adequado	
		GC, GM, SC, SM	3:1	2:1
		CL, ML	3,5:1	2,5:1
		CH, MH	4:1	2,5:1

Terzaghi apresentou, para efeito de anteprojeto, as inclinações aconselháveis que são mostrados no Quadro nº5.2:

Quadro nº 5.2: Inclinação dos Taludes - Terzaghi		
TIPO DE MATERIAL	TALUDES	
	MONTANTE	JUSANTE
Seção Homogênea – Solo bem graduado	1:2,5	1:2
Seção Homogênea – Silte grosso	1:3	1:2,5
Seção Homogênea – Argila ou argila siltosa, altura menor que 15m	1:2,5	1:2
Seção Homogênea – Argila ou argila siltosa, altura maior que 15m	1:3	1:2,5
Areia ou Pedregulho e Areia com núcleo de argila	1:3	1:2,5
Areia ou Pedregulho com cortina de concreto armado	1:2,5	1:2

O engenheiro Paulo Teixeira da Cruz em sua obra 100 Barragens Brasileiras sugere os seguintes taludes preliminares que são mostrados no Quadro nº5.3:

Quadro nº 5.3: Inclinação dos Taludes – Paulo T. Cruz		
TIPO DE MATERIAL	MONTANTE	JUSANTE
Solos Compactados	2,5(H) : 1,0(V) 3,0(H) : 1,0(V)	2:0(H) : 1,0(V)
Solos Compactados Argilosos	2,0(H) : 1,0(V) 3,0(H) : 1,0(V)	2,0(H) : 1,0(V) 2,5(H) : 1,0(V)
Solos Compactados Siltosos	3,5(H) : 1,0(V)	3,0(H) : 1,0(V)
Enrocamentos	1:3(H) : 1,0(V) 1,6(H) : 1,0(V)	1:3(H) : 1,0(V) 1,6(H) : 1,0(V)

O solo da Jazida JZ-01 é do Tipo SC, portanto analisando as tabelas juntamente com os materiais que serão usados na construção e com o controle de análise de estabilidade através do uso do programa GeoStudio, adotou-se para os taludes de Montante de 1:2 (V:H) e Jusante de 1:2 (V:H) .



PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO

CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalves Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE 25

Jose Erivelto Pereira
Engenheiro Civil
CREA-CE 18.856 E
R.N. 06.000.0070
07/07/2011

360
[Handwritten signature]

8.9 – DIMENSIONAMENTO DO SANGRADOURO

O projeto do sangradouro engloba o dimensionamento de sua seção e a escolha do local onde o mesmo será posicionado.

▪ Seção do vertedouro

A partir do valor da descarga máxima secular obtida nos estudos hidrológicos, será feito o dimensionamento do vertedouro, do ponto de vista hidráulico, através da fórmula:

$$L = \frac{Q_s}{C_d H \sqrt{H}}$$

onde:

L = largura do vertedouro (m)

Q_s = descarga de projeto (m³/s) = 42,41m³/s

H = altura da lâmina máxima (m) = 0,98m

C_d = coef. de descarga (escavação, o valor de C_d = 1,45)

Logo:

$$L = \frac{46,87}{1,45 \cdot 1,05 \sqrt{1,05}}$$

$$L = 30,00$$

O sangradouro existente manterá sua largura original de 15,00m, pois o mesmo sempre atendeu o fluxo afluente sem que já mais tenha superado a cota do coroamento. Com tudo foi projetado um canal composto de 04 (quatro) manilhas de concreto com diâmetro de 1,00m cada, localizado na ombreira direita do barramento.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Stamp: PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO, Engenharia, etc.]

8.10 – LINHA FREÁTICA

O cálculo da Descarga através do Maciço foi determinada pelo programa Geo-Slope cujo análises foram realizados sem a utilização do dreno de pé (figura 6) e com a adoção do dreno de pé (figura 7).

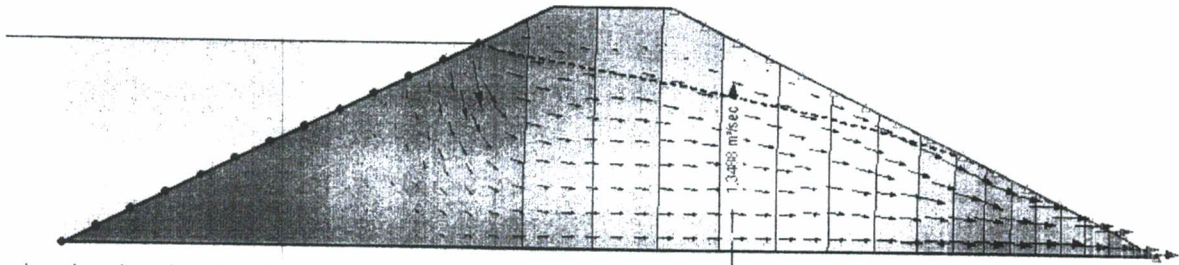


Figura 6 – Linha freática através do maciço sem a utilização do dreno de pé.
Fonte: Geo-Slope

Vazões pelo Maciço: Determinou-se a linha freática associando esta à parábola teórica de KOZENY fazendo as correções de contorno. Foi adotado uma Anisotropia entre a permeabilidade horizontal e vertical igual a 9. Esse valor é recomendado pelo Profº Paulo Cruz, no seu livro 100 Barragens Brasileiras, para maciços terrosos compactados com altura até 20,00m.

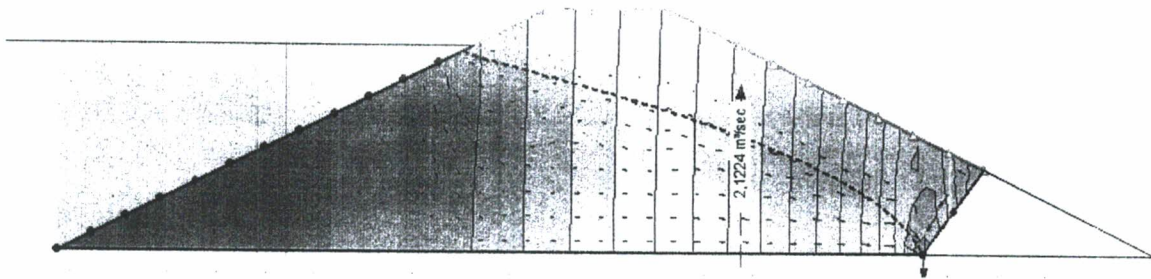


Figura 7 – Linha freática através do maciço com a utilização do dreno de pé.
Fonte: Geo-Slope

8.11 - ANÁLISE DA ESTABILIDADE

A análise da estabilidade foi verificada para as situações estática e sísmica. Utilizou-se o programa Geo-Slope/W que usa o método de Bishop Modificado, conforme ilustrado na figura 9.

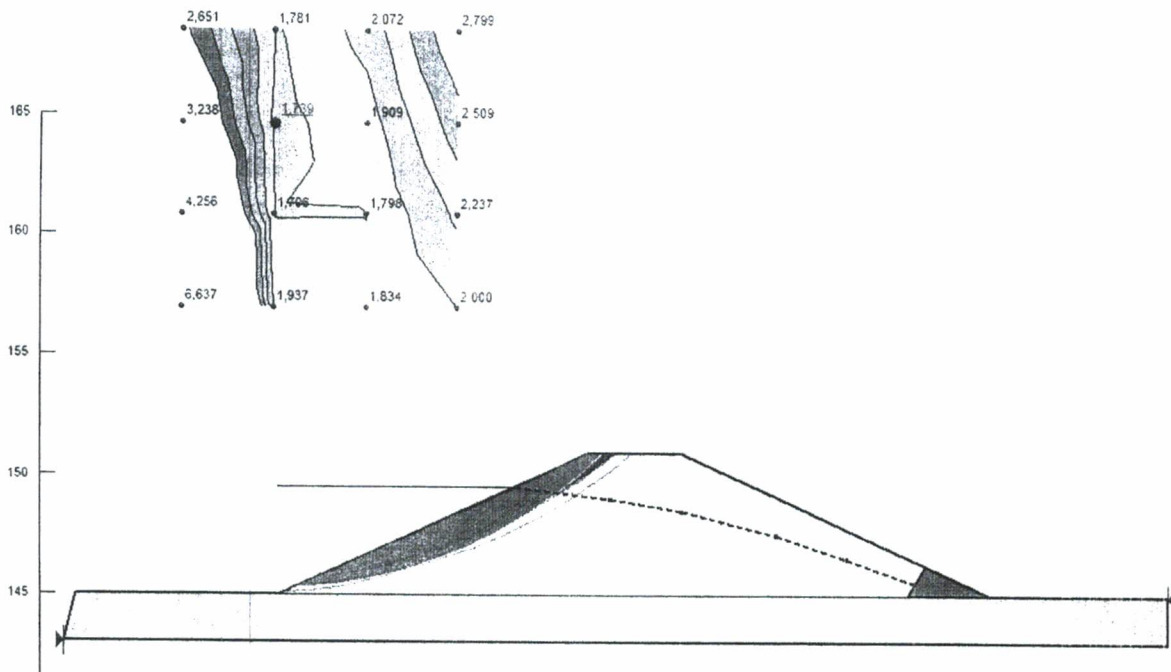


Figura 9 – Linha freática através do maciço com a utilização do dreno de pé.
Fonte: Geo-Slope

Analisou-se a seguinte situação:

- Regime Permanente – análise feita no talude de montante;

A análise sísmica foi feita pelo processo pseudo-estático introduzindo um fator de aceleração da gravidade. Para as análises de Regime Permanente adotou-se o fator igual a 0,10.

Para as análises de Final de Construção e rebaixamento rápido adotou-se o fator igual a 0,10.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

PREFEITURA MUNICIPAL DE MUCAMBO

CNPJ: Nº 07.733.793/0001-05

AV. Construtor Gonçalo Vidal, S/N, Centro, CEP: 62170-000 - Mucambo/CE 28

José Ervanildo Pereira
Engenheiro
[Handwritten signature]

Tendo em vista que a barragem tem dois tipos de seções que são a seção homogênea de terra que é dominante e um pequeno segmento de seção de enrocamento antes e depois do sangradouro. Desta forma a análise foi feita para as duas seções.

Nos Quadros nºs 11.1 a 11.4 a seguir são apresentados os fatores mínimos determinado em cada análise de estabilidade: Todos os fatores de segurança encontrados foram superiores aos coeficientes de segurança mínimos recomendados em bibliografia.

Quadro nº 11.1: Análise de Estabilidade – Estática (Seção de Terra)		
SIMULAÇÃO	C.S. MÍNIMO	SUPERFÍCIE DE DESLIZAMENTO
		INTERMEDIÁRIA
Final de Construção – Talude de montante	1,3	2,201
Final de Construção – Talude de Jusante	1,3	1,789
Reservatório Cheio – Talude de Jusante	1,5	1,729
Esvaziamento Rápido – Talude de Montante	1,1	1,333

No Quadro nº11.5 são mostrados os parâmetros geotécnicos adotados.

Quadro nº 11.5: Parâmetros Geotécnicos			
Material	γ (κN/μ≥)	C (kPa)	ϕ (γραυσ)
Riprap	18	0	45°
Maciço	20,2	10	30°
Filtro / Tapete	18	0	35°
Rock-fill	20	0	38°
Cutoff	20,2	10	30°
Aluvião	17	0	28°
Solo Residual	21	7	35°

364


8.12 – VERIFICAÇÃO DO MURO DE CONTENÇÃO

Os muros de contenção ou muro de arrimos são estruturas destinadas a conter os esforços do solo compactado da parede da barragem, evitando que o mesmo material deslize e danifique a integridade estrutural.

Serão analisadas as condições contra Tombamento, Escorregamento e a Capacidade de Carga do Terreno de Fundação do muro pré-dimensionado conforme figura 10.

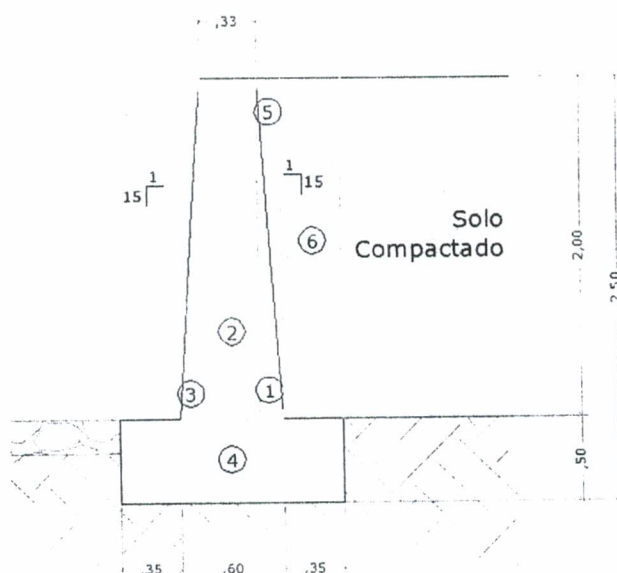


Figura 10 – Muro de Contenção

Dados do Solo:

Material	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	c (kN/m ³)
Solo Compactado	19-21	32-42	10
Pedregulho	19-21	40-47	0







8.12.1 – Quanto ao Tombamento

- Cálculo do empuxo:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

Coeficiente de empuxo ativo:

$$K_a = \operatorname{tg}\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) = \operatorname{tg}\left(45 - \frac{37}{2}\right) = 0,25$$

Logo:

$$P_a = \frac{1}{2} 20 \cdot (2,00 + 0,50)^2 \cdot 0,25$$

$$, P_a = 13,63 \text{ kN} / \text{m}$$

- Cálculo do momento resistente

Seção	Área (m²)	Peso Próprio (kN)	Braço de Alavanca (m)	Momento (kN.m)
1 -Muro	0,13	0,13x23,58 = 3,06	0,86	2,63
2 -Muro	0,67	0,67x23,58 = 15,80	0,65	10,27
3 -Muro	0,13	0,13x23,58 = 3,06	0,44	1,35
4 -Muro	0,65	0,65x23,58 = 15,33	0,65	9,96
5 -Solo	0,13	0,13x20 = 2,60	0,90	2,34
6 -Solo	0,70	0,70x20 = 14,00	1,13	15,82
$\Sigma V = 53,85 \text{ kN}$			$\Sigma M_R = 42,37 \text{ kN.m}$	

- Cálculo do momento solicitante

$$\Sigma M_o = P_a \cdot \left(\frac{H'}{3}\right)$$