



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

PROJETO: CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM JOÃO GOMES

MUNICÍPIO: SANTANA DO IPANEMA-AL

ESTADO: ALAGOAS

JUNHO DE 2019

Barragem João Gomes- Santana do Ipanema –AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

SUMÁRIO

BARRAGEM JOÃO GOMES	7
FICHA TÉCNICA	7
1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	6
2 - ESTUDOS BÁSICOS	7
2.1 - Topografia	7
2.2 - Hidrologia	8
2.3 Capacidade do Reservatório	12
2.4 - Bacia Hidrográfica	12
2.5 – Bacia Hidráulica	13
2.6 - Estudos Geotécnicos	13
2.6.1 - Sondagens do Local da Barragem e do Vertedouro	13
2.6.2 - Estudos dos Materiais.....	14
CL.....	16
3 - MEMÓRIA DESCRITIVA.....	17
3.1 - Projeto	17
3.1.2 – Desenhos.....	19
3.1.2.1 – Desenhos da ponte/muro de apoio.....	20
3.2 - Barragem	21
3.2.1 - Constituição do Maciço.....	21
3.2.2 - Cálculo da Folga	21
3.2.4 - Largura do Coroamento	23
RESUMO	23
3.3 - Taludes Adotados	23
3.4 - Proteção dos Taludes.....	24
3.4.1 - Montante	24
3.4.2 – Jusante	25
3.5 - Sistemas de Drenagem Interna.....	25
3.6 - Proteções do Coroamento	26
3.7 - Tomada D'água	26



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

3.8 – Sangradouro	28
3.9 - Muros de proteção do maciço e apoio a ponte do sangradouro	28
3.10 – Guarda- corpo	29
BARRAGEM JOÃO GOMES	30
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	30
1 - APRESENTAÇÃO	30
2 - LOCALIZAÇÃO E FINALIDADE DA OBRA	31
3 - NORMAS GERAIS DE TRABALHO	32
4 - INSTALAÇÕES DO CANTEIRO DA OBRA	32
OBSERVAÇÕES	33
4.1 - Instalações dos Laboratórios	33
4.2 - Marcações das Obras	33
4.3 - Limpezas das Áreas	33
5 - SERVIÇOS DE ESCAVAÇÃO A CÉU ABERTO	34
5.1 - Escavações para Execução das Fundações	34
5.2 - Escavações para o Sangradouro	34
5.3 - Usam de Explosivos	35
5.4 - Tipos de Escavação	35
6 – SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM E CONEXOS	36
6.1 - Explorações das Jazidas de Terra	36
6.2 - Preparam das Fundações	37
6.3 - Compactações de Aterros	38
6.4 - Construções das Obras de Proteção de Aterros Compactados	41
6.4.1 - Sistema de Drenagem Interna	41
6.4.2 - Proteção do Talude de Montante	43
6.4.3 - Proteção do Talude de Jusante	44
6.4.4 - Proteção do Coroamento	44
7 - TOMADA D' ÁGUA E DESCARREGADOR DE FUNDO	44
7.2 - Escavações e Preparo das Fundações	45
7.3 - Compactação	45



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

7.4 - Embasamentos de Concreto Ciclópico.....	46
7.5 - Concretos Estruturais da Galeria.....	46
7.6 - Dispositivos de controle da Tomada D' Água e do Descarregador de Fundo.....	47
7.6.2 - Condições de Trabalho.....	47
7.6.3 - Memorial de Cálculo.....	47
7.6.4 - Normas	47
7.6.5 - Materiais.....	48
7.7 - Características dos Equipamentos	48
7.7.1 - Tubulação	48
7.7.2 - Grade de Proteção	48
7.7.2.1 Tomada água.....	48
7.7.2.2 Descarregador de fundo.....	48
7.7.3 - Registros.....	48
7.7.4 - Pintura	49
8 - ESTRUTURAS DE CONCRETO	49
8.1 - Execuções da Estrutura de Concreto	49
8.2 - Materiais.....	50
8.3 - Dosagem.....	50
8.4 - Formas e Escoramentos.....	51
8.5 – Armaduras	52
8.6 - Transportes, Lançamento e Adensamento	52
8.7 - Juntas de construção.....	53
8.8 - Juntas de Dilatação.....	54
8.9 - Controles da Resistência compressão	54
8.10- Ensaio	54
8.11- Cura	55
9 - VERTEDOURO.....	55
9.1 - Escavações das Fundações	55
9.2 - Preparação das Fundações	55
9.3 - Alvenarias de Pedra.....	56



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

9.4 - Chapisco e Reboco	56
9.5 Pavimentação	57
9.6 Revestimento primário obedece às normais de execução de aterro compactados já descrito nas especificações	57
9.7 Revestimento em asfalto (tratamento superficial triplo) deverá obedece às normas especifica para os menos	57
ANEXO B – QUANTITATIVO, ORÇAMENTO E	58
CRONOGRAMA FISICO- FINANCEIRO	58
ANEXO C – MEMÓRIA DE CÁLCULO	59
BARRAGEM JOÃO GOMES	60
MEMÓRIA DE CÁLCULO	60
1 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL	60
2 - RENDIMENTO PLUVIAL DA BACIA	60
3 - CÁLCULO DO VOLUME AFLUENTE ANUAL	60
4 – CÁLCULO DA CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO	60
5 - CÁLCULO DA DESCARGA MÁXIMA SECULAR	60
6 - DETERMINAÇÃO DA COTA DO COROAMENTO	61
7 - CÁLCULO DA ALTURA DA BARRAGEM	63
8 - CÁLCULO DA LARGURA DO COROAMENTO	63
9 - TALUDES ADOTADOS	64
10 - CÁLCULO DO ROCK-FILL	64
11 - DETERMINAÇÃO DA LINHA FREÁTICA	64
11.1 - CÁLCULO DO TAPETE DRENANTE	65
12 - CÁLCULO DO RIP-RAP	67
13 - CÁLCULO DA TOMADA D'ÁGUA	68
13.1 –DESCARREGADOR DE FUNDO	71
D= 0,50m (fixado)	71
Logo A = 1,64m ²	72
13.2 – ESCAVAÇÃO PARA FUNDAÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA DIAMETRO DE 200MM / DESCARREGADOR DE FUNDO DIAMETRO DE 500MM	74



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

14 - CÁLCULO DO MURO DE PROTEÇÃO AO SANGRADOURO DO LADO ESQUERDO – CANAL GUIA	74
15 - CÁLCULO DO MURO DE PROTEÇÃO AO SANGRADOURO DO LADO ESQUERDO E LADO DIREITO – PONTE -MURO DE CONTENÇÃO 01 E 02.....	80
ANEXO D – ENSAIOS DOS SOLOS	108
ANEXO E – BACIA HIDROGRÁFICA	110
ANEXO F – PLANTAS	112



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

BARRAGEM JOÃO GOMES

MUNICÍPIO DE SANTANA DO IPANEMA - ALAGOAS

FICHA TÉCNICA

CARACTERÍSTICAS GERAIS:

Nome do Açude: **JOÃO GOMES**
Município: **SANTANA DO IPANEMA**
Estado: **Alagoas**
Riacho Barrado: **Riacho JOÃO GOMES**
Sistema Hidrográfico: **Rio São Francisco**
Capacidade de Acumulação: **2.230.459,28 m³**
Precipitação Média Anual: **636 mm**
Área da Bacia Hidrográfica: de **42,00km²**
Área da Bacia Hidráulica: **567.981,66 m²**
Profundidade Máxima: **14,65m**
Volume de Terra Total: **110.353,06m³**
Orçamento: **R\$ 6.629.063,65 (JUNHO /2019)**

CARACTERÍSTICA DA BARRAGEM:

Tipo: **Terra heterogênea**
Extensão pelo Coroamento: **245,90 m**
Largura do coroamento: **8,0 m**
Altura Máxima acima das Fundações: **18,65 m**
Altura Máxima com Fundações: **21,45 m**
Cota do Coroamento: **103,00**
Taludes:
Paredão:
Montante: **3,0: 1,0 (H: V)**
Jusante: **2,5: 1,0 (H: V)**
Volume do Maciço: **95.655,14m³**
Volume da Fundação: **14.697,92m³**
Área dos Taludes: **13.293,74m²**
Largura Máxima da Base: **110,57 m**
Descarga Máxima Secular: **136,19m³/s**



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

CARACTERÍSTICAS DO SANGRADOURO:

Tipo: **Canal (Corte)**

Largura Total: **44,80 m**

Lâmina Máxima de Sangria: **2,50 m**

Cota da Soleira do Sangradouro: **99,00**

Volume do Corte: **3.070,00 m³**

Volume dos Cordões de Fixação da Soleira e laje de fixação : **59,75 m³**

CARACTERÍSTICAS DA PONTE PARA DAR ACESSO AO TRAFEGO

Escavação das fundações dos pilares: 2ª CAT. **70,40m³**

Escavação das fundações dos pilares: 3ª CAT. **40,50m³**

Armadura com aço CA50A: **18.816kg**

Armadura com aço CA60B: **241g**

Concreto armado 35MPA: **178m³**

Concreto armado 25MPA: **23m³**

Forma de madeira com chapa de madeirite resinado 18 mm: **886,62m²**

CARACTERÍSTICAS DOS MUROS DE PROTEÇÃO/ DE APOIO DA PONTE E DO CANAL GUIA (DESEMBOQUE)

Lado Esquerdo (apoio da ponte)

Tipo: **Alvenaria de Pedra**

Comprimento do Muro: **8,00m**

Altura Máxima: **4,00 m**

Volume de Escavação: **90,00m³**

Volume da Alvenaria: **133,20m³**

Muros de proteção anexo ao muro de apoio da ponte lado esquerdo, (montante e jusante) e muro do canal guia

Tipo: **Alvenaria de Pedra**

Comprimento total (dos três muros): **81,07m**

Lado montante:



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Comprimento: 14,00m

Altura: variável 4,00m a 0,50m

Lado jusante:

Comprimento: 10,00m

Altura: variável 4,00m a 2,50m

Muro do canal guia

Comprimento do Muro: 57,07m

Altura: 2,50m

Volume de Escavação (total dos três muros): 135,35m³

Volume da Alvenaria de pedra (total dos três muros): 267,35m³

Lado Direito (apoio da ponte)

Tipo: Alvenaria de Pedra

Comprimento do Muro: 8,00m

Altura Máxima: 4,00m

Volume de Escavação: 19,80m³

Volume da Alvenaria: 63,00m³

CARACTERÍSTICAS DA TOMADA D'ÁGUA:

Tipo: Galeria

Diâmetro da Tubulação: 200 mm

Comprimento da Tubulação: 78,00m

Cota da Tubulação na Boca de Montante: 90,80

Cota da Tubulação na Boca de Jusante: 90,00

Descarga Mínima: 30,75l/s

Volume do Concreto Ciclópico: 65,58m³

Volume do Concreto Simples 35 MPA: 19,11m³

Concreto armado (35 MPA): 2,18m³

CARACTERÍSTICAS DO DESCARREGADOR DE FUNDO:

Tipo: Galeria

Diâmetro da Tubulação: 500 mm



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Comprimento da Tubulação: **108,00m**

Cota da Tubulação na Boca de Montante: **86,59**

Cota da Tubulação na Boca de Jusante: **85,59**

Descarga: **1.64 m³/s**

Volume do Concreto Ciclópico: **113,40 m³**

Volume do Concreto Simples 35 MPA: **58,24m³**

Concreto armado (35 MPA): **5,00m³**



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

BARRAGEM JOÃO GOMES

MUNICÍPIO DE SANTANA DO IPANEMA- ALAGOAS

MEMÓRIA DESCRITIVA

1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

O projeto está fundamentado em estudos feitos no aproveitamento do potencial hídrico dos mananciais superficiais existentes no **Município de SANTANA DO IPANEMA (AL)**.

“A barragem do Açude João Gomes” será construída sobre um rio intermitente do mesmo nome, pertencente ao **Sistema Hidrográfico do Rio São Francisco**, em local que dista aproximadamente **04 km** à montante da cidade de **SANTANA DO IPANEMA (AL)**.

O Açude “**JOÃO GOMES**” terá como finalidade principal o abastecimento humano e animal, desenvolvimento de áreas irrigadas. A piscicultura será outro benefício decorrente da construção do Açude, além do aproveitamento das vazantes que surgirão com a formação do lago, O açude “**JOÃO GOMES**” será implantado em uma região carente de armazenamento de água com uma precipitação média anual de 636 mm.

O material a ser utilizado na sua construção será constituído de três tipos os quais serão executados nos seguintes setores (setor 01: do lado montante até a cota 99,00 e limitado com o filtro vertical incluindo o enchimento de toda fundação. Setor 02: do lado jusante limitando com o filtro vertical. Setor 03: em toda a extensão da barragem da cota 99,00 até o coroamento) extraídos os três tipos de sua bacia hidráulica, das nove jazidas estudadas observamos que a jazida 05 (cinco) possui uma área de 11.915,00 m², anexa a área maior, que está fora da bacia hidráulica a qual se necessário explorar será totalmente recuperada, em igual volume extraído, com material de expurgo ou retirado com uma profundidade máxima de 0,20cm de dentro da bacia hidráulica esta área também está previsto reflorestamento (J1, J2, J3.....J9).

O acesso ao local do barramento é feito através da estrada municipal, com uma distância de 04 km, aproximadamente, da sede do Município de **SANTANA DO IPANEMA (AL)**, local da obra.

O Eixo do paredão tem coordenadas X = 690, 217 e Y = 8961, 431, conforme alocadas na planta da bacia hidrográfica (anexo E)



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

O presente projeto é composto de um texto (**RELATÓRIO DO PROJETO**) e seus anexos.

O relatório foi dividido, de acordo com os aspectos abordados, nos seguintes itens:

- **Estudos Básicos**

- **Memória Descritiva**

Além dos itens acima são apresentados, ainda, os seguintes anexos:

- **Anexo A - Especificações Técnicas**

- **Anexo B – Quantitativos, Orçamento e cronograma físico- financeiro**

- **Anexo C - Memória de Cálculo**

- **Anexo D- Ensaios de solos**

- **Anexo E – Bacia Hidrográfica**

- **Anexo F- plantas.**

2 - ESTUDOS BÁSICOS

2.1 - Topografia

Os estudos topográficos disponíveis constam de levantamento planialtimétrico da bacia hidráulica na escala **1: 2.000**, com curvas de nível a cada metro, levantamento geométrico dos eixos dos boqueirões com seções transversais a cada **20,00 m**, nivelado e contra-nivelado, desenhado nas escalas **1:1.000-H** e **1:100-V**, bem como o levantamento planimétrico das jazidas de material de construção, com amarração ao eixo estudado.

Foi realizada a locação do eixo barrável utilizando um **RN** (Referencial de Nível) de cota **103,00**, encontrado na ombreira esquerda do boqueirão. Na estaca E0-7,40, até à estaca E211+18,50 com uma distância de **245,90m**. Na estaca E2 11+18,50 foi projetado o sangradouro com largura de **44, 80m** fazendo um ângulo de 180° com o eixo E0-7,40/E2. Deste modo o comprimento do paredão terá **245,90m** de comprimento.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Foram implantados, ainda, três marcos, nas estacas (estaca E0-7,40; na estaca (E2= 11+18,50), início do sangradouro e na estaca 14+15,24 na cota 103,00 na ombreira direita do boqueirão que servirão comum durante a construção.

Na bacia hidráulica foi identificada uma área de **21.442,011m², com vegetação, (arbórea e arbustiva)** natural, que será substituída por uma área de **205.737,68 m²** (área esta que compensa também as vegetação espaçada em torno dos riachos da bacia hidráulica) no entorno do açude, a partir na cota 99,00 com uma largura de **30 metros**, (assim como uma área na jazida **03** de **2.875,00m²**, na jazida **04** com uma área de **17.459,17 m²**, na jazida **05** de **39.595,24 m²**) perfazendo uma área de **265. 667.09 m²**, que será reflorestada com arbóreas nativas, criando desta maneira uma área de clima diferenciado (microclima), o que vai acarretar uma substancial diminuição da evapotranspiração potencial. Nesta área serão plantadas 33.360,00 (trinta e três mil e trezentos e sessenta), no espaçamento de 2,50 x 3,50 m, mudas de arbóreas nativas da região e será cercada para proteção das plantas. As áreas de reflorestamento que forem utilizadas para exploração de solo para construção da barragem, ou seja, pertencerem à demarcação da jazida será preenchido (recuperadas) com material proveniente dos expurgos (solo de natureza orgânica, adequado ao desenvolvimento vegetal). Considerando o expurgo médio de 0,20m em aproximadamente 200.000,00 m² da área de jazidas tem-se 40.000,00m³ de expurgo cujo material será empregado na recuperação das áreas a serem reflorestada. Caso haja necessidade demais material será retirado do restante da bacia hidráulica em uma camada de 0,20m.

A área a ser desapropriada na bacia hidráulica além da área coberta com água no nível da cota 99, 00, **567.981,66 m²** mexerá acrescida da área onde vai ser reflorestada no entorno, de **205.737,68 m²** plantam em anexo e somado as áreas das jazidas 03, 04, 05, **59.929,41m²** as quais também serão desapropriadas, conforme planta em anexo, também deverão serem recuperadas e reflorestadas e serão incorporadas ao situarão verde da barragem **perfazendo** uma área total **833.648,75m²**. Salientamos também que todas as construções que estão situadas até a cota do nível máximo de sangria (cota 101,50) serão des apropriadas e as residências deverão ser demolidas.

2.2 - Hidrologia

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos com base nas observações do comportamento do riacho, nos estudos do **Engenheiro Francisco Aguiar** e nas informações obtidas "in loco", definindo-se assim, a enchente de projeto e o nível mínimo de operação do reservatório.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

O local onde será implantada a obra tem uma área de contribuição hidrográfica de **42km²**, com linha de fundo de **9,0 km**, com configurações topográficas bastante acentuadas, o que torna a linha do talvegue do riacho em profundidades com formações de vales em "V", o que nos chama a atenção para o comportamento do fluxo superficial, bem como a sua capacidade de transporte.

A bacia tem uma drenagem superficial muito densa, o que caracteriza a existência de um substratum bastante impermeável.

Esta bacia foi enquadrada no tipo **II** da **Classificação de Ryves** e a precipitação foi estabelecida conforme os dados de longo período (30 anos) de observação registrados **nas estações Meteorológicas mais próximas do municípios de SANTANA DO IPANEMA AL**, (Poço Das Trincheiras , Santana do Ipanema , Ouro Branco, Cacimbinhas, Major Isidoro, Olho D água das Flores) por serem as mais próximas da referida bacia, pelo fato de nos fornece os períodos críticos, dentro do histórico hidrológico da região, conforme estudo apresentado no Primeiro Simpósio Alagoano de Gestão Ambiental no ano de 2010, UNEAL ,apresentado pelos professores Paula Thayse Santos do NASCIMENTO e Rafael Albuquerque XAVIER, conforme mapas apresentados abaixo. Como também dados fornecidos pelo CLIMA TEMPO também em anexo.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

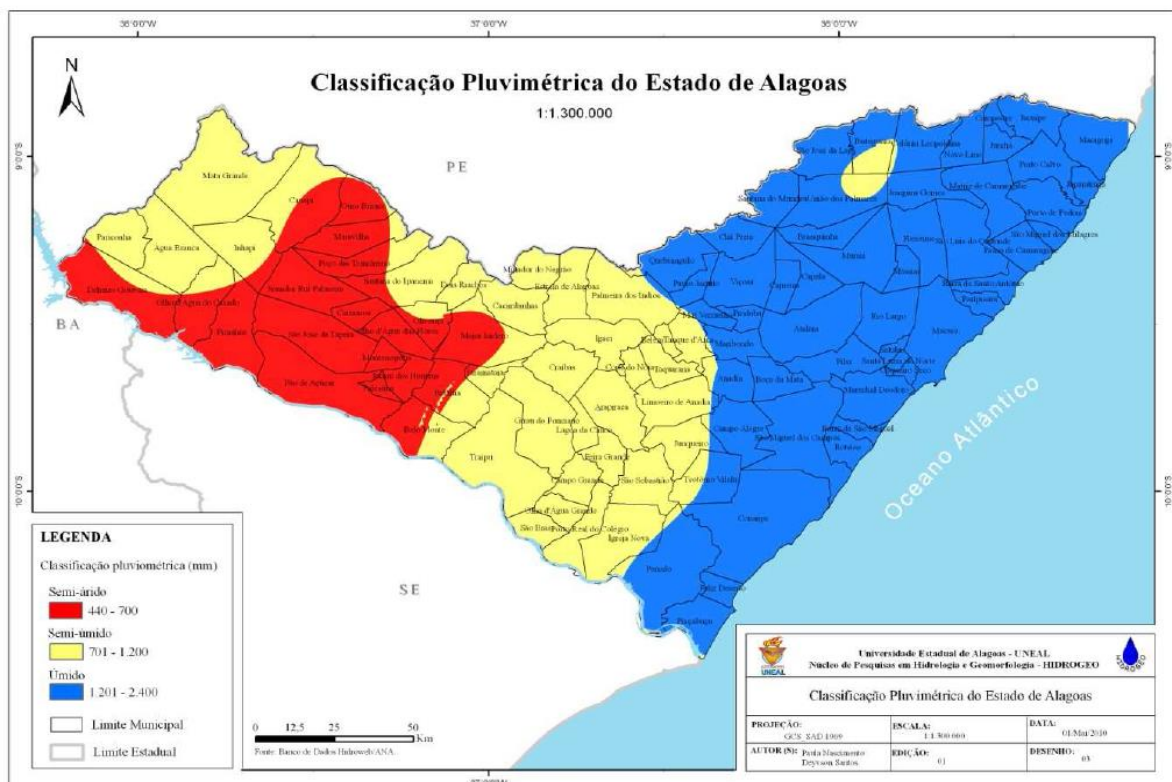


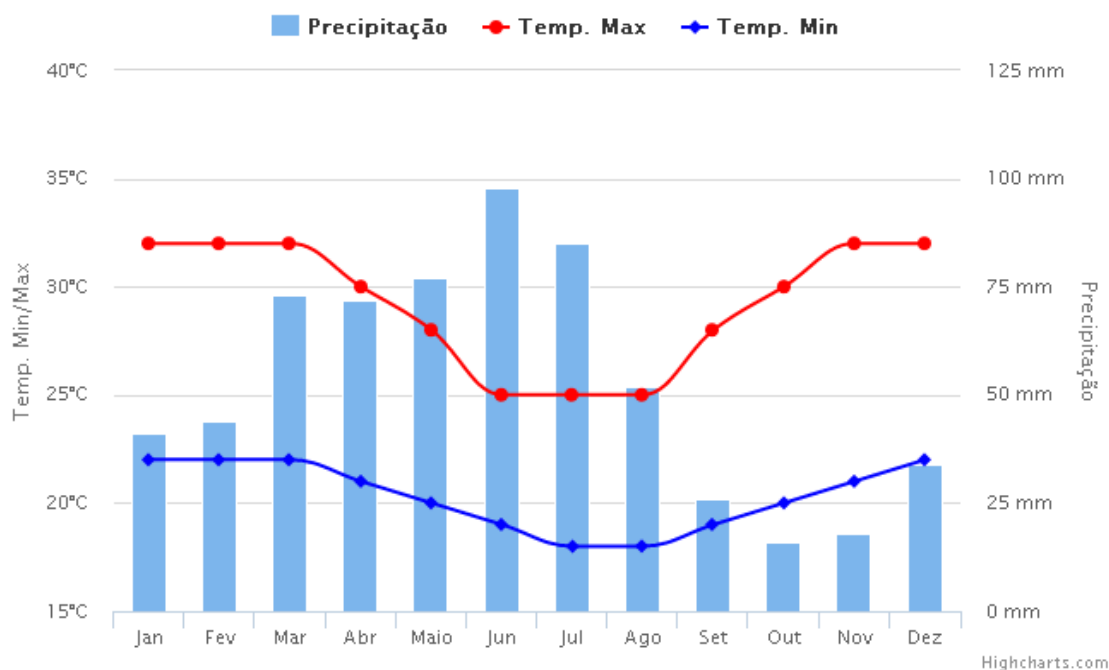
Figura 5. Classificação pluviométrica do Estado de Alagoas de acordo com as médias anuais.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Santana do Ipanema - AL

compartilhar 



Os dados apresentados representam o comportamento da chuva e da temperatura ao longo do ano. As médias climatológicas são valores calculados a partir de um série de dados de 30 anos observados. É possível identificar as épocas mais chuvosas/secas e quentes/frias de uma região.

Mês	Minima (°C)	Máxima (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	22°	32°	41
Fevereiro	22°	32°	44
Março	22°	32°	73
Abril	21°	30°	72
Maio	20°	28°	77
Junho	19°	25°	98
Julho	18°	25°	85
Agosto	18°	25°	52
Setembro	19°	28°	26
Outubro	20°	30°	16
Novembro	21°	32°	18
Dezembro	22°	32°	34



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Para o projeto utilizaremos a precipitação de **636mm**, média de **30 anos** ocorrida no **Município de SANTANA DO IPANEMA (AL)**. Localizando a referida bacia na área do município, que se enquadra nesta precipitação, conforme mapas e dados acima.

Para cálculo do coeficiente de **Run-Off** foi utilizada a expressão:

$$R\% = \frac{H^2 - (400 \times H) + 230.000}{55.000}, \text{ onde:}$$

R% = rendimento pluvial da bacia

H = precipitação média anual = 636mm

O valor obtido foi de R% = **6,91%**.

O volume afluente médio anual foi dado pela expressão **Va = R%UA**, sendo **U** um coeficiente hidrométrico tomado igual a **1,2** em função do tipo da bacia e **A** área da bacia hidrográfica.

Tem-se então:

Va: 3.482.640m³.

2.3 Capacidade do Reservatório

A capacidade de acumulação do reservatório foi calculada conforme o levantamento da bacia hidráulica, na cota 99,00 obteve-se um volume **2.142.062,14m³**.

Seguindo orientação técnica, foi escolhida a cota **99,00** para a soleira do sangradouro, que conforme o Gráfico **COTA X ÁREA X VOLUME** apresentado nos desenhos, permite uma acumulação de um volume d'água de **2.142.062,14 m³**, inundando uma área de **684.303,55m²** e uma profundidade de **14,65 m**.

Para a determinação da descarga máxima secular do projeto, aplicou-se a fórmula do **Eng.º Aguiar**, obtendo-se uma vazão da ordem de **136,19m³/s**.

2.4 - Bacia Hidrográfica

A bacia hidrográfica do riacho, em relação ao local onde será implantada a barragem, foi estimada sobre carta elaborada pela **Diretoria de Serviços Geográficos do Ministério do**



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Exército, na escala **1:100.000**, a qual foi planimetrada e abrange uma área de **42,0 km²**. (Anexo E)

2.5 – Bacia Hidráulica

A obra foi projetada com a soleira do sangradouro na cota **99,00**, possibilitando um armazenamento de **2.142.062,14 m³**, inundando uma área de **567.981,66 m²** e uma profundidade de **14,65m**.

Na bacia hidráulica serão desativadas (desmontadas com retirada do material uma rede de energia monofásica de 401m e um rede de energia bifásica de 1.836m), pois estão dentro da bacia hidráulica. Serão construídas uma rede de energia monofásica com 769m e uma rede de energia bifásica de 1.182m. As redes a serem construídas estão alocadas no projeto de maneira que as mesmas ficarão em cota superior a cota da lâmina máxima de sangria (cota 101,50), A elaboração do projeto elétrico e a consequente aprovação pela Eletrobrás é de responsabilidade da contratada. (Serviços inclusos no item 10.10 da planilha orçamentária.

Também será desativada uma rede de abastecimento de água com tubulação de 25 mm com 540m. Será construída uma rede de abastecimento de água com tubulação de 25mm e com 765m. O novo traçado está alocado em planta. (Ver detalhes prancha 01/06)

2.6 - Estudos Geotécnicos

Os estudos geotécnicos consistiram basicamente na localização e detalhamento dos empréstimos de materiais que serão utilizados na construção, bem como na realização de ensaios geotécnicos de laboratório, e na caracterização do subsolo no local da barragem e do vertedouro através de sondagens a pá e picareta (**SPP**) e retro escavadeira.

Os estudos geotécnicos executados são apresentados a seguir, de acordo com o aspecto abordado, divididos nos seguintes itens:

- **Sondagens no Local da Barragem e do Vertedouro**
- **Estudos dos Materiais.**

2.6.1 - Sondagens do Local da Barragem e do Vertedouro

No local da barragem foram executadas 20(vinte) sondagens a pá e picareta (**SPP**) e retro escavadeira.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Com base nos resultados das sondagens, foi preparada uma seção esquemática do subsolo, que representa a indicação do desenvolvimento das camadas do subsolo, constatadas nas verticais das sondagens, as quais foram elaboradas visando permitir uma melhor visualização da natureza geral do subsolo no local.

2.6.2 - Estudos dos Materiais

O estudo de ocorrências de materiais para construção foi iniciado por um simples reconhecimento de toda a área em volta do barramento, de modo a localizar possíveis jazidas, examinando a qualidade e estimando os volumes de materiais disponíveis.

Foram identificadas e estudadas, através de sondagens a pá e picareta e retro escavadeira executada nos vértices de uma malha quadrada cobrindo toda a área, das nove jazidas de material argiloso.

Nos locais das jazidas foram executadas 112 (cem e doze) sondagens a pá e picareta (SPP) e retro escavadeira. Conforme planta na. (Ver detalhes prancha 01/06), foi inicialmente feita a análise manual dos materiais colhidos de todos os furos e pelas consistências apresentadas foram separadas 09 (nove) jazidas e escolhido solos representativos de cada uma delas, e executados os ensaios, (ANEXO D).

É importante o trabalho manual inicialmente, O que concordamos com o professor “Victor F.B. de Mello”:

“Nada substitui o trabalho de pegar o solo com a mão”

“Victor F.B. de Mello” “Téchne, 2004”

Os valores de expurgo médio, espessura média do material utilizável, bem como dados de área, volume e distância média estão resumidas no quadro a seguir:

Com base nos resultados dos ensaios em anexo:

CARACTERÍSTICAS	JAZIDAS							
	1 m ₁	1 m ₂	2 m ₁	2 m ₂	3	4m ₁	4m ₂	5
Expurgo médio (m)	0,2		0,2		0,2	0,2		0,2
Espessura média (m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Área (m ²)	9535,68	9535,68	18432,8	18432,8	10000	19769,4	19769,4	65829,2



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Volume (m3)	4767,84	4767,84	9216,41	9216,41	5000	9884,7	9884,7	32914,6
Distância média (m)	135	135	280	280	660	860	860	1330

CARACTERÍSTICAS	JAZIDAS				
	6m₁	6m₂	7	8	9
Expurgo médio (m)	0,2		0,2	0,2	0,2
Espessura média (m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Área (m2)	5108,24	7500,00	9535,68	11966,6	39983,00
Volume (m3)	2554,12	3750	4767,84	5983,3	19991,5
Distância média (m)	130	160	285	560	1265

Material	Volume (m³)
Materiais Tipo CL-Argila de Baixa Plasticidade Arenosa (J5, J6M1, J9)	55460,21
Material SC-Areia Argilosa (J2M1, J2M2, J3, J6M2, J7, J8)	37933,96
Material Tipo CH-Argila Arenosa de Alta Plasticidade (J1M1)	4767,84
Material Tipo SM-Areia Siltosa (J1M2)	4767,84
Material SC-Areia Argilosa com Pedregulho (J4M1, J4M2)	19769,4

Serão utilizados na construção da barragem todos os tipos de solos das jazidas acima estudadas com as seguintes determinações:

O enchimento das fundações será toda preenchida com solos tipo CL provenientes das jazidas J5,J6M1 e J9, assim como o paredão, lado de montante, limitado pelo filtro vertical até a cota 96, ainda do lado montante limitado com o filtro vertical da cota 96 à cota 99 será utilizado os materiais das jazidas J1M1 e J1M2 acima descritos, previamente misturados (homogeneizados). O restante da barragem será preenchida usando inicialmente o material das jazidas J2M1,J2M2, J3, J6M2, J7 e J8.Na parte superior a partir da cota 99, utilizar os solos das jazidasJ4M1 e J4M2, com a ressalva que parte desse material poderá ser utilizada no lado jusante.

Os solos das jazidasJ5, J6M1 e J9foram identificados como "CL" (**anexo D**) e possibila estimar suas características no que se concerne a sua utilização na construção de barragens de terra.(Segundo Sherard, J. L. e outros - "EARTH AND EARTH ROCK DAMS" - Editores



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

JOHN WILEY AND SONS, INC. 1963) os solos do tipo “CL” apresentam as seguintes características: conforme resultados de ensaios

CL

- Impermeável
- Alta resistência à erosão
- Alta a média resistência ao cisalhamento
- Boas e razoáveis trabalhabilidade.

As propriedades acima citadas são esperáveis para obras em que seja feito controle de umidade e densidade durante a construção.

Em anexo, resultado dos ensaios de laboratório das jazidas(anexo D).

O volume de material do maciço a ser construído com material CL conforme quadro abaixo é de 37.229,34 m³ que acrescido do material a ser preenchido na fundação que é de 12.288,79 m³ (**CONFORME quadro de cubação em anexo**) perfaz um total de 49.518,13 m³. Conforme o exposto o material CL é suficiente.

SEÇÃO	ÁREA (m ²)	SOMA DAS ÁREAS(m ²)	1/2 DIST m	VOLUMES (m ³) PARCIAL	TOTAL
2,00	-	-	-	-	-
3,0	45,87	45,87	3,70	169,72	169,72
4,00	199,64	245,51	10,00	2.455,10	2.624,82
5,0	344,03	543,67	10,00	5.436,70	8.061,52
6,00	463,23	807,26	10,00	8.072,60	16.134,12
6 + 5,20	541,97	1.005,20	2,60	2.613,52	18.747,64
7,00	368,81	910,78	10,00	9.107,80	27.855,44
8,0	193,99	562,80	10,00	5.628,00	33.483,44
9,00	90,30	284,29	10,00	2.842,90	36.326,34
10,0	-	90,30	10,00	903,00	37.229,34
					37.229,34



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Os materiais a serem preenchidos com os solos das jazidas J1M1 e J1m2 da cota 96 a 99 do lado montante, limitado com o filtro vertical, tem um volume de 7.396,00 m³, portanto os materiais da jazida 1 são suficientes. Observamos, porém, que será dada prioridade ao preenchimento desse volume com material CL que porventura tenham em excesso nas jazidas J5, J6M1 e J9.

O restante dos materiais estudados é suficiente para construção da barragem.

3 - MEMÓRIA DESCRITIVA

3.1 - Projeto

3.1.1 - Generalidades

Com base nos estudos disponíveis procurou-se determinar a melhor combinação entre a largura do sangradouro e a altura da barragem, que levasse ao menor custo e ao maior armazenamento d'água possível, obtendo-se uma estrutura para o sangradouro compatível com as condições geotécnicas de resistência e segurança contra a erosão das fundações.

Após análise das diversas alternativas, a solução escolhida resultou no projeto das seguintes obras:

- **Barragem** de terra compactada, heterogênea, com altura máxima de **18,65 m** acima das fundações, com extensão pelo coroamento de **245,90m**, na cota **103,00**

- Na fundação da barragem foi projetado um custo escavada em rocha com largura de 20m na seção máxima e com variação de 4,50m na seção 02 e com 5,20 m na seção 11 e com profundidade variável de 1,5m na seção máxima e um 1m nas seções 02 e 0,40 na seção 11. (Ver detalhes prancha 05/06) cuja a finalidade além de impedir a percolação da água, servirá para engastamento do maciço da barragem na fundação.

- **Sangradouro**, foi projetado tipo canal, na ombreira direita da barragem, com comprimento de **44,80 m**, na cota **99,00**, onde foi projetada uma obra de arte (ponte) com largura de 8 metros constituída 08 células de 5,25m(vão livre) de largura para passagem da água. Esta obra é necessária para fluxos de tráfego (veículos, animais, pessoas etc.) e outros por se tratar de uma barragem construída em uma estrada municipal que dá acesso a vários municípios do sertão.

Foi projetada uma estrada contornando a barragem, (estrada de desvio) a jusante com faixa de 6m e compactação numa espessura de 20 cm, revestida com piçarra para permitir a



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

continuidade do fluxo no período de construção e acesso aos chafarizes da barragem para abastecimento da população.. (Ver detalhes prancha 01/06)

Nesta estrada foi projetado um bueiro celular duplo com tubo de concreto com D=1,00m e pontas de alas entrada e saída, para permitir o escoamento das águas provenientes do descarregador de fundo, os tubos serão assentados em uma laje de concreto simples de 15MPa e o espaço entre os mesmos até a altura será também preenchida com o mesmo concreto. .(Ver detalhes prancha 06/06)

-Para permitir melhores condições de tráfego de veículos pelo coroamento da barragem foram projetadas estradas de acesso e concordância de greide com elevação da cota para 104,0 no início do paredão do lado esquerdo (lado da cidade de Santana do Ipanema) com concordância até a cota 103 na estaca 2, seguindo o novo greide estabelecido deve haver um reajustamento do mesmo em uma distância de 200 m. Do lado direito o ajustamento do greide é a partir da cota 103,0 (no final da laje da ponte) cujo novo greide também deve ser reajustado em uma distância de 200 m. Fica também determinado o revestimento da referida estrada com distância de 100 m para cada lado com tratamento superficial triplo. Para evitar um fluxo de água elevado no coroamento da barragem foram projetadas 4 valetas de drenagem de águas pluviais em cada lado. .(Ver detalhes pranchas 05/06 e 06/06).

- **A proteção de Fixação da Soleira**, do sangradouro será constituída por dois cordões de alvenaria de pedra de 0,40m de largura por 0,80m de profundidade e um lajeado de pedra rachão com 0,25 de espessura por 07metros de largura e 25,00 m de comprimento, com travamento de proteção de entrada e saída da água (a montante e a jusante. detalhes no. (Ver detalhes prancha 05/06)

- Muros de Proteção da barragem e apoio do Sangradouro:

Foram projetados dois muros de proteção ao mesmo, (lado direito e lado esquerdo) com uma altura máxima de **4, 00 me com pontas de alas de entrada e saída de água**

- **Lado direito**: foi projetado muro de proteção ao mesmo, com o comprimento de 8,0m e **lado esquerdo** com comprimento de 32,00m.

Para guiar as águas de sangria foi projetado um canal guia (desemboque), corte do sangradouro com construção de um muro em continuidade do muro de proteção ao sangradouro lado esquerdo com 57,07 m de comprimento 2,50m de altura, cuja finalidade é guiar a água de sangria para desbocar depois da saia da barragem, (depois do rock fill,) para proteção da mesma.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Salientamos que as construções acima descritas só poderão ser iniciadas após a construção do maciço da barragem (cota 103), pois são necessários os espaços em ambos os lados para a execução do paredão e permitir a compactação determinada no projeto na seção da cota 99. (início do sangradouro). Além do mais as vibrações dos equipamentos na ocasião da construção do paredão inviabilizariam a execução destas obras

- **Tomada D'água em galeria**, composta de um tubo de **200 mm** de diâmetro, assente sobre estrutura de concreto ciclópico e revestido de concreto estrutural, com registros a jusante.

- **Descarregador de Fundo em galeria** composto de um tubo de **500 mm** de diâmetro, assente sobre estrutura de concreto ciclópico e revestido de concreto estrutural, com registros a jusante. Cujas funções serão além do esvaziamento de água da barragem por ocasião da construção em virtude de chuvas que possam acontecer naquele período, necessário a continuidade dos serviços assim como servir de descarregamento de fundo da barragem permitindo o escoamento das águas profundas (com maior teor de sal), quando a mesma estiver sangrando. A vazão será controlada pelos registros a jusante de maneira que a mesma não ultrapasse a vazão de sangria estabilizando o nível da água na cota 99,00 (cota da lâmina da água do projeto)

Este dispositivo permitirá estabilidade do nível de salubridade da água da barragem.

Para a execução dos serviços de **Tomada D'água e Descarregador de Fundo**, necessitam de materiais serem adquiridos no sul dos pais (São Paulo) e em virtude da demanda de tempo para isto além do mais estes serviços são necessários as suas execuções o mais rápido possível para poder dar prosseguimento ao aterro da barragem serão liberados logo no primeiro mês, conforme cronograma físico-financeiro.

3.1.2 – Desenhos

3.1.2.1 – Desenhos da barragem

O Projeto Executivo elaborado consta de **6** pranchas de desenhos, contendo:

Desenho n.º 01/06 – bacia hidrográfica, localização das jazidas com áreas, furos de sondagens, planta da estrada de desvio, rede abastecimento de água a construir, revestimento (asfalto/piçarra) estrada de aproximação, área a ser reflorestada, localização do paredão, planta do sangradouro e seções transversais

Desenho n.º 02/06 – seções transversais, detalhes do rock fill

Desenho N.º 03/06 – planta do descarregador de fundo /tomada d' água, detalhes da cx. de entrada da galeria, corte aa", detalhes 1 vista lateral, detalhes c" vista lateral, detalhes



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

da planta baixa do coroamento, detalhes - A -canaleta, corte aa" - canaleta: detalhes do coroamento da barragem(meio fio, mat. Base/ com asfáltico, plataforma de pedestre, tubulação de drenagem, sarjeta, detalhes das calhas laterais e greide da estrada de concordância

Desenho n.º 04/06-planta baixa /ponte, corte AA" corte BB", corte CC", detalhes do guarda corpo, corte AA', detalhes da coluna/ estribos/ chumbamento do guarda corpo, muro de proteção do sangradouro/canal guia, corte dos cordões de fixação/canal guia, detalhes AA' e BB', corte AA"BB" e CC" do muro de proteção, planta baixa do paredão, perfil do boqueirão da barragem, diagrama cota área e volume, canteiro de obra

Desenho n.º 05/06 –planta baixa do sangradouro/ canal guia, detalhes estrutural anti-impacto dos pilares do sangradouro, perfil da estrada de aproximação /bueiro (planta baixa / vista lateral, vista frontal), corte longitudinal do aterro

Desenho n.º 06/06 – Estada de aproximação lado direito e lado esquerdo

3.1.2.1 – Desenhos da ponte/muro de apoio

Desenho n.º 01/07-Características dos concretos cobrimentos das armaduras, Convenção - furo circular em viga, Detalhe dos caranguejos
Detalhe geral cota de arrasamento

Desenho n.º 02/07-planta de locação, cargas e fundação

Desenho n.º 03/07- corte A-A / corte B-B, Planta baixa da base da ponte,
Planta baixa do tabuleiro da ponte

Desenho n.º 04/07-Armação de pilares e sapatas

P1=P9=P17 Lances 1 a 2

P2=P10=P18 Lances 1 a 2

P3=P11=P19 Lance 2

P4=P5=P12=P13=P20=P21 Lance 2

P6=P7=P8=P14=P15=P16=P22=P23=P24 Lance 2

Desenho n.º 05/07-Armação de vigas

V1 = V5 / V2 = V6 / V3 / V4

V7=V8=V9=V10=V11=V12=V13=V14

V101 = V102 = V103 / V104 = V105 = V106



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Desenho n.º 06/07-Armadura positiva horizontal - tabuleiro da ponte

Armadura positiva vertical - tabuleiro da ponte

Armadura negativa horizontal - tabuleiro da ponte

Armadura negativa vertical - tabuleiro da ponte

Desenho n.º 07/07-Contenção das cabeceiras

Contenção de terra 1 - mura de arrimo

Contenção de terra 2 - mura de arrimo,

SC2 / VC1 = VC2

3.2 - Barragem

3.2.1 - Constituição do Maciço

A Barragem projetada consta de um maciço de terra compactada, heterogênea com seção trapezoidal, constituída de material sílico-argiloso (CL)e material areno- argiloso (SM/SC/G) provenientes dos empréstimos estudados.

O maciço da barragem ficará assente sobre uma fundação estável, em sua maior parte, sendo que à montante está previsto um "**cut-off**" conforme detalhes apresentados nos desenhos ver detalhes prancha 03/06. A cava de fundação será preenchida pelo material sílico-argiloso, CL, (mesmo mat. Que será empregado no lado de montante até a cota 99) compactado, utilizado no maciço, limitado até o filtro.

3.2.2 - Cálculo da Folga

A folga ou "**Free-board**" foi determinada com base no "**fetch**" da represa que é da ordem de **2,9 km**. Como **F <18 km**, calculou-se a altura das ondas no reservatório pela fórmula de **Stevenson**:

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

$$h = \mathbf{1,00m}.$$

A velocidade das ondas, calculada pela fórmula de **Gaillard**, será:



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

$$v = 1,5 + 2 h$$

$$v = \mathbf{3,50 \text{ m/s.}}$$

Tem-se então a fórmula da folga dada por:

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

$$f = \mathbf{1,38m.}$$

Adotou-se no projeto para a folga, o valor de **1,50m**

3.2.3 - Altura da Barragem

A cota da soleira do sangradouro foi fixada em **99,00** e a lâmina máxima de sangria foi calculada segundo a fórmula:

Adotando uma lamina máxima de sangria de 2,50m

$$H = 2,50m$$

$$Q_s = \text{descarga máxima secular} = \mathbf{136,19m^3/s}$$

Logo:

$$L = \frac{Q_s}{1,77 H^{2/3}}$$

$$L = \frac{\mathbf{136,19}}{1,77 \times 2,50^{2/3}}$$

$$L = \mathbf{42,00m}$$

$$Q_s = \mathbf{136,19m^3/s} \text{ (descarga máxima secular pela fórmula do Engenheiro Aguiar)}$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Sendo a folga foi adotada 1,50m logo à revanche será de **4,00m**, ficando, portanto, o coroamento da barragem na cota **103,00**, com altura máxima de **18,65 m**.

3.2.4 - Largura do Coroamento

A largura do coroamento da barragem foi calculada com base na fórmula de **Preece**:

$$B = 1,1 \times (18,65)^{1/2} + 0,9$$

$$B = 5,65 \text{ m.}$$

Adota-se para o projeto a largura de **8,00 m** por se tratar de continuidade de uma rodovia

RESUMO

CS = cota da soleira do sangradouro: **99,00**

CL = cota da lâmina máxima de sangria: **101,50**

CC = cota do coroamento: **103,00**.

3.3 - Taludes Adotados

A inclinação dos taludes em barragens, geralmente é função da característica de coesão do solo (c) e ângulo interno de atrito (ϕ) do solo, bem como da capacidade de carga da fundação .

Os taludes foram adotados com base em tabela fornecida pelo " **Bureau of Reclamation** " do " **United States Department of the Interior** " e publicada na página 265, da segunda edição do livro " **DESIGN OF SMALL DAMS** ", do mesmo órgão, onde se obtém as inclinações dos taludes em função do tipo de solo, no nosso caso o material é do tipo " **CL/SM/GM** ".

Neste caso para garantir uma melhor estabilidade foram adotadas as seguintes inclinação dos taludes, tiradas com base no livro "100 barragens brasileiras em sua página 525



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Tipo de material	Montante V:H	Jusante V:H
Solos Compactos	1:2,5	1:2
	1:3	
Solos Compactos Argilosos	1:2	1:2
	1:3	1:2,5
Solos Compactos Siltosos	1:3,5	1:3
Enrocamentos	1:1,3	1:1,3
	1:1,6	1:1,6

Foram adotados:

a) Montante: **3,0 : 1,0 (H : V)**

b) Jusante: **2,5 : 1,0 (H : V).**

3.4 - Proteção dos Taludes

3.4.1 - Montante

Para combater os efeitos erosivos das ondas sobre o talude de montante, foi previsto um “**rip-rap**” em pedras jogadas. Para determinação das espessuras das camadas do “**rip-rap**”, utilizou-se o seguinte:

- O “**Tennessee Valley Authority**” (TVA) recomenda o dimensionamento do **rip-rap** através da fórmula:

$$e^1 = c \cdot V^2, \text{ onde:}$$

$$V = \mathbf{3,50 \text{ m/s.}} \text{ (velocidade das ondas)}$$

c = coeficiente em função da inclinação do talude e do peso específico da rocha. Considerando a rocha com a densidade = **2.65** e talude **3,0:1,0**, temos que o coeficiente c terá o valor de **0,027**.

A espessura será:



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

$$e^1 = 0,33 \text{ m.}$$

Para o projeto adotou-se o valor igual a **0,35 m**.

A espessura de **0,35 m** da camada de pedras jogadas foi determinada conforme orientação do **USBR** e de tal forma que o diâmetro de **50%** das pedras seja no mínimo de **0,30 m**. Quanto a camada filtrante será adotada uma espessura de **0,30 m** e será composta de areia de granulométrica para filtro

3.4.2 – Jusante

Para o talude de jusante foi projetada uma rede de drenagem superficial, constituída por canaletas coletoras trapezoidais de concreto, com altura de **0,20 m**, largura da base de **0,20 m** e espessura de **0,05 m** com taludes de **1:1**. Estas calhas estão espaçadas de **20,00 m** até a cota do "rock-fill", onde deságuam. A proteção do restante do talude de jusante será feita com uma plantação de grama para evitar a ação dos ventos e a erosão superficial provocada pelas águas pluviais.

3.5 - Sistemas de Drenagem Interna

O sistema de drenagem interna da barragem será constituído por um enrocamento de pedras (**rock-fill**) ou "**dreno-de-pé**", situado na extremidade do talude de jusante, ligado a um tapete drenante, constituído de areia com **0,70m** de espessura (**Filtro Horizontal**), e este ligado a um **filtro vertical, cujo** topo foi fixado na cota 99,00, com **0,70m** de largura constituído de areia.

O "**dreno-de-pé**" é formado por um prisma de pedras jogadas, atingindo a **cota 89,00** com a finalidade de baixar a linha freática, aumentar a estabilidade de jusante e facilitar a

drenagem das águas freáticas e pluviais. A cota do "**rock-fill**" foi determinada através do traçado da linha freática pelo processo de **CASAGRANDE**. Para o traçado da rede de fluxo tomou-se a relação $Kim = 9kv$, para compensar o efeito da laminação do aterro, que torna a permeabilidade horizontal bem maior que a vertical. A altura adotada para o mesmo que satisfaz esta condição é de $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{4}$ da H_{max} . D'água. É essencial que durante a construção, sejam excluídos todo o fator que possam contribuir para as condições locais de permeabilidade preferencial.

Entre o "**dreno-de-pé**" e o maciço compactado foi previsto um filtro de transição composto de duas camadas, sendo uma de **0,25m** de espessura de brita com granulométrica



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

variável (tamanhos **1 a3**) e a outra de **0,25 me** espessura de areia, com granulométrica para filtro. Esta camada de areia é prolongada até o tapete drenante.

Para a areia utilizada deverão ser obedecidos os critérios de **Terzaghi e Berthram**, ou seja, critérios de proteção contra o carreamento das partículas mais finas e de garantia de permeabilidade, que são:

$$D_{15} \leq \mathbf{0,4 \text{ mm}}$$

$$cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} < \mathbf{20} \text{ (coeficiente de uniformidade)}$$

$$\frac{D_{15} \text{ (FILTRO)}}{D_{15} \text{ (MACIÇO)}} = 5 \text{ a } 40 ; \quad \frac{D_{15} \text{ (FILTRO)}}{D_{85} \text{ (MACIÇO)}} \leq \mathbf{5}$$

As curvas granulométricas dos materiais de filtro deverão ser aproximadamente paralelas à curva do material do maciço.

Os detalhes do sistema drenante estão apresentados nos desenhos, ver detalhes prancha 04/06.

3.6 - Proteções do Coroamento

O coroamento deverá ser revestido por uma camada de concreto asfáltico o qual deve ser assente em uma camada de no mínimo **0,30 m** de espessura material **GC**, com menos de **30%** de argila, apresentando declividade de **1,0 %** do eixo para montante e jusante, com a finalidade de facilitar o escoamento das águas de chuva. O que servirá de base.

O coroamento possuirá em toda a sua extensão, meio-fio e sarjeta para drenagem das águas do coroamento até desemboque nas calhas de drenagem pluviais, confeccionado in loco conforme detalhe mostrado no desenho ,ver detalhes prancha 04/06.

3.7 - Tomada D'água

3.7.1 - Características Gerais



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Foi projetada uma **Tomada D'água Direta**, localizada na estaca 08, e perpendicular ao eixo da barragem. A **Tomada D'água** será composta de uma tubulação de ferro fundido ou dúctil com diâmetro de 200 mm e **78,00 m** de comprimento total.

O eixo da tubulação no encontro com o eixo da barragem ficará cerca de **0,50m** abaixo da cota de montante, cota **90,30**. A cota do eixo da boca de montante da tubulação será igual a **90,80** e a de jusante igual a **90,00**. Está tomada será controlada do lado da jusante através de dois registros, para regulagem da vazão necessária ao atendimento das demandas.

O tubo de descarga será envolvido por concreto simples, traço 1:2:4 e a cada 6m na ligação dos tubos será envolvido por um anel de concreto armado com $fck = 20 \text{ MPA}$. O concreto simples terá espessura de **0,20 m** de espessura e estará assente sobre um embasamento de concreto ciclópico com $fck = 100 \text{ kg/cm}^2$ e **30%** de pedra de mão, a fim de evitar os efeitos do recalque sobre o conduto. Espaçados de **6,00m**, existem no envoltório do tubo, anéis de concreto com a finalidade de melhorar a aderência entre o maciço e o envoltório do tubo e diminuir os efeitos de percolação através do maciço.

A cada **12,00m**, foram previstas juntas de dilatação do tipo Fungenband 0-35 ou similar.

Os detalhes da galeria, registros e acessórios estão apresentados no desenho ,ver detalhes prancha 04/06.

- **Descarregador de Fundo** composto de um tubo de **500 mm** de diâmetro, assente sobre estrutura de concreto ciclópico e revestido de concreto estrutural, com registros a jusante. Cuja função será além do esvaziamento de água da barragem por ocasião da construção em virtude de chuvas que possam acontecer naquele período, necessário a continuidade dos serviços assim como servir de descarregamento de fundo da barragem permitindo o escoamento das águas profundas (com maior teor de sal), quando a mesma estiver sangrando. A vazão será controlada pelos registros a jusante de maneira que a mesma não ultrapasse a vazão de sangria estabilizando o nível da água na cota **99,00** (cota da lâmina da água do projeto)

Este dispositivo permitirá estabilidade do nível de salubridade da água da barragem.

O eixo da tubulação no encontro com o eixo da barragem ficará cerca de **0,50m** abaixo da cota de montante, cota **86,59**. A cota do eixo da boca de montante da tubulação será igual a **86,09** e a de jusante igual a **85,59** Está tomada será controlada do lado da jusante através de dois registros, para regulagem da vazão necessária ao atendimento das demandas.

O tubo de descarga será envolvido por concreto simples, traço 1:2:4 e a cada 6m na ligação dos tubos será envolvido por um anel de concreto armado com $fck = 30 \text{ MPA}$. O con-



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

creto simples terá espessura de **0,25 m** de espessura e estará assente sobre um embasamento de concreto ciclópico com **fck = 100 kg/cm²** e **30%** de pedra demão, a fim de evitar os efeitos do recalque sobre o conduto. Espaçados de 6,00m, existem no envoltório do tubo, anéis de concreto com a finalidade de melhorar a aderência entre o maciço e o envoltório do tubo e diminuir os efeitos de percolação através do maciço.

A cada 12,00m, foram previstas juntas de dilatação do tipo Fungenband 0-35 ou similar.

Os detalhes da galeria, registros e acessórios estão apresentados no desenho, ver detalhes prancha 04/06.

3.8 – Sangradouro

Sangradouro, tipo canal, situado no corpo da barragem, com **44,80 m** de largura total, na cota **99,00**. Esse sangradouro será projetado tipo ponte com 8m de largura constituído de 8 vãos de 5,25m cada um, perfazendo um total de 42,00 m de vão livre para passagem da água que foi calculado com altura de sangria de 2,50m cujo projeto estrutural está em anexo.

A Fixação da Soleira, com sangradouro será constituída por 02 (dois) cordões com largura de **0,40m**, com fundação de **0,80 m** de profundidade, na cota **99,00** de comprimento de 25,00m, que serão construídos nas partes de corte de material de 1ª categoria na extremidade montante e jusante da ponte, com distância de 7m (entre os pilares externos) e ligados por uma laje de estabilização com 0,25m de espessura. No canal guia do sangradouro foram projetados mais cinco cordões de fixação de estabilização de sangria de 0,40m por 0,80m com 44,78m de comprimento... detalhes prancha 02/06 e 05/06

3.9 - Muros de proteção do maciço e apoio a ponte do sangradouro

Para proteção do maciço e apoio da ponte do sangradouro e servindo de guia para as águas de sangria, foi projetado dois muros em alvenaria de pedra, lado direito e lado esquerdo. O muro do lado esquerdo tem uma parte central de 8,0 m de comprimento com 4,0m de altura que servirá para apoio da ponte e um prolongamento para o lado montante de 14,0m com altura variável de 4,0m a 0,50m e do lado jusante tem um comprimento de 67,07m com altura variável de 4m a 2,50m em uma distância de 10,0m (proteção do paredão) e com altura de 2,50 com distância de 57,07m. (muro guia). O muro do lado direito tem um comprimento de 8,0m com 4,0m de altura para a proteção das barreiras anexas ao muro e apoio da ponte.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Ver detalhes prancha 05/06 (no desenho da barragem). Ver detalhes prancha 07/07. (nos desenhos da ponte/muro de apoio)

3.10 – Guarda- corpo

Para proteção dos perdestes foram projetados na ponte do sangradouro dois guardas-corpo (lado esquerdo e lado direito) em tubo de aço galvanizado de 1 ½” fixados em colunas de concreto armado (35MPa) a cada 4,90m como também nas lajes dos passeios. **Ver detalhes prancha 05/06.**

SANTANA DO IPANEMA AL Junho de 2019



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

ANEXO A – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

BARRAGEM JOÃO GOMES

MUNICÍPIO DE SANTANA DO IPANEMA - ALAGOAS

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

1 - APRESENTAÇÃO

Neste anexo do Projeto da **Barragem "JOÃO GOMES"** será apresentado as **ESPECIFICAÇÕES GERAIS**, para a implantação das obras a seguir discriminadas, como também o melhoramento das estradas vicinais.

- **Barragem** de terra compactada, heterogênea, com altura máxima de **18,65 m** acima das fundações. A barragem tem uma extensão pelo coroamento de **245,90 m**(total), na cota **103,00**.

- **Sangradouro**, foi projetado tipo canal, situado na ombreira direita do barramento com largura de **44,80 m**, na cota **99,00**.

- **A fixação da Soleira**, do sangradouro será através de uma laje em alvenaria de pedra rachão com 0,25m de espessura a qual será montada em dois cordões de fixação com largura de **0,40 m**, com fundação de **0,80m** de profundidade, no alinhamento dos pilares montante e a jusante (na parte da escavação do solo de 1ª cat.) Da estaca (estaca 11+18,50) a (estaca 12 +18,50), neste trecho esses cordões terão uma altura de 0,40m em alvenaria de pedra e até a cota 99,00 é complementado por vigas de amarração da base da ponte conforme projeto estrutural em anexo. E da estaca (13 +17,50 a 14 + 12,50) o cordão terão 0,80m em alvenaria de pedra. Detalhe em planta em anexo. Ver detalhes prancha 05/06.

- **Muros de Proteção do Sangradouro:**

- **Lado direito**: foi projetado muro de proteção ao mesmo, e apoio a ponte com o comprimento de 8m e **lado esquerdo** foi projetado o muro de 8m de largura que também servirá de apoio a ponte complementada por dois outros do lado montante e lado jusante ao referido muro. À parte de montante terá um comprimento de 14,00 m sendo um metro com 4m de altura e 13,00m com altura variável de 4m a 0,50m seguindo a inclinação do paredão. Do lado jusante foi projetado um muro de altura variável de 4m a 2,50m de altura com comprimento



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

de 10,00m em continuação a esse o muro (guia do canal de sangria)foi projetado um muro com altura de 2,50 m de altura e comprimento de 57,07m. Cujafinalidade é guiar as água de sangria para desbocar a jusante da saia da barragem, depois do rock fill, para proteção da mesma . Para proteção do canal guia a fim de evitar erosões sucessivas foram projetados05 cordões transversais ao canal, em alvenaria de pedra de 0,40m de largura por 0,80m de profundidade.

- **Tomada D'água em Galeria**, composta de um tubo de **200 mm** de diâmetro, assente sobre estrutura de concreto ciclópico e revestido de concreto estrutural, com registros a jusante.

- **Descarregador de Fundo** composto de um tubo de **500 mm** de diâmetro, assente sobre estrutura de concreto ciclópico e revestido de concreto estrutural, com registros a jusante. Cujafunção será além do esvaziamento de água da barragem por ocasião da construção em virtude de chuvas que possam acontecer naquele período, necessário a continuidade dos serviços assim como servir de descarregamento de fundo da barragem permitindo o escoamento das águas profundas (com maior teor de sal), quando a mesma estiver sangrando. A vazão será controlada pelos registros a jusante de maneira que a mesma não ultrapasse a vazão de sangria estabilizando o nível da água na cota 99,00 (cota da lâmina da água do projeto) este dispositivo permitirá estabilidade do nível de salubridade da água da barragem.

Para a execução dos serviços de **Tomada D'água e Descarregador de Fundo**, necessitam de materiais a serem adquiridos no sul dos pais (São Paulo) e em virtude da demanda de tempo para isto além do mais estes serviços são necessários as suas execuções o mais rápido possível para poder dá prosseguimento ao aterro da barragem serão liberados logo no primeiro mês, conforme cronograma físico-financeiro.

2 - LOCALIZAÇÃO E FINALIDADE DA OBRA

A barragem do Açude "**JOÃO GOMES**" será construída sobre um riacho intermitente do mesmo nome, na localidade denominada Mudubim, pertencente ao **Sistema Hidrográfico do Rio SÃO FRANCISCO**, em local que dista aproximadamente **04 km** à montante da cidade de **SANTANA DO IPANEMA (AL)**.

O Açude "**JOÃO GOMES**" terá como finalidade principal o abastecimento humano e animal. A piscicultura será outro benefício decorrente da construção do Açude, além do aproveitamento das vazantes que surgirão com a formação do lago.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

O acesso ao local do barramento é feito através da estrada municipal, com uma distância de 04 km, aproximadamente, da cidade de SANTANA DO IPANEMA (AL), local da obra.

3 - NORMAS GERAIS DE TRABALHO

O objetivo destas Especificações é estabelecer as normas e recomendações técnicas que deverão ser observadas na execução das obras, em como definir as características fundamentais de todas as etapas do projeto, indicando os métodos e processos a serem utilizados.

A execução das obras e de todos os serviços deverá obedecer às presentes Especificações, aos desenhos executivos, bem como as instruções complementares da Fiscalização.

A totalidade dos serviços enquadrarem-se em um "**PLANO GERAL DE CONSTRUÇÃO**" a ser organizado pela Fiscalização.

Destarte, qualquer plano parcial, tendo em vista a execução de um determinado serviço, deverá obedecer integralmente às condições impostas no "**PLANO GERAL DE CONSTRUÇÃO**". Portanto, deverá ser apresentado à Fiscalização um plano geral, complementado por planos detalhados, indicando os processos, equipamentos e equipes utilizadas para execução das obras e ser aprovado total ou parcialmente pela Fiscalização.

A aprovação, do plano apresentado, não exime o Empreiteiro das responsabilidades pela perfeita e completa execução das obras e serviços, nem do atendimento aos prazos contratuais.

O recebimento das obras, fornecimentos ou serviços, somente poderão se efetivar após ter sido atendida as Especificações- inclusive a execução de testes, se for o caso ou, exame e aprovação pela Fiscalização.

4 - INSTALAÇÕES DO CANTEIRO DA OBRA

A instalação do canteiro da obra compreende:

- Construção e manutenção dos escritórios;
- Oficinas e respectivas máquinas e ferramentais;
- Depósito de explosivos (se necessário);
- Almoxarifado geral;



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

- Alojamento
- Sanitários e Banheiros
- Quaisquer instalações e serviços que venham ser necessários.

OBSERVAÇÕES

- Os alojamentos serão dotados de instalações completas de iluminação, abastecimento d' água e esgotos, inclusive fossa séptica.
- O Empreiteiro fornecerá a mobília e o equipamento para os prédios.

4.1 - Instalações dos Laboratórios

Deverão ser instalados laboratórios de solos e de concreto, com os materiais e equipamentos necessários à execução dos ensaios, mediante a construção de instalações provisórias que permitam a realização dos ensaios de campo previstos, respectivamente, nas especificações de concreto e de solos.

A construção dos laboratórios deverá atender aos projetos a serem elaborados pela Fiscalização, sendo a área mínima prevista de aproximadamente 50 m², para cada um.

4.2 - Marcações das Obras

Os eixos de referências, alinhamentos e pontos característicos das obras deverão ser assinalados no terreno por meio de marcos cuidadosamente protegidos e amarrados por testemunhas permanentes, de modo a ficarem definidos. Serão distribuídas, igualmente, por todo local das obras, referências de nível em número suficiente para permitir a verificação das cotas.

4.3 - Limpezas das Áreas

Os serviços de limpeza compreenderão as operações de desmatamento, capina ou roçado, destocamento das áreas, corte eliminação de toda vegetação, viva ou morta, que se encontrem dentro da faixa de domínio das áreas de implantação da obras, inclusive demais obstáculos por ventura existentes.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

5 - SERVIÇOS DE ESCAVAÇÃO A CÉU ABERTO

5.1 - Escavações para Execução das Fundações

O processo a ser adotado na escavação dependerá da natureza do terreno, sua topografia, dimensão e volume a remover, visando sempre o máximo rendimento e economia. Dever ser efetuada até as cotas indicadas no projeto ou prosseguir até onde a Fiscalização indicar.

No caso de ocorrer escavações além daquelas julgadas necessárias pela Fiscalização, na área de fundação da barragem, deverá ser executada a restauração sem ônus para o Contratante.

Se obrigatório o esgotamento quando as cavas acumularem água de chuva ou atingirem o lençol freático, impedindo ou prejudicando andamento dos serviços. O esgotamento dependendo das condições locais e do volume a esgotar poderá ser efetuado manual ou mecanicamente, através de bombeamento.

A escavação de terceira categoria na fundação da barragem e no sangradouro principalmente na escavação da fundação dos pilares deverá ser executada a frio, o máximo possível utilizando-se serviço com rompedor hidráulico, martelete, manual (marroeiros), argamassa expansiva etc. Deverão ser tomadas providências tal que evitem detonações, pois a mesma pode provocar fissuras nas rochas de assentamento da barragem.

Caso as rochas se apresentem fissuradas abaixo da cota fixada do projeto devem a critério da fiscalização ser providenciada injeção de calda de cimento e betonite (a 5%) com três linhas de furos espaçados a cada 5 (cinco) metros e fazendo uma malha de forma triangular da seção 2+10 a seção 10 com profundidade de 3 (três) metros sem ônus para o contratante.

5.2 - Escavações para o Sangradouro

Como o sangradouro está projetado na cota 99,00, entre as estacas 11+18,50 e 14+15,24, deve ser escavado até atingir a cota do projeto, existindo material de 1ª, 2ª, e 3ª cat. Inclusive no canal guia conforme indicação do projeto a partir da cota 99 na soleira e continuando no canal de desemboque com inclinação de 2,50%. Serão executadas de modo a atingir o comprimento e cotas indicadas no projeto. O processo a ser adotado na escavação depende da natureza do terreno, dimensão e volume a remover de modo que sejam atendidas as indicações destas.

Salientamos que as construções acima descritas só poderão ser iniciadas após a construção do maciço da barragem (cota 103), pois são necessários os espaços em ambos os lados para a execução do paredão e permitir a compactação determinada no projeto na seção da cota



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

99. (Início do sangradouro). Além do mais as vibrações dos equipamentos na ocasião da construção do paredão inviabilizariam a execução destas obras.

5.3 - Usam de Explosivos

As escavações a fogo, se necessário, que podem ser possível no sangradouro, e que devem ser com fogo brando apenas para facilitar a extração do material não deverão ultrapassar os limites estabelecidos nem comprometer a rocha além da linha de escavação.

Durante o período de uso de explosivos, deverão ser tomadas precauções especiais no sentido de evitar acidentes.

Após cada detonação deverá ser certificada a existência de explosivos nos furos eventualmente remanescentes.

Cada preparo de carga de tiro só deverá ser feita depois de completada a limpeza do trecho anteriormente escavado.

O Empreiteiro é responsável pela compra, transporte, manuseio dos explosivos e por quaisquer danos causados as pessoas ou propriedades, eventualmente atingidas em possíveis acidentes.

Deverão ser atendidas todas as disposições da legislação vigente quanto à compra e armazenamento dos explosivos e seus acessórios, e também as recomendações das normas da **ABNT**

5.4 - Tipos de Escavação

De acordo com o tipo de material a ser escavado serão considerados os seguintes tipos de escavação:

1 a. Categoria: terra em geral, piçarra com argila, rocha com adiantado estado de decomposição, seixo rolado ou não com diâmetro máximo inferior a 15 cm, e que possam ser extraídos com ferramentas manuais ou equipamentos de terraplanagem.

2 a. Categoria: rocha com resistência a penetração mecânica inferior à do granito, blocos de pedra com volume inferior a 1 m³, cuja extração se processe com emprego de trator com "ripper" ou, máquinas de terraplanagem e ferramentas manuais.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

3 a. Categoria: rocha com resistência a penetração mecânica igual ou superior a do granito, blocos de rocha com volume igual ou superior a 1 m³, cuja extração e redução se processem com emprego de explosivos. Nesta obra só será admitido o uso de explosivos (assim mesmo com fogo brando) no canal guia sangradouro, tomando-se os cuidados de não afetar as rochas de fundação.

Na planilha orçamentária não foi computado o preço do bota fora do material de 3ª categoria depois de escavado, pois o mesmo será usado na construção da barragem e a pedra rachão já está com seu preço determinado.

6 – SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM E CONEXOS

6.1 - Explorações das Jazidas de Terra

A limpeza será feita parceladamente, sem antecipar de muito o início das operações de escavação, mas em tempo hábil para permitir sua rega ou secamente, conforme necessário. Compreender desmatamento e remoção da camada superficial e todos os materiais indesejáveis para as áreas de bota-fora aprovadas pela Fiscalização.

A limpeza de cada área de empréstimo deve ser submetida à aprovação da Fiscalização antes de se iniciar sua exploração.

Devido às pequenas profundidades (0,50m em média) que se apresentam os diversos tipos de solos nas jazidas é necessário que as escavações sejam executadas com trator de esteira, pois o Bull doze oferece condições de observar os limites entre os diversos tipos de solos. Além do mais as misturas dos dois tipos de matérias na jazida 01, serão escavados com trator de esteira, pois é mais adequado para a homogeneização, dos mesmos, para em seguida serem aplicados na barragem.

Os solos a serem escavados nos empréstimos terrosos, deverão ter suas umidades enquadras em faixas de tolerância a serem fixadas pela Fiscalização antes de sua escavação para o transporte.

As faixas de tolerância serão estabelecidas de tal forma que os materiais chegados na barragem não exijam para se atingira umidade média de compactação, acréscimos ou decréscimos de umidade superiores a 2 %.

Necessário considerar, para fixação dos limites dessas faixas, o fato de que os materiais nas operações de escavação, transporte e compactação poderão perder cerca de 1 % a 2



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

% de umidade no período diurno e 0,5 % a 1 % no noturno, dependendo de fatores locais diversos.

Os limites da faixa de tolerância serão:

Período diurno:

2 % abaixo e 1,5 % acima da umidade ótima.

Período noturno:

2 % abaixo e 1 % acima da umidade ótima.

Os materiais que não se enquadrarem nestas faixas de tolerância deverão sofrer tratamento nos empréstimos, de acordo com a orientação da Fiscalização.

Concluída exploração dos empréstimos, as suas áreas deverão ser regularizadas, de modo não prejudicar a estética local.

6.2 - Preparam das Fundações

Após a remoção dos materiais indesejáveis, o terreno será compactado, para então receber a primeira camada de material de aterro. A compactação deverá ser efetuada com rolo pé-de-carneiro ou sapos pneumáticos, em função das condições locais e a critério da Fiscalização.

Qualquer ponto do terreno de apoio deve ter resistência superior do macio compactado da barragem no trecho correspondente, bem como também deverá ser assegurada perfeita ligação entre a fundação e a barragem, sem planos preferenciais de percolação.

Quaisquer cavidades ou irregularidades na superfície que possam prejudicar a boa compactação na primeira camada de terra, ou causar pontos inacessíveis ao equipamento de compactação, deverão ser preenchidas por concreto ou argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

Nas áreas onde o terreno de apoio se apresenta ressecado, a superfície deverá ser escarificada até a profundidade alcançada pelas fissuras de contração devidas ao ressecamento e serão umedecidas antes da compactação. Tais tratamentos não devem anteceder, de muito, o início do lançamento de aterros sobrejacentes para a constituição do maciço compactado.

Caso apareçam rochas ou elementos fraturados com possibilidade de sofrer deslocamentos, os critérios de trabalho deverão seguir orientação da Fiscalização.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

O enchimento das fundações será toda preenchida com solos tipo CL provenientes das jazidas J5, J6M1 e J9, assim como o paredão, lado de montante, limitado pelo filtro vertical até a cota 96, ainda do lado montante limitado com o filtro vertical da cota 96 à cota 99 será utilizado os materiais das jazidas J1M1 e J1M2 acima descritos, previamente misturados (homogeneizados). O restante da barragem será preenchida usando inicialmente o material das jazidas J2M1, J2M2, J3, J6M2, J7 e J8. Na parte superior a partir da cota 99, utilizar os solos das jazidas J4M1 e J4M2, com a ressalva que parte desse material poderá ser utilizada no lado jusante.

Será exigido ensaios nos solos misturados (homogeneizados) das jazidas J1M1 e J1M2 na proporção de 50% , a cada 100m³ para confronto com os resultados dos ensaios especificados no projeto.

Para enchimento da fundação os solos serão homogeneizados e umedecidos com umidade ótima conforme os ensaios especificados, fora da mesma (na jazidas) sendo transportado para serem espalhados e compactados. Em locais que por ventura a formação inferior da fundação não seja adequado a compactação com rolo compactador vibratório deve ser usado compactador manual e sapo mecânico, conforme solicitação da fiscalização. As rochas devem ser previamente umedecidas sem criar bolsões de água o que prejudicaria a umidade do material. Isso garante a aderência do solo no material rochosos.

Caso se atinja a cota estipulada no projeto da escavação da fundação e apareça existência de fissuras comprometedoras da estanqueidade , a fiscalização poderá optar por tratamento profundo com injeção de cimento sem ônus para PMSI. Conforme já descrito no memorial do projeto.

6.3 - Compactações de Aterros

Antes do lançamento de cada camada, a superfície de cada camada anterior será provada pela Fiscalização. Quando uma camada ficar exposta após sua compactação, deverá ser examinada pela Fiscalização, a qual exigirá o tratamento que for necessário.

As superfícies lisas da camada já compactada deverão ser escarificadas antes da camada seguinte ser lançada, aplicando-se sulcos na direção do eixo do maciço com profundidade e espaçamento na ordem de 5 cm e 50 cm, respectivamente.

Serão adotadas, em princípio, as espessuras de camadas de 30 cm para compactação com rolo pé-de-carneiro, espessura esta medida a partir da superfície compactada.

As camadas iniciais serão lançadas de modo a preencher adequadamente as depressões existentes, até estabelecer-se uma superfície uniforme com inclinação máxima a critério da Fiscalização.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Em áreas restritas, em que a compactação dever ser manualmente, a espessura da camada não dever exceder aos 8 cm após a compactação.

Na iminência de chuvas e antes de períodos prolongados de interrupção dos trabalhos. Toda área lançada e não compactada deverá ser selada de forma a diminuir a infiltração e possibilitar o escoamento das águas.

O material exposto deverá se apresentar compactado e úmido, sem trincas ou fissuras decorrentes de secagem e contração.

As superfícies de contato serão completamente umedecidas com uma suave aspersão, escarificadas e preparadas para a construção.

O material deve ser preparado com um teor de umidade aproximadamente 1 a 2 % (um a dois por cento) mais alto que o médio especificado para a construção.

A aspersão do aterro será feita por meio de caminhões pipas equipados com barras aspersoras que permitam a aplicação uniforme d' água sobre a área a ser regada.

As pequenas correções de umidade serão realizadas por sacarificações com grade de disco, aspersão por caminhões pipas e mistura do material até que o seu teor de umidade seja uniforme e atenda aos limites destas Especificações.

A Empreiteira manterá durante a execução do aterro todas as superfícies de construção temporárias dentro dos limites de teor de umidades especificados para compactação até que seja feito o lançamento da camada subsequente.

As áreas que apresentarem teor de umidade elevado serão arejadas por meio de grade de disco, arados ou grade de dentes e reconectadas dentro dos limites especificados.

As áreas que apresentarem teor de umidade baixo serão retrabalhadas e recompactadas conforme descrição anterior.

Poderão ser necessárias aspersões de água para compensar as perdas por evaporação.

A compactação de camada só deverá ser processada se a sua umidade média se enquadrar na faixa de tolerância estabelecida pela Fiscalização.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Os serviços de compactação deverão ser realizados de modo sistemático, ordenado e contínuo. Será executado com rolos pé-de-carneiro, que sejam suficientemente pesados para exercerem no solo, pressão mínima de 20 kg/cm².

Os rolos pé-de-carneiro deverão ter pesos totais superior a 10 toneladas. Deverá ser empregado rolo pé-de-carneiro dotado de equipamentos vibratórios ou de impacto.

A verificação da qualidade do aterro compactado será feita pela Fiscalização mediante ensaios de verificação da percentagem de compactação em relação ao Tutor Normal e do desvio de umidade em relação à umidade ótima.

A frequência dos ensaios de compactação ficará a critério da Fiscalização, levando-se em consideração o andamento dos trabalhos. Em princípio, recomenda-se a execução de um ensaio para cada 500 m³ de aterro compactado e por 100 m³ nas zonas especiais de descontinuidade.

A percentagem de compactação média a se obter será de 100% e a uniformidade será aferida pelo desvio padrão da percentagem da compactação que não deverá ser superior a 2 %. Em nenhum caso será aceita percentagem de compactação inferior a 98%, de vendo-se recompactar a camada que não satisfaça a esta condição.

Os rolos compactadores deverão passar sempre em direção paralela ao eixo da barragem, completando igual número de passadas sobre cada faixa lançada. A velocidade de movimento não deve ser superior a 4 km/h, ou seja, uma velocidade que permita o acompanhamento pelo Fiscal, caminhando ao lado. Só será considerada área compactada tão somente a que é coberta pelo rolo em sua translação em linha reta.

A espessura da camada fofa antes da compactação, o teor de umidade a usar, o número de passadas do rolo, assim como suas condições de trabalho serão determinadas pela Fiscalização em aterro experimental, a ser executado no início da construção dos maciços.

Na execução do aterro experimental deverão ser seguidas as seguintes indicações:

Será escolhida uma área, cuidadosamente demarcada em local próximo do maciço ou da jazida ou sobre o próprio maciço com dimensões estabelecidas de acordo com a Fiscalização.

Serão compactadas duas ou três camadas com teor de umidade 3 ou 4 % inferior ao ótimo determinado em laboratório, mantendo-se constante a espessura das camadas, o piso dos rolos e o número de passadas.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

A umidade será controlada durante o espalhamento do material.

Após a compactação das duas ou três camadas serão executados os ensaios de Hilf e será efetuada a determinação da massa específica aparente no campo, a razão de um grupo de ensaios para cada 200 m² de área de aterro. O material retirado para determinação do peso específico será usado no ensaio de compactação a fim de determinar o seu grau.

A espessura da camada espalhada será determinada de tal modo que após a passagem, do rolo compressor, fique reduzida a uma espessura de 15 cm ou a outra compatível com o tipo de solo e do equipamento de compactação adotado.

Repetir os ensaios acima com outras duas ou três camadas com teor de umidade ligeiramente mais alta (1 a 2 %) que a anteriormente usada mantendo-se, o mesmo rolo, a mesma espessura de camada e o mesmo número de passagens.

No caso de ocorrer acréscimo, compactam-se mais duas ou três camadas adotando-se um teor de umidade 1 a 2 % mais alto; caso contrário adota-se 1 a 2 % inferior as duas primeiras camadas.

Obtém-se uma curva de compactação do rolo, a qual será comparada com a curva de compactação obtida em laboratório. No caso de comparação das curvas indicarem excesso ou falta de esforço compactaste, sendo repetidas as operações de aterro experimental, alterando-se o número de passagem do rolo ou preferivelmente seu lastro, até que se chegue à condição de trabalho mais econômica, capazes de conferir ao material o grau de compactação exigido.

6.4 - Construções das Obras de Proteção de Aterros Compactados

6.4.1 - Sistema de Drenagem Interna

O sistema de drenagem interna do aterro compactado será constituído por filtro vertical, horizontal e enrocamento no pé do talude de jusante (rock-fill).

a) Tapete Drenante

O tapete drenante será constituído de uma camada de areia com 0,70m de espessura, a ser construído em camadas de 0,35m quando soltas.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

As depressões e irregularidades do terreno serão preenchidas com a mesma areia do tapete e adensadas com placas vibratórias, saturadas, em camadas de 30 cm.

O tapete drenante será lançado e compactado por equipamento pesado, movendo-se em alta velocidade, paralelamente ao eixo longitudinal da barragem em duas camadas de 35 cm, medida após a compactação. O número de passadas deverá ser determinado pela Fiscalização após a realização de ensaios.

b) Filtro vertical

O filtro vertical terá a mesma granulométrica do tapete drenante, e será executado com 0,70m de espessura até a cota 99,00. Sua execução será através de aberturas na posição indicada quando a altura do paredão for alcançando cada metro, e a areia de enchimento deve ser molhada e compactada.

c) Enrocamento de Pé

O enrocamento de pé do talude de jusante deverá ser executado com pedras jogadas, de boa qualidade, resistentes a abrasão e às intempéries.

As pedras deverão ter diâmetro máximo de 0,50m, sendo bem graduadas variando até um diâmetro mínimo de 0,10 m. As pedras com diâmetro menor que 0,10 m só serão usadas em quantidades necessárias para o preenchimento dos vazios existentes.

Não serão admitidos blocos em forma de laje, para evitar o efeito ponte dentro do enrocamento.

Entre o enrocamento e o maciço deverá ser executada uma zona filtrante constituída de camadas de areia e brita.

A camada filtrante será constituída por uma camada de areia com granulométrica para filtro e a camada de brita com granulométrica variável. As espessuras das camadas de brita e areia deverão obedecer às dimensões de projeto.

O espalhamento poderá ser feito por diversos processos entre os quais, trator de lâmina. O Empreiteiro deverá segregar os fragmentos maiores para a face externa do enrocamento, o que poderá ser obtido através de um trator de lâmina convencional, ou um ancinho, com um espaçamento de 30 cm entre cada dois dentes.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

O enrocamento deverá ser colocado em camadas aproximadamente horizontais, não excedentes a 60 cm de espessura. Os fragmentos de rocha não deverão ser colocados manualmente, mas sim jogados e grosseiramente nivelados e arrumados de tal maneira a manter uma superfície razoavelmente uniforme.

Devem ser evitados grandes espaços vazios, porém para assegurar uma livre drenagem, as quantidades de rocha ou de materiais finos (brita), não devem ser introduzidas além daquelas necessárias para preencher os vazios maiores.

6.4.2 - Proteção do Talude de Montante

Para a proteção do talude de montante foi previsto um "Rip-Rap", conforme mostrado nos desenhos. Este revestimento deverá acompanhar o processo de construção do maciço, sendo feito por etapas.

O "Rip-Rap" será constituído de blocos de pedra jogada, a fim de oferecer uma maior rugosidade superficial, reduzindo a ação das águas, com diâmetro máximo igual a 0,30 m, sendo que 50 % das pedras seja no mínimo com diâmetro de aproximadamente 0,30 m. A Fiscalização poder exigir, em alguns casos, revestimento de pedra arrumada, para preencher alguns vazios deixados pelas pedras jogadas.

Apura deverá ser proveniente de pedreira selecionada, ser dura e densa, e resistir bem influência dos fatores climáticos.

A forma das pedras deve ser angulosa, evitando bloco sem forma de laje. O material com dimensão menor que 0,10 m, em diâmetro, deveremos ser usado somente em quantidade necessária para o preenchimento dos vazios.

O "Rip-Rap" deverá ser lançado sobre uma zona filtrante, cuja espessura ser de 0,30 m.

O material a ser usado deve ser formado de areia bem graduada, atendendo aos critérios de filtro.

Serão permitidos 5 % de finos, entendendo-se por finos, o material que passa pela peneira 200 (Série Tyler).

A colocação dessa transição deverá acompanhar a subida do aterro de forma a evitar a erosão do talude de terra pelas águas de chuva.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

6.4.3 - Proteção do Talude de Jusante

A proteção do talude de jusante foi prevista através de um sistema de plantação de grama e canaletas de drenagem pluvial, com dimensões e forma indicadas no projeto, conforme desenhos.

A plantação da grama deverá ser executada sobre uma camada de terra vegetal com cerca de 10 cm de espessura e sua qualidade aprovada pela Fiscalização, a fim de evitar o aparecimento de qualquer vegetação parasitária nociva ao efeito protetor. Deverão ser tomados cuidados especiais, tais como rega sistemática, para evitar a erosão do talude.

A superfície que servir de base à plantação da gramínea, deverá ser uniforme e livre de irregularidades, a fim de evitar um caminho preferencial das águas pluviais.

As canaletas, segundo as dimensões e inclinações indicadas em projeto, serão em concreto e deverão ter uma superfície lisa.

6.4.4 - Proteção do Coroamento

O coroamento deverá ser revestido por uma camada de material **GC** de 0,30 m de espessura e apresentando declividade (1 %) do eixo para montante e jusante, a fim de facilitar o escoamento das águas de chuva. Onde ser aplicada uma camada de asfalto com tratamento superficial triplo. Na laje do sangradouro deve previamente aplicar uma camada de pré-misturada frio com 0,15m no centro e inclinando para as laterais fim de permitir à inclinação necessária a drenagem.

Deverão ser colocados meios-fios de acordo com detalhes apresentados nos desenhos. Assim como as sarjetas para drenagem do coroamento, ver detalhes prancha 04/06 e 05/06

7 - TOMADA D' ÁGUA E DESCARREGADOR DE FUNDO

7.1 - Generalidades

A obra de descarga da barragem, que se constitui na tomada d' água, formada por um tubo de ferro fundido ou dúctil com espessura igual a 9,9 mm, com diâmetro de



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

200 mm, envolvido por uma estrutura de concreto estrutural apoiada sobre um embasamento de concreto ciclópico. A cada (06) seis metros nas junções dos tubos serão executados anéis de concreto armado, ver detalhes prancha 04/06.

Descarregado de fundo é formado por um tubo de ferro fundido ou dúctil com espessura igual a 9,9 mm, com diâmetro de 500 mm, envolvido por uma estrutura de concreto estrutural apoiada sobre um embasamento de concreto ciclópico. A cada (06) seis metros nas junções dos tubos serão executados anéis de concreto armado, ver detalhes prancha 04/06.

O controle da descarga será executado por intermédio de registros de gaveta localizado na jusante da barragem.

Os detalhes do projeto da tomada d' água descarregado de fundo estão apresentados nos desenhos.

7.2 - Escavações e Preparo das Fundações

As escavações da vala deverão ser feitas no local indicado no projeto, até atingir terreno de resistência adequada às cargas que serão impostas pela estrutura da galeria.

As superfícies laterais da vala deverão ser conformadas com taludes estáveis nos trechos onde ocorram materiais arenosos ou argila e verticais em outros trechos com outros tipos de solos.

Durante os trabalhos de escavação e concretagem o nível de água na vala deverá ser mantido rebaixado. Os processos de rebaixamento ficarão a critério da Fiscalização.

A superfície do fundo da vala deve ser limpa antes do lançamento da primeira camada de concreto ciclópico.

7.3 - Compactação

O fundo da vala escavada em terreno argiloso deverá ser compactado, para então receber a estrutura da galeria. A compactação deverá ser efetuada com sapos pneumáticos, em função das condições locais e a critério da Fiscalização.

Próximo, à estrutura da galeria, a compactação de material sílico-argiloso deverá ser feita de modo especial, de acordo com as Especificações para a barragem de terra.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

7.4 - Embasamentos de Concreto Ciclópico

A estrutura da tomada d' água e descarregador de fundo serão apoiadas diretamente sobre um embasamento de concreto ciclópico.

O concreto será feito admitindo o emprego de um máximo de 30 % (em volume) de pedra demão, sãs, de diâmetro máximo de 0,30 me com um fator água/cimento mínimo possível compatível com a trabalhabilidade necessária para permitir a inclusão da pedra de mão. Ter uma resistência ruptura mínima de 100 kg/cm² ao fim de sete (7) dias.

O traço deverá ser fornecido pela Empreiteira e ficará a critério da Fiscalização sua aprovação ou alteração.

Os ensaios de controle compreenderão de comprovações usuais de aceitabilidade da areia e da água, e as determinações de umidade da areia para o uso de fixação do fator água/cimento.

O amassamento do concreto será feito de acordo com a prescrição do Art. 64 da NB-1. Os materiais serão completamente misturados e secos antes da introdução da água.

O lançamento do concreto será feito em camadas horizontais de espessura máxima da ordem de 0,50 m, sendo observadas as prescrições do Art. 66 da NB-1. Imediatamente após esta operação, o concreto será adensado por meio de vibradores de imersão, elétricos ou pneumáticos, de alta rotação e de diâmetro adequado.

As superfícies de concreto ciclópico expostas em condições que acarreta escamento excessivamente rápido, devem ser mantidas permanentemente úmidas por rega periódica o tanto quanto possível até nova concretagem.

Quando a concretagem tiver que ser interrompida, a superfície deverá ser deixada rugosa e irregular, e preferivelmente com pontas de ferro cravadas para a melhoria da ligação do concreto endurecido com o novo a ser lançado, removendo-se a nata e feita à limpeza da superfície por meio de escova de aço ou de jatos de água. A seguir a superfície será recoberta com calda grossa de cimento, e, imediatamente após, ser lançado o novo concreto.

7.5 - Concretos Estruturais da Galeria

A tubulação será envolvida por uma camada de concreto estrutural conforme desenhos. As Especificações são as constantes do item Estruturas de Concreto.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

7.6 - Dispositivos de controle da Tomada D' Água e do Descarregador de Fundo

7.6.1 - Indicações Gerais

Estas abrangem o fornecimento e instalação do equipamento sindicados nos desenhos do projeto, que se compõem de tubulações, aparelhos de manobra, grade de proteção e acessórios.

7.6.2 - Condições de Trabalho

O Empreiteiro tem a liberdade de apresenta variante das soluções estudadas, devidamente justificadas, que resultem em maior eficiência, economia e facilidades construtivas, para a devida aprovação da Fiscalização.

7.6.3 - Memorial de Cálculo

O fabricante deverá fornecer a Empreiteira para exame e aprovação pela Fiscalização, memórias de cálculo para todos os componentes básicos projetados, contendo os métodos e as normas técnicas aplicadas. A memória de cálculo e os desenhos deverão ser apresentados em 5 (cinco) vias.

A Fiscalização devolverá uma via com um dos seguintes comentários: aprovado, aprovado exceto onde indicado ou não aprovado.

A aprovação não eximira responsabilidade da Empreiteira, quanto ao atendimento s Especificações e demais obrigações contratuais.

Os atrasos no fornecimento dos equipamentos serão de responsabilidade da Empreiteira.

Para os conjuntos e peças submersíveis, deverão ser levados em conta, também os empuxos hidráulicos.

7.6.4 - Normas

O projeto dos equipamentos que consta desta Especificação será elaborado de acordo com as últimas revisões das seguintes Normas:

- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

- Deutsch Industries Norman - DIN
- American Society Testing of Materials - ASTM.

7.6.5 - Materiais

Todos os materiais que serão usados deverão ser novos, livres de imperfeições de qualquer espécie e obedecidos às prescrições das normas brasileiras e as cláusulas da ASTM.

7.7 - Características dos Equipamentos

7.7.1 - Tubulação

A tomada d'água constituída por tubo de ferro fundido ou dúctil, de espessura igual a 9,9 mm e diâmetro de 200 mm.

A tomada d'água constituída por tubo de ferro fundido ou dúctil, de espessura igual a 9,9 mm e diâmetro de 500 mm.

As cotas da boca de montante, jusante e o comprimento devem ser conforme desenhos.

7.7.2 - Grade de Proteção

7.7.2.1 Tomada água

Na entrada na tubulação deverá ser instalada uma grade de proteção, de 1,80 m por 1,45 m, construída com barras de aço de seção circular de 18,8 mm de diâmetro. Com malha espessada de 50 mm (vão livres).

7.7.2.2 Descarregador de fundo

Na entrada na tubulação deverá ser instalada uma grade de proteção, de 1,80 m por 1,30 m, construída com barras de aço de seção circular de 25 mm de diâmetro. Com malha espessada de 50 mm (vão livres).

A grade dever ser construída para resistir, com toda segurança aos esforços de um entupimento total.

7.7.3 - Registros



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Na extremidade de jusante da tubulação da tomada d'água deverão ser instalados dois (2) registros de gaveta com diâmetro nominal de 200 mm. As operações dos mesmos deverão ser manuais.

Na extremidade de jusante da tubulação do descarregador de fundo deverão ser instalados dois (2) registros de gaveta com diâmetro nominal de 500 mm. As operações dos mesmos deverão ser manuais.

7.7.4 - Pintura

Todas as superfícies metálicas deverão ser pintadas, excetuando-se as superfícies usinadas, as que ficarão embutidas no concreto e as resistentes a corrosão.

Antes da pintura, todas as superfícies deverão estar isentas de graxa, "óleo, poeira, ferrugem e umidade".

Todas as peças metálicas expostas ou que terão contato com a água deverão ser pintadas com tinta especial apropriada (neutrol, manta acrílica impermeabilizante etc.) em número conveniente de demão. Antes, porém deve ser aplicada tinta anti-ferrugem.

8 - ESTRUTURAS DE CONCRETO

8.1 - Execuções da Estrutura de Concreto

Este item refere-se às Especificações e procedimentos gerais a serem adotados na execução dos serviços em concreto.

Poderão ser empregados os seguintes tipos de concreto:

-**Concreto Magro** definido como sendo um concreto cujo consumo mínimo de cimento deverá ser de 180 kg/m³. Sua aplicação está prevista na regularização do fundo das valas da tomada d'água e no sangradouro.

- **Concreto Simples** definido como sendo um concreto cujo consumo mínimo de cimento deverá ser de 220 kg/m³.

-**Concreto Ciclópico** definido como sendo um concreto cujo consumo mínimo de cimento deverá ser de 220 kg/m³, cuja composição deverá ser de 70 % de concreto e 30 % preenchido com pedra de mão por unidade de volume. As pedras deverão ficar totalmente envolvidas pelo concreto simples. Sua aplicação está prevista para a execução da base da tomada d'água,



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

- **Concreto Estrutural** definido como sendo um concreto cujo consumo mínimo de cimento deverá ser de 300 kg/m³. Sua aplicação está prevista para a execução do envoltório da tubulação da tomada d'água.

- **Concreto Armado** definido como sendo um concreto estrutural, ao qual são adicionadas armaduras de aço previamente calculadas e dimensionadas para suportar esforços mecânicos solicitantes que não possam ser suportados pelo concreto estrutural não armado. Sua aplicação está sendo prevista na execução dos anéis do envoltório da tomada d'água..

8.2 - Materiais

Os materiais deverão obedecer s seguintes exigências:

- **Cimento Portland** deverá atender s indicações da EB-1, serão de fabricação recente e vir acondicionados em sacos de 50 kg.

Não será admitido o uso de baldes ou vasilhames na medição de cimento. Independentes de ensaios são rejeitados os sacos que se apresentarem empedrados.

Poderão ser solicitados ensaios de cimento previsto pela ABNT, toda vez que se julgar necessário.

- **Areia**, deverá obedecer s prescrições da EB-4.

- **Brita**, deverá provir de rocha sã, não apresentar forma lamelar e atender ao fixado na EB-4.

- **Água**, a ser empregada deverá estar de acordo com os itens 84 e 85 da NB-1.

- **Pedra de Mão**, deverá provir de rocha sã, ser dura, compacta, sem fendas, isentam de crostas, resistentes ao desgaste, ao choque e ao esmagamento, não podendo possuir diâmetro superior a 25 cm.

8.3 - Dosagem

Será empregada a dosagem racional em obediência ao Art. 90da NB-1, sendo obrigatório o controle da resistência compressão do concreto, para as obras que a critério da Fiscalização, considerando a ordem de grandeza dos esforços solicitantes, o volume de concreto a ser executado assim o exigir.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

A dosagem empírica será permitida para as peças de pequeno vulto e baixos esforços solicitantes, obedecidos aos consumos mínimos anteriormente citados.

Deverá ainda ser obedecida a seguinte recomendação para a dosagem empírica:

- A tensão mínima de ruptura compressão dever ser suposta com $f_{ck} = 110 \text{ kg/cm}^2$.
- A quantidade d' água deverá ser compatível com a consistência necessária.

A porcentagem de agregados miúda no volume total do agregado, antes da mistura, ser fixada de modo a obter-se um concreto com consistência adequada ao seu emprego. Tal porcentagem dever ficar situada entre 30 a 50 %.

A determinação dos traços volumétricos a serem adotados fica a critério da Empreiteira com o seu uso após a aprovação da Fiscalização.

8.4 - Formas e Escoramentos

As formas serão utilizadas toda vez que se fizer necessário limitar o lançamento do concreto e moldá-lo aos perfis projetados.

Serão confeccionadas com tábuas de pinho, espessuras adequadas ao fim que se destinam.

Deverão se adaptar exatamente as dimensões das peças da estrutura projetadas e construídas de modo a não se deformarem sobre a abo das cargas e pressões internas do concreto fresco.

A construção das formas e do escoramento deve ser feita de modo a haver facilidade na retirada dos diversos elementos.

““““ As escoras deverão possuir diâmetro mínimo de 3” e s” poderão apresentar uma emenda, a qual deve ser feita a critério da Fiscalização.

Os escoramentos deverão ser contra ventados, se necessário for.

Antes do lançamento do concreto deverão ser vedadas as juntas das formas e feita à limpeza da parte interna. As formas deverão ser molhadas até a saturação e, para o escoamento das águas em excesso, deverão ser deixados furos convenientemente espaçados.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

As formas deverão ser retiradas sem choques e obedecer a um programa elaborado de acordo com o tipo de estrutura.

8.5 – Armaduras

Deverão obedecer a EB-3/67 e aos itens da NB-1.

Antes de serem introduzidas nas formas, as barras de ao deverão ser convenientemente limpas, não se admitindo oxidações que diminuam as respectivas se

Coes presenças de graxas, tintas, cimento, terra ou substâncias, que possam prejudicar as distâncias entre as barras e as faces internas das formas.

As barras serão amarradas com o auxílio de arme recozido no. 18 salvo indicações específicas do cálculo estrutural.

Nos casos em que a Fiscalização autorizar a substituição das bitolas, a conversão de diâmetros deverá ser procedida de acordo com as seções por barra.

Só será permitida a substituição do tipo do aço após a autorização da Fiscalização.

Não conveniente o uso simultâneo de aços de características diferentes para armar uma mesma peça.

A concretagem somente será liberada, após a conferência das formas e armaduras pela Fiscalização.

A armadura dever ficar protegida pelo concreto conforme os recobrimentos indicados pela NB-1.

8.6 - Transportes, Lançamento e Adensamento

A Fiscalização deverá ser avisada, em tempo hábil, de qualquer lançamento de concreto pela Empreiteira. Além disso, deverão ser observadas as seguintes recomendações:

-Não serão permitidos o lançamento e emprego de concreto remisturado.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

- Não será permitido o lançamento do concreto em um único ponto para depois espalhá-lo a grandes distâncias.

- Antes do lançamento do concreto deverão ser montadas todas as formas e armaduras, tomando-se os devidos cuidados para que não ocorram deslocamentos durante a fase de concretagem.

- A altura máxima permitida para o lançamento do concreto será de 2,00 m. Para os casos de peças com mais de 2,00 m, deverá se lançar através de janelas laterais ou a critério da Fiscalização o uso de calhas, revestidas internamente com zinco, com inclinações variando de 15 a 30 graus e comprimento máximo de 5,00 m.

Caso seja aventada a opção do lançamento através de bombeamento, cabe Fiscalização decidir ou não por este tipo de lançamento, bem como, indicar as peças a serem concretadas.

Para que se consiga uma boa densidade e se evite a formação de bolhas de ar na massa do concreto, este deverá ser adensado por vibração durante e logo após o

Seu lançamento. A vibração poderá ser feita através de vibradores elétricos ou pneumáticos, de forma ou imersão, cujo tamanho e tipo deverão ser escolhido em função das dimensões da peça a ser concreta e do método mais adequado de adensamento.

Deve-se vibrar o concreto até que se constate a presença de nata de cimento na superfície, sendo retirado nessa ocasião o vibrador e mudado a sua posição.

Quando adensamento for feito através de vibradores de imersão, deverão ser seguidas as seguintes recomendações:

- O concreto deverá ser vibrado em camadas de 30 a 40cm de espessura em 3/4 do comprimento da agulha do vibrador.

- A penetração e retirada da agulha devem ser feitas como vibrador em movimento.

O adensamento não poderá alterar a posição da ferragem e não ser permitido o lançamento de nova camada de concreto sem que anteriormente tenha sido tratada de acordo com as indicações deste item.

8.7 - Juntas de construção



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

As juntas de construção são aquelas previstas para facilitar a execução das estruturas, ou em paradas imprevistas na operação de lançamento de concreto. As superfícies das juntas de construção, antes de receberem uma nova camada de concreto, deverão ser limpas de impurezas por jatos d' água e posteriormente secadas com o uso de ar comprimido, ou outro processo aprovado pela Fiscalização.

A posição destas juntas deverá estar sujeita à aprovação da Fiscalização.

8.8 - Juntas de Dilatação

As juntas de dilatação são as previstas na estrutura para atender aos esforços oriundos da variação volumétrica das peças monolíticas de concreto, decorrentes dos efeitos da variação de temperatura externa ou retração do concreto.

Deverão ser rigorosamente obedecidos os locais e detalhes previstos no projeto para a execução dessas juntas, as quais serão executadas de tal modo que não haja ligação entre as superfícies adjacentes de concreto.

8.9 - Controles da Resistência compressão

O controle da resistência do concreto à compressão é obrigatório para os concretos dosados racionalmente, devendo ser feito de acordo com os métodos MB-2 e MB-3.

8.10- Ensaios

A tensão da ruptura, na qual se baseia o cálculo das peças em função da carga de ruptura do concreto à compressão, com 28 dias de idade, determinada em corpos de provas cilíndricos normais. A tensão mínima de ruptura do concreto à compressão, não deve ser nunca inferior a 110 kg/cm², devendo este mínimo ser elevado para 130 kg/cm² quando for empregada armadura CA-40 a CA-50 ou CA-60. Exceto na ponte do sangradouro que terá dosagem específica para construção da mesma.

Dever ser realizado um ensaio a cada 30 m³ de concreto e toda vez que houver mudança de traço ou materiais componentes do concreto.

Cada ensaio deverá constar da ruptura de pelo menos 4 corpos de prova, sendo 2, rompidos aos 7 dias e outros 2, aos 28 dias de idade.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

O critério da Fiscalização poderá ser efetuado ensaios não construtivos, tais como de esclerometria e provas de carga, quando os resultados dos corpos de prova forem inferiores s tensões admissíveis.

8.11- Cura

A superfície do concreto endurecido será protegida adequadamente contra a ação nociva do sol, da chuva, de águas em movimento, do vento, de agentes mecânicos e da secagem desde o lançamento até pelo menos 10 dias após.

A água usada na cura deverá ser doce e limpa, devendo a rega ser feita continuamente em toda a superfície.

As formas de madeira que permanecerem no local deverão também ser mantidas saturadas até o final da cura ou sua retirada, de modo a evitar a abertura de juntas e o consequente secamento do local do concreto.

A cura das superfícies das juntas da concretagem deve ser mantida até que nova camada seja colocada ou que se complete o tempo de cura exigido. As superfícies horizontais deverão ser mantidas úmidas através da cobertura com material, mantido saturado d' água (areia ou sacos de anagem), por rega direta ou permanente ou outro método de eficiência comprovada, desde que aceite pela Fiscalização.

9 - VERTEDOURO

9.1 - Escavações das Fundações

As escavações deverão ser executadas com taludamento adequado de forma a garantir a estabilidade do terreno.

A escavação deverá atingir as profundidades definidas no projeto, ou ultrapassar estas profundidades, a critério da Fiscalização, até encontrar rocha ou solo que atenda as características necessárias fundação do vertedouro, e que resista a erosão a jusante.

9.2 - Preparação das Fundações



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Depois de concluída a escavação, será feita o preparo das fundações, que constar da remoção de blocos, lascas de pedras e preenchimento das fendas com argamassa de cimento e areia no traço 1:4 em uma profundidade igual ou superior ao dobro da largura da fenda.

Após a aprovação do preparo das fundações pela Fiscalização será feita uma regularização da base com concreto magro.

9.3 - Alvenarias de Pedra

A alvenaria deverá ser executada com pedras limpas e sãs de tamanhos irregulares não se permitindo pedras de volume inferior a 0,15 m³ e cuja espessura seja menor que 15 cm, não sendo permitido o uso de pedras redondas, bem como o emprego de pedras miúdas para o enchimento. As pedras deverão ser cortadas a martelo segundo afeição apropriada.

Na ocasião do assentamento deverão ser molhadas e comprimidas até refluir à argamassa pelos lados e juntas, tomando posições sólidas e em seguida caladas com lascas de pedra dura, tornando o macio sem vazios ou interstícios.

Na composição do paramento é empregado as melhores pedras de maneira a evitar desigualdade pronunciada.

Argamassa usada será de cimento e areia no traço 1:3, sendo o cimento medido em peso e a areia em volume, em padiolas previamente aceitas pela Fiscalização. Seu preparo deverá ser mecânico.

Deverá ser usada areia quartzosa de diâmetro máximo 4,8 mm, isenta de substâncias nocivas, como torrões de argila, matéria orgânica, etc.

O cimento usado será do tipo Portland e deverá atender às indicações da EB-1, ser de fabricação recente e vir acondicionado em sacos de 50 kg.

9.4 - Chapisco e Reboco

A alvenaria será chapiscada nas partes externas e internas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3

A alvenaria será rebocada com uma chapa de argamassa de cimento e areia no traço 1:3.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Na extremidade de jusante da tubulação deverão ser instalados dois (02) registros de gaveta com diâmetro nominal de 200 mm. (na tomada d'água) e (02) de 500mm (no descarregador de fundo). As operações dos mesmos deverão ser manual.

9.5 Pavimentação

DNIT-ES

137-2010-Regularização do subleito

9.6 Revestimento primário obedece às normais de execução de aterro compactados já descrito nas especificações

9.7 Revestimento em asfalto (tratamento superficial triplo) deverá obedecer às normas específica para os menos

SANTANA DO IPANEMA – AL, Junho de 2019.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

ANEXO B – QUANTITATIVO, ORÇAMENTO E CRONOGRAMA FÍSICO- FINANCEIRO



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

ANEXO C – MEMÓRIA DE CÁLCULO



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

BARRAGEM JOÃO GOMES

MUNICÍPIO DE SANTANA DO IPANEMA - ALAGOAS

MEMÓRIA DE CÁLCULO

1 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL

$$H = 636 \text{ mm}$$

2 - RENDIMENTO PLUVIAL DA BACIA

$$P/H < 1000 \text{ mm}$$

$$R\% = \frac{H^2 - (400 \times H) + 230.000}{55.000}, \text{ onde:}$$

$$R\% = \text{rendimento pluvial da bacia} = 6,91 = 0,0691$$

$$H = \text{precipitação média anual} = 636 \text{ mm}$$

3 - CÁLCULO DO VOLUME AFLUENTE ANUAL

$$V_a = R\% \times U \times A, \text{ onde:}$$

$$V_a = \text{volume anual afluyente} = 3.482.640,00 \text{ m}^3$$

$$R\% = \text{rendimento pluvial da bacia} = 0,0691$$

$$U = \text{coeficiente de correção} = 1,2 \text{ (bacia do tipo bem acidentada, sem depressão evaporativa), tipo II, na classificação de Ryves.}$$

$$A = \text{área da bacia hidrográfica} = 42.000.000,00 \text{ m}^2.$$

4 – CÁLCULO DA CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO

Seguindo orientação técnica, foi escolhida a cota **99,00** para a soleira do sangradouro, que conforme o Gráfico **COTA X ÁREA X VOLUME** apresentado nos desenhos, permite uma acumulação de um volume d' água de **2.230.459,28 m³**, inundando uma área de **567.981,66 m²** e uma profundidade de **14,63 m**.

5 - CÁLCULO DA DESCARGA MÁXIMA SECULAR

$$Q_s = \frac{1150 \cdot A}{(LC)^{1/2} (120 + KLC)}, \text{ onde:}$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Q_s = descarga máxima secular = **136,19m/s**.

A = área da bacia hidrográfica = **42,00 Km²**

L = linha de fundo = **9,00 km**

K = **0,15** e C = **0,95** (coeficientes dependentes do tipo da bacia, no caso, bacia tipo bem acidentada, sem depressão evaporativa).

6 - DETERMINAÇÃO DA COTA DO COROAMENTO

a) Cálculo da Lâmina Máxima de Sangria:

$$L = \frac{Q_s}{1,77 H^{2/3}}$$

Adotando uma lamina máxima de sangria de 2,50m

H = 2,50m

Q_s = descarga máxima secular = **136,19m³/s**

L = largura do sangradouro = 42,00 m

Logo:

$$L = \frac{136,19}{1,77 \times 2,50^{2/3}}$$

$$L = \mathbf{42,00m}$$

b) Cálculo da Folga:

$$f = 0,75 h + \frac{v^2}{2g}, \text{ onde:}$$

$$h = 0,75 + 0,34 \cdot F^{1/2} - 0,26 \cdot F^{1/4} \quad (p/ F < 18 \text{ km})$$

F = fetch = **2,9km** (Maior comprimento que pode ser obtido, ligando-se em linha reta o eixo da barragem ao contorno da curva de nível correspondente à cota máxima de sangria).



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Então:

Altura das Ondas:

$$h = 0,75 + 0,34 (2,9)^{1/2} - 0,26 \cdot (2,9)^{1/4}$$

$$h = \mathbf{1,00 \text{ m.}}$$

Velocidade das Ondas:

$$V = 1,5 + 2 h$$

$$V = 1,5 + 2 \times 1,00$$

$$V = \mathbf{3,50 \text{ m/s.}}$$

Logo:

$$f = 0,75 \times 1,00 + \frac{(3,50)^2}{2 \times 9,81}$$

$$f = \mathbf{1,38 \text{ m.}}$$

Adota-se 1,40m

c) Cálculo da Revanche:

$$R = H + f$$

$$R = 2,50 + 1,40 = 3,90$$

$$\text{Adota-se } R = \mathbf{4,00m.}$$

d) Cota da Soleira do Sangradouro:

$$C_s = \mathbf{99,00}$$

e) Cota do Coroamento:

$$C_c = C_s + R$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

$$Cc = 99,00 + 4,00$$

$$Cc = \mathbf{103,00}.$$

RESUMO:

- Cota da Soleira do Sangradouro: **99,00**
- Cota da Lâmina Máxima: $99,00 + 2,50 = \mathbf{101,50}$
- Cota do Coroamento da Barragem: **103,00**.

7 - CÁLCULO DA ALTURA DA BARRAGEM

$$H = Cc - Ct, \text{ onde:}$$

$$Cc = \text{cota do coroamento} = 103,00$$

$$Ct = \text{cota do talvegue} = 84,35$$

Logo:

$$H = 103,00 - 84,35$$

$$H = \mathbf{18,65 \text{ m.}}$$

8 - CÁLCULO DA LARGURA DO COROAMENTO

Fórmula de Preece

$$B = 1,1 H^{1/2} + 0,9 \quad \text{Onde:}$$

$$H = \text{altura máxima da barragem} = \mathbf{18,65 \text{ m}}$$

Então:

$$B = 1,1 \times (18,65)^{1/2} + 0,9$$

$$B = \mathbf{5,65 \text{ m.}}$$

Adota-se para o projeto a largura de 8,00m por se tratar de continuidade de uma rodovia



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

9 - TALUDES ADOTADOS

Os taludes foram adotados com base em tabela fornecida pelo “**Bureau of Reclamation**” do “**United States Department of the Interior**” e publicada na página 265, da segunda edição do livro “**DESIGN OF SMALL DAMS**”, do mesmo órgão, onde se obtém as inclinações dos taludes em função do tipo de solo, no nosso caso o material do tipo “**CL**”.

FOI ADATADO :

Para o paredão , $H=18,65$ m:

a) Montante: **3,0 : 1,0 (H : V)**

b) Jusante: **2,5 : 1,0 (H : V).**

10 - CÁLCULO DO ROCK-FILL

Altura Recomendada: $1/3$ a $1/4$ de H máx d'água

Onde:

$$H \text{ máx} = 99,00 - 84,35 = 14,65 \text{ m}$$

$$\frac{14,65}{3} = 4,88 \text{ m} \quad \text{e} \quad \frac{14,65}{4} = 3,66 \text{ m}$$

O Rock-Fill será executado até da cota 89 com altura máxima de **4,65 m** nas seções estaca (4+10a7+10) nas outras seções (05 06,07). Ver detalhes prancha 03/06.

11 - DETERMINAÇÃO DA LINHA FREÁTICA

Dados: $K_{im} = 9K_v$ (Anisotrópica)

A linha freática foi determinada pelo processo de **CASAGRANDE**, utilizando-se o método gráfico da parábola de **Kozeny**.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Para o traçado da rede de fluxo tomou-se a relação **Kim = 9Kv**, para compensar o efeito da laminação do aterro, que torna a permeabilidade horizontal bem maior que a vertical. É essencial que durante a construção, sejam excluídos todos os fatores que possam contribuir para as condições locais de permeabilidade preferencial. Traçado da linha freática pelo processo de **CASAGRANDE/ Kozeny** ver desenho o em anexo prancha 03/06.

11.1 - CÁLCULO DO TAPETE DRENANTE

a) Vazão através do Maciço:

Quem = K . Yo, onde:

K = Coeficiente de permeabilidade do material do maciço

Yo = Distância do foco a diretriz da parábola de Kozeny.

Então:

$$K = 10^{-6} \text{ cm/s} \quad \text{ou} \quad 10^{-8} \text{ m/s}$$

$$Y_o = 5,20 \text{ m}$$

Logo:

$$Q_m = 10^{-8} \times 5,20$$

$$Q_m = 5,20 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}.$$

b) Vazão através da Fundação:

$$Q_f = K_f \frac{H}{(L + 2C)} \cdot (P - C), \text{ onde:}$$

$$Q_f = \text{vazão pela fundação} = 2,7 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} \quad -6$$

$$K_f = \text{coeficiente de permeabilidade do material do solo residual de gnaiss} = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$H = \text{carga hidráulica} = 14,65 \text{ m}$$

$$L = \text{comprimento de percolação} = 112,00 \text{ m}$$

$$C = \text{profundidade do "cut-off"} = 2,80 \text{ m}$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

P = profundidade do solo residual de gnaiss = 5,00 m.

c) Vazão Total:

$Q_t = Q_f + Q_m$, onde:

$$Q_t = \text{vazão total} = 3,22 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_f = \text{vazão pela fundação} = 2,7 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_m = \text{vazão pelo maciço} = 5,20 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}.$$

d) Altura do Tapete Drenante:

Adotou-se uma altura de **0,70 m** e verificou-se a vazão máxima que este dreno é capaz de receber:

$$Q_{\text{máx}} = K \cdot i \cdot A = K \cdot \frac{h}{L} \cdot (h \cdot 1), \text{ onde:}$$

$$Q_{\text{máx}} = \text{vazão máxima} = 14 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K = \text{coeficiente de permeabilidade da areia do dreno} = 1,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$i = \text{gradiente hidráulico} = \frac{h}{L}$$

$$h = \text{altura do dreno} = 0,70 \text{ m}$$

$$A = \text{área} = h \times 1.$$

$$L = 30,0 \text{ m}$$

CONCLUSÃO:

$$\text{Como } Q_{\text{máx}} = 14 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} > Q_t = 3,22 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$$

O dreno foi bem dimensionado para a vazão total prevista.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

12 - CÁLCULO DO RIP-RAP

a) Camada externa(enrocamento):

$$e_1 = c \cdot V^2$$

Com:

$$V = 1,5 + 2.h$$

$$h = 0,75 + 0,34 \cdot F^{1/2} - 0,26 \cdot F^{1/4}, \text{ onde:}$$

e_1 = espessura da camada externa do "rip-rap" = **0,33 m**, adota-se e_1 = **0,35 m**.

V = velocidade das ondas = **3,50 m/s**

c = coeficiente que depende da inclinação do talude e da densidade da rocha (considerando o talude demontante 3, 0: 1,0 e uma densidade = 2,65) = **0,027**.

h = altura das ondas = 1,00 m

F = fetch = 2,9km.

Pelo menos 50% do enrocamento deve ser constituído por pedra com peso superior:

$$P_{50} = 0,52 \cdot 2,65 \cdot e_1^3, \text{ onde:}$$

P_{50} = 50% da amostra deverá ter peso inferior a este valor = **60kg**.

2,65 = peso específico da rocha em ton/m³

e_1 = espessura da camada = 0,35 m.

D_{50} = **0,30 m**, onde D_{50} = 50% da amostra deverá ter dimensão inferior a **0,30 m**.

b) Camada interna (areia grossa):

Para o filtro recomenda-se espessuras entre 0,2 e 0,4 metros .adotamos a espessura de 0,30m .

e_3 = espessura da camada = **0,30 m** (adotada).

Material: areia grossa.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

13 - CÁLCULO DA TOMADA D'ÁGUA

a) Descarga Mínima:

$$Q = 30 \text{ l/s} = 0,030 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) Cálculo do Comprimento Aproximado da Galeria:

$$L = 75\text{m.}$$

c) Carga Hidráulica Mínima:

$$h = (0,08 + KL) \frac{Q^2}{K'}, \text{ onde:}$$

$$h = \text{carga hidráulica mínima} = 0,60 \text{ m}$$

$$L = \text{comprimento da tubulação} = 75,00 \text{ m}$$

$$K = 0,0075 \text{ e } K' = 987 \text{ (coeficiente para um diâmetro de 8")}$$

$$Q = \text{descarga mínima} = 30 \text{ l/s.}$$

d) Altura do Centro da Boca de Montante:

$$h_m = h_p - 4,5 \cdot D, \text{ onde:}$$

$$h_m = \text{altura do centro da boca de montante} = 6,40 \text{ m} \Rightarrow \text{cota } 90,80$$

$$h_p = \text{altura do porão} = 7,30 \text{ m}$$

$$D = \text{diâmetro da tubulação} = 0,20 \text{ m}$$

e) Altura do Centro da Boca de Jusante:

$$h_j = h_p - (S + h), \text{ onde:}$$

$$h_j = \text{altura do centro da boca de jusante} = 6,20 \text{ m} \Rightarrow \text{cota } 90,55$$

Adota-se 90,00

$$h_p = \text{altura do porão} = 7,30 \text{ m}$$

$$S = \text{submergência} = 0,50$$

$$h = \text{carga hidráulica mínima} = 0,60\text{m.}$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

f) Comprimento Real da Galeria:

$$L' = 77 \text{ m}$$

g) Verificação da Vazão:

$$Q' = \left(\frac{K' \cdot h}{0,08 + K \cdot L'} \right)^{1/2}, \text{ onde:}$$

$$Q' = \text{vazão real} = \mathbf{38,75 \text{ l/s}}$$

$$h = \text{carga hidráulica mínima} = 0,60 \text{ m}$$

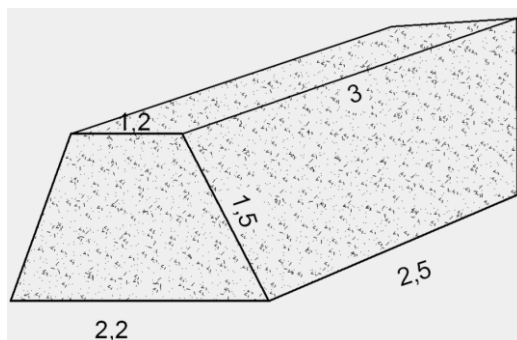
$$K = 0,0075 \text{ e } K' = 987 \text{ (coeficiente para um diâmetro de 8")}$$

$$L' = \text{comprimento real da galeria} = 77 \text{ m. adota-se } 78 \text{ m}$$

Sabendo-se que $Q = 30 \text{ l/s}$ e como $Q' > Q$, conclui-se que o diâmetro do tubo definido satisfaz à descarga projetada.

h) CALCULO DO VOLUME DE CONCRETO PARA IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO E ASSENTAMENTO DA TOMADA D'ÁGUA DIÂMETRO DE 200MM:

Corte na seção 08 em rocha com 1,20m de largura por 1,50m de profundidade por 2,20m no fundo e 2,75m de comprimento, ver detalhe prancha 04/06



$$\frac{2,20 + 1,20}{2} \times 1,50 \times 2,75 = \mathbf{7,00 \text{ m}^3}$$

Enchimento de concreto simples traço 1:3,5:3,5 = c .a.b para impermeabilização da fundação .



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

O volume em corte já está orçado no material de 3ª categoria na fundação

- Concreto ciclópico para galeria de 200mm
Variação 1,40 a 1,00

$$V_{\text{medio}} = \frac{1,40 + 1,00}{2} = 1,20$$

$$V_{\text{medio}} = 1,20 \times 0,60 \times 78 = \mathbf{56,16m^3}$$

- **Caixa de entrada galeria de 200mm**

$$\text{Concreto ciclópico} = 2,00 \times 1,65 \times 1,40 = \mathbf{4,62m^3}$$

- **Caixa de saída galeria de 200mm**

$$\text{Concreto ciclópico} = 2,40 \times 2,00 \times 1,00 = \mathbf{4,80m^3}$$

↓ ↓ ↓
Altura Largura Altura
Media Plataforma

- **Concreto simples para galeria de 200mm**

$$1,00 \times 0,20 \times 78 = \mathbf{15,60m^3}$$

↓ ↓ ↓
Comprimento Largura comprimento da galeria

- **Concreto simples da caixa de entrada da galeria de 200mm**

$$6,50 \times 0,20 \times 1,15 = \mathbf{1,49m^3}$$

↓ ↓ ↓
Comprimento Largura comprimento da galeria

- **Concreto simples da caixa de saída da galeria de 200mm**

$$8,80 \times 0,20 \times 1,15 = \mathbf{2,02m^3}$$

↓ ↓ ↓
Comprimento Largura comprimento da galeria

- **Concreto armado de 200mm**

$$4,05 \times 0,20 \times 0,20 \times 13 = \mathbf{2,10m^3}$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

13.1 –DESCARREGADOR DE FUNDO

D= 0,50m (fixado)

a) Descarga de operação:

$$Q = 1,64\text{m}^3/\text{s}$$

b) Cálculo do Comprimento da Galeria:

L = 108m (tirada pela seção 6+15)

c) Carga Hidráulica de operação:

h = 13,60m

d) Cálculo da vazão

$$\frac{h_f}{L} = \frac{10,64.Q^{1,85}}{C^{1,85}.D^{4,87}}$$

hf = carga hidráulica mínima = **13,60 m**

L = comprimento da tubulação = 142,00 m

C = 130

D = 0,50m

Q = descarga = 1,64m³/s

Calculo do aumento de comprimento em função de perdas de cargas localizadas.

- entrada normal: 17D= 17x 0,50= 8,50m
- Registros de gaveta abertos = 2 x 8D = 16 x 0,50 = 8m
- Total = 16,50m logo para o cálculo da vazão utilizar L' = 142,00m
- Saída de canalização = 35D = 17,50

Considerando a vazão de 1,64m³/s está previsto uma renovação total da água da barragem em quinze dias.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Para o cálculo do bueiro celular a ser construído na estrada de contorno da barragem, lado jusante, é necessário que o mesmo dê vazão correspondente a $1,64\text{m}^3/\text{s}$ (vazão prevista do descarregador de fundo)

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 1,64\text{m}^3/\text{s}$$

$$V = 1\text{m/s}$$

$$\text{Logo } A = 1,64\text{m}^2$$

Considerando que um tubo de 01 metro de diâmetro tem uma área de $0,80\text{m}^2$ é necessário a área de 02 tubos para satisfazer a vazão de $1,64\text{m}^3/\text{s}$. Logo foi projetado um bueiro celular duplo com tubos de 01 metro de diâmetro, ver detalhe prancha 04/06.

d) Altura do Centro da Boca de Montante:

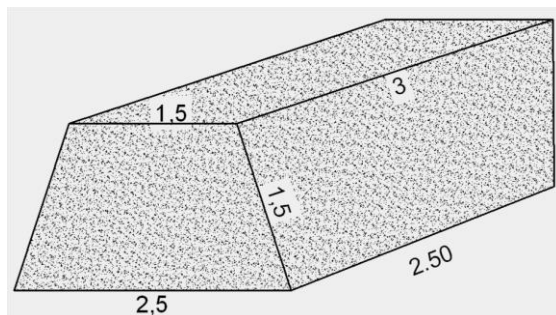
$$h_m = \text{altura do centro da boca de montante} = 2,25\text{m} \Rightarrow \text{cota } 86,59$$

e) Altura do Centro da Boca de Jusante:

$$h_j = \text{altura do centro da boca de jusante} = 1,25\text{ m} \Rightarrow \text{cota } 85,59$$

F) CALCULO DO VOLUME DE CONCRETO PARA IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO E ASSENTAMENTO DO DESCARREGADOR DE FUNDO, DIÂMETRO DE 500MM:

Corte na seção 6 + 15 em rocha com 2,50m de largura no fundo por 1,50m de profundidade por 2,75m de comprimento médio, ver detalhe prancha 04/06



$$\frac{1,50 + 2,50}{2} \times 1,50 \times 2,75 = 8,25\text{m}^3$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Enchimento de concreto simples traço 1:3,5: 3,5= c.a.b para impermeabilização da fundação. O volume deste corte já está orçado na cava de fundo no material de 3ª categoria na fundação.

- **Concreto ciclópico para assentamento da galeria 500mm**

Variação 1,40 a 0,60

$$V_{\text{medio}} = \frac{1,40 + 0,60}{2} = 1,00$$

$$V_{\text{medio}} = 1,00 \times 1,00 \times 108 = \mathbf{108,00m^3}$$

- **Concreto simples para o enchimento da galeria 500mm**

$$2 \times 0,25 \times 108 = \mathbf{54,00m^3}$$

- **Concreto armado**

$$4,75 \times 0,25 \times 0,25 \times 16 = \mathbf{4,75m^3}$$

- **Caixa de entrada galeria de 500mm**

$$\text{Concreto ciclópico} = 2,00 \times 1,50 \times 1,60 = \mathbf{4,80m^3}$$

- **Caixa de saída galeria de 500mm**

$$\text{Concreto ciclópico} = 2,00 \times 3,00 \times 0,60 = \mathbf{3,60m^3}$$

- **Concreto simples da caixa de entrada da galeria de 500mm**

$$6,20 \times 1,20 \times 0,20 = \mathbf{1,48m^3}$$

↓ ↓ ↓
Comprimento Largura comprimento da galeria

- **Concreto simples da caixa de saída da galeria de 500mm**

$$9,20 \times 0,20 \times 1,50 = \mathbf{2,76m^3}$$

↓ ↓ ↓
Comprimento Largura comprimento da galeria



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

13.2 – ESCAVAÇÃO PARA FUNDAÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA DIÂMETRO DE 200MM / DESCARREGADOR DE FUNDO DIÂMETRO DE 500MM

1. Tomada d'água diâmetro de 200mm

Escavação na parte do à jusante do eixo da borda existente.

Largura de 2,00 m com uma profundidade média de 1,20m com um comprimento de 38,14m.

$$2,00 \times 1,20 \times 38,14 = 91,53\text{M}^3$$

2. Descarregador de fundo diâmetro de 500mm

Largura de 2,50 m com uma profundidade média de 1,50m com um comprimento de 50,11m.

$$2,50 \times 1,50 \times 50,11 = 187,9\text{M}^3$$

$$\text{Total} = 279,44\text{m}^3$$

3. Reaterro manual compactado (sapo mecânico)

$$(2,00 - 0,60) = 1,40 \times 1,20 \times 38,14 = 64,07\text{m}^3$$

$$(2,50 - 1,00) = 1,50 \times 1,50 \times 50,11 = 112,75\text{m}^3$$

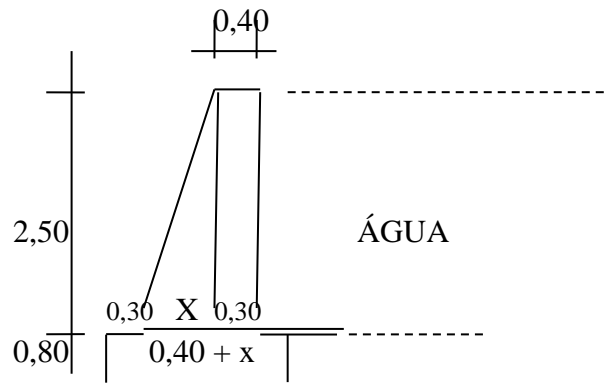
$$\text{Total} = 176,82\text{m}^3$$

14 - CÁLCULO DO MURO DE PROTEÇÃO AO SANGRADOURO DO LADO ESQUERDO – CANAL GUIA

1. Pré-Dimensionamento do Muro (lado esquerdo):



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



2. Cálculo do Empuxo Ativo:

$$Ea = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot h^2, \text{ onde:}$$

$$\delta = 1,00 \text{ t/m}^3$$

$$h = 2,50 \text{ m}$$

Coefficiente de Empuxo Ativo:

$$Ea = \frac{1}{2} \times 1,00 \times (2,50)^2$$

$$Ea = 3,13 \text{ t/m.}$$

Ea' = Empuxo ativo devido ao movimento do fluxo de água

$$Ea' = \frac{\delta \cdot h}{3}$$

$$Ea' = \frac{1 \text{ t/m}^2 \times 2,50}{3}$$

$$Ea' = 0,84 \text{ t/m.}$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

Empuxo Ativo Total:

$$E_{at} = E_a + E_{a'}$$

$$E_{at} = 3,97/m.$$

Não levando em conta o empuxo passivo que é a favor da segurança, efetua-se o dimensionamento do muro em função da sua estabilidade.

CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE:

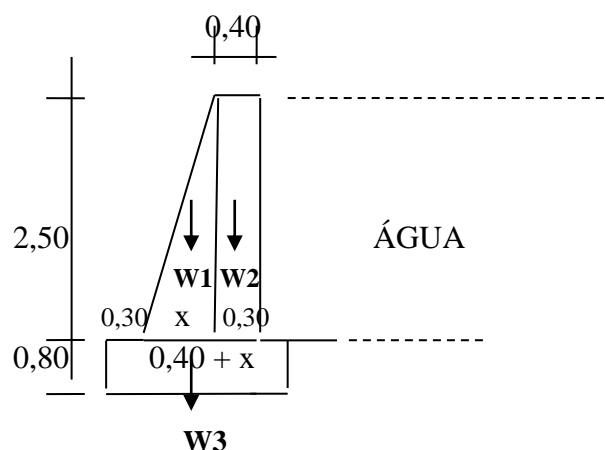
1. Segurança Contra o Escorregamento:

Esta condição será satisfeita quando:

$$F.S = \frac{F}{E_{at}} > 1,5, \text{ sendo: } F = f \cdot \Sigma w$$

δ = alvenaria de pedra: **2,40 t/m³**

$$\Sigma w = w_1 + w_2 + w_3.$$



$$w_1 = \frac{2,5X}{2} \times 2,40$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

$$w1 = 3,0X$$

$$w2 = 0,40 \times 2,50 \times 2,40$$

$$w2 = 2,40$$

$$w3 = (0,90 + X) \times 0,80 \times 2,4$$

$$w3 = 1,73 + 1,92X$$

$$\text{Logo: } \Sigma w = w1 + w2 + w3$$

$$\Sigma w = (3,0X) + (2,40) + (1,73 + 1,92X)$$

$$\Sigma W = 4,13 + 4,92X$$

Então:

$$\begin{array}{c} F \\ \text{Temos que: } F.S = \frac{\quad}{\quad} > 1,5 \\ \text{Eat} \end{array}$$

Fazendo $F.S = 1,5$, temos:

$$\frac{4,13 + 4,92X}{3,97} = 1,5$$

$$4,13 + 4,92X = 5,95$$

$$X = 0,37 \text{ m} \quad \therefore \text{adota } X = 0,50 \text{ m.}$$

2. Segurança Contra o Tombamento:

a) Momento de Tombamento: Mt



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

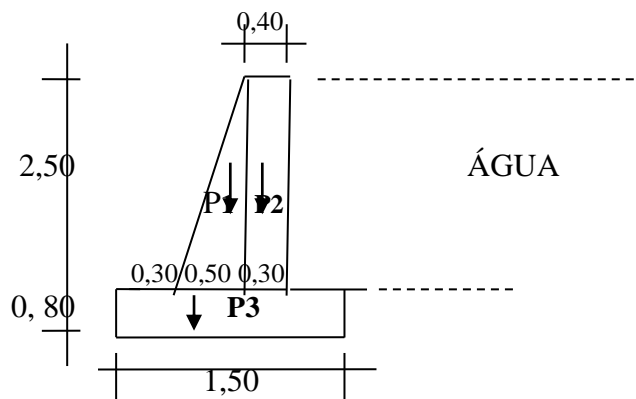
$$M_t = E_a \times \frac{h}{3} + E_a' \times \frac{h}{2}$$

$$M_t = 3,13 \times \frac{2,50}{3} + 0,83 \times \frac{2,50}{2}$$

$$M_t = 3,63 \text{ tm/m.}$$

b) Momento Estabilizante: Me

$$M_e = \sum P_i X_i$$



$$P1X1 = 0,5 \times 2,50 \times 2,40 \times 0,64/2 = 0,96 \text{ tm/m}$$

$$P2X2 = 1,00 \times 2,50 \times 2,40 \times 0,40 = 2,40 \text{ tm/m}$$

$$P3X3 = 1,50 \times 0,80 \times 0,75 \times 2,4 = 2,16 \text{ tm/m}$$

$$\sum P_i X_i = 5,52 \text{ tm/m}$$



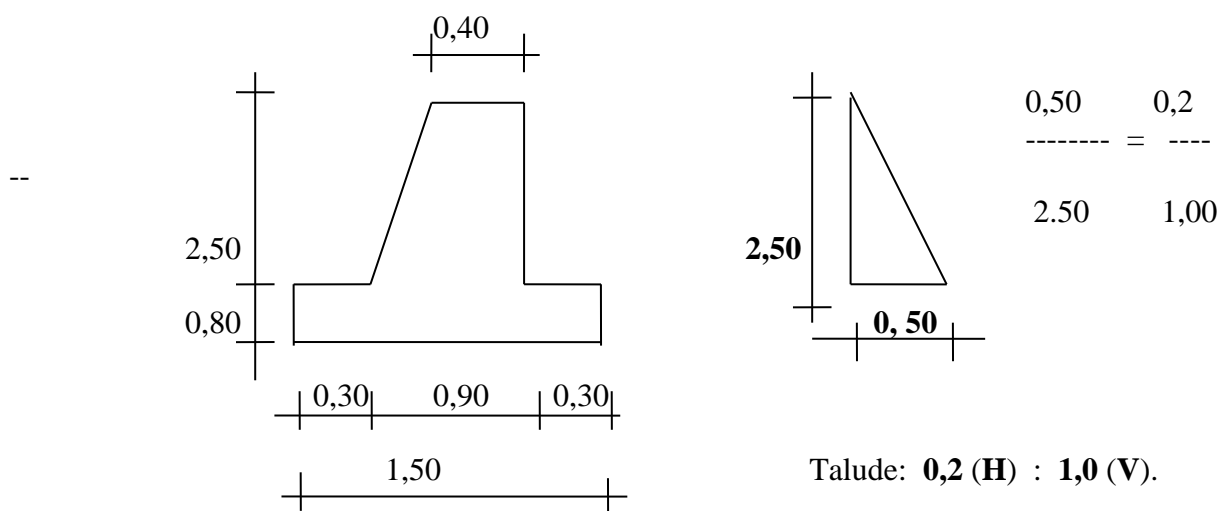
PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

O Fator de Segurança **F.S.** deve ser maior que **1,5**

$$F.S = \frac{M_e}{M_t} > 1,5$$

$$F.S = \frac{5,52}{3,63} = 1,52 \text{ (OK!)}$$

Tendo em vista o resultado satisfatório, o muro terá as seguintes dimensões em sua seção do eixo do sangradouro:





PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

**15 - CÁLCULO DO MURO DE PROTEÇÃO AO SANGRADOURO DO LADO ES-
QUERDO E LADO DIREITO – PONTE -MURO DE CONTENÇÃO 01 E 02**



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

ANEXO D – ENSAIOS DOS SOLOS



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL



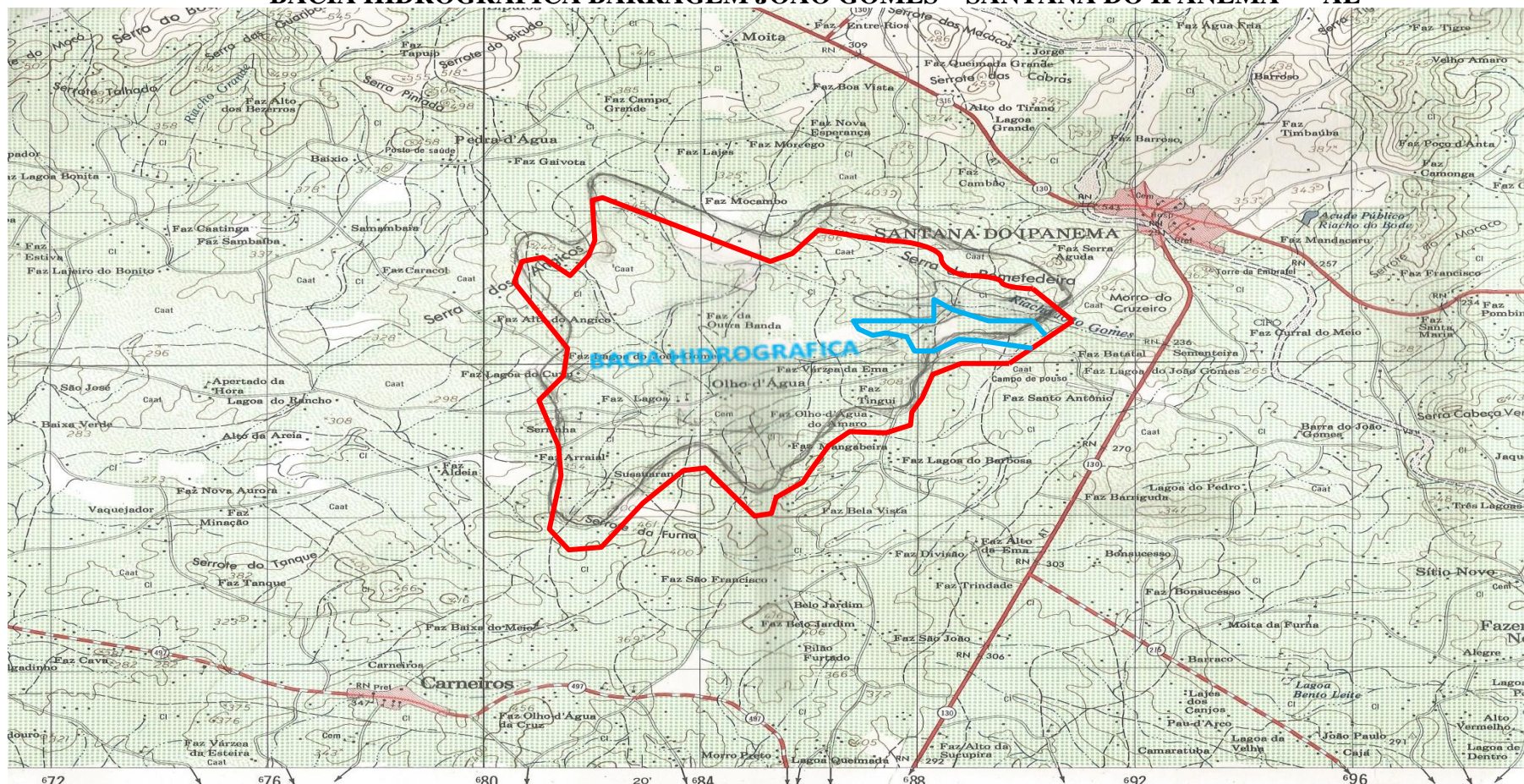
PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

ANEXO E – BACIA HIDROGRÁFICA



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

BACIA HIDROGRÁFICA BARRAGEM JOÃO GOMES – SANTANA DO IPANEMA - AL



BARRAGEM JOÃO GOMES- SANTANA DO IPANEMA -AL

X = 8961.431

Y= 690.217



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DO IPANEMA -AL

ANEXO F – PLANTAS