

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO, URBANO E GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS PROURB CE

PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO
E APROVEITAMENTO DA BARRAGEM MUQUÉM

TOMO I

RELATÓRIO GERAL DO PROJETO EXECUTIVO DA
BARRAGEM

VOLUME 6 RELATÓRIO SÍNTESE

AGUASOLOS
CONSULTORIA DE ENGENHARIA LTDA

FORTALEZA- CE
DEZEMBRO 1997

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO, URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROURB-CE

PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO
E APROVEITAMENTO DA BARRAGEM
MUQUÉM

TOMO I

RELATÓRIO GERAL DO PROJETO
EXECUTIVO DA BARRAGEM

VOLUME 6

RELATÓRIO SÍNTESE

FORTALEZA
DEZEMBRO/97



Lote. 01853 - Proj Scan () Index ()
Projeto Nº 182/01/06/1C
Volume 1
Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros _____

**PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO
E APROVEITAMENTO DA BARRAGEM
MUQUÉM**

TOMO I

**RELATÓRIO GERAL DO PROJETO
EXECUTIVO DA BARRAGEM**

VOLUME 6

SINTESE DO PROJETO

**FORTALEZA
SETEMBRO / 97**

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| APRESENTAÇÃO | 2 |
| 1. INTRODUÇÃO | 4 |
| 2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO LOCAL DA BARRAGEM | 6 |
| 3. FICHA TÉCNICA..... | 10 |
| 4 – LISTA DE DESENHOS | 12 |
| 5- DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO | 15 |
| 5.1 MACIÇO PRINCIPAL | 15 |
| 5.2 MACIÇOS AUXILIARES <u>A</u> , <u>B</u> E <u>C</u> | 18 |
| 5.3 VERTEDOURO E DIQUE AUXILIAR | 19 |
| 5.4 TOMADA D'ÁGUA | 20 |
| 6 – RESUMO DOS INVESTIMENTOS | 24 |



APRESENTAÇÃO

A documentação aqui apresentada compreende o Relatório Final do Projeto Executivo da Barragem MUQUÉM, desenvolvido nos Termos do Contrato nº 025/96/PROURB/CE/COGERH, firmado entre a AGUASOLOS - Consultora de Engenharia Ltda e a SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos

O projeto do açude MUQUÉM faz parte de um Plano do Governo do Estado do Ceara, em parceria com o Banco Mundial, para implementação estratégica de um conjunto de barragens no próprio Estado, em cumprimento a uma adequada Política de Recursos Hídricos para toda região estadual

O açude MUQUÉM, com uma capacidade armazenável de 47,64 hm³, e um dos açudes escolhidos dentro do elenco de quarenta unidades previstas pelo referido Plano Estadual, devendo ter como função primordial os abastecimentos de água das cidades de Jucás e Cariús e a perenização do riacho Muquem para fins de irrigação

O projeto do Açude Muquem compreende os seguintes estudos,

- Projeto Executivo da Barragem,
- Projetos Executivos das Adutoras de Jucás e Cariús
- Cadastro das propriedades e benfeitorias a serem submersas pela bacia hidráulica,
- Plano de Aproveitamento do Açude, com identificação dos usos programados para o reservatório, com ênfase à irrigação de área propícia e a piscicultura.

Em síntese, o Relatório final está composto dos seguintes documentos.

Tomo I - Relatório Geral do Projeto Executivo da Barragem

Volume 1 - Descrição Geral do Projeto

Volume 2 - Memorial de cálculo

Volume 3 - Quantitativos e Especificações Técnicas

Volume 4 - Orçamento

Volume 5 - Plantas

Volume 6 – Síntese do Projeto

Tomo II - Relatório dos Estudos Básicos

Volume 1 - Estudos Topográficos

Volume 2 - Estudos Geológicos e Geotécnicos

Volume 3 - Estudos Hidrológicos

Tomo IV - Relatório dos Estudos Básicos das Adutoras

Volume 1 - Estudos de Alternativas de Traçado,

Volume 2 - Estudos Básicos,

Volume 3 - Estudos Básicos Complementares-Topografia e Geotecnia

Volume 4 - Estudos de Concepção do Sistema

Tomo V - Relatório dos Projetos Executivos das Adutoras

Volume 1 - Relatório Geral e Memorial de Cálculo.

Volume 2 - Quantitativos e Orçamentos,

Volume 3 - Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento.

Volume 4 - Plantas

Tomo VI - Relatório do Levantamento Cadastral

Volume 1 - Relatório Geral,

Volume 2 - Laudos

1. INTRODUÇÃO

A barragem MUQUÉM situa-se na microregião definida como Iguatú (072), que compreende os municípios de Acopiara, Cariús, Jucás, Orós e Quixelô, e está localizada no alto curso do rio Jaguaribe, na formação denominada Planalto Sertanejo, sendo que uma pequena porção em torno do rio Cariús alcança as escarpas erosivas da Chapada do Araripe. Ela se constitui em um dos mais importantes elementos da infra-estrutura hídrica da bacia do Alto Jaguaribe, conforme ficou demonstrado no Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Ceará.

O sítio da barragem MUQUÉM foi definido através de foto interpretação e de visitas técnicas à região, e acha-se localizado no riacho Muquém, afluente pela margem direita do rio Cariús, cujo boqueirão se encontra próximo à localidade de Pedra Branca, município de Cariús - Ce.

A barragem propriamente dita compreenderá um conjunto de obras constituído, essencialmente, por quatro maciços de terra compactada, sendo um com 27,60 m de altura máxima e 356,00 m de extensão pelo coroamento, denominado PRINCIPAL, dois outros (A) e (B), com 3,00 m de alturas máximas e 128,00 m de extensão, denominados AUXILIARES, e o último (C), com 10,50 m de altura máxima e 620,00 m de extensão, também denominado AUXILIAR, um vertedouro tipo canal, com perfil creager, com 110 metros de largura e uma tomada d'água em galeria (diâmetro de 600 mm) e controle de saída à jusante.

A obra objetiva o atendimento do abastecimento humano das cidades de Jucás - Ce e Cariús - Ce, bem como permitirá o desenvolvimento de atividades associadas ao turismo, piscicultura, irrigação e o aproveitamento agrícola das vazantes situadas nas margens do lago.

O reservatório terá uma capacidade máxima de acumulação de 47 643 406,00 metros cúbicos, possibilitando uma descarga regularizada de 0,341 m³/s.

O presente relatório apresenta as informações e os resultados diretamente associados ao Projeto Executivo, visando a implantação e o aproveitamento da barragem Muquém, que envolve os aspectos hidrológicos, geológico-geotécnicos e econômicos.

Apresenta-se, a priori, uma Ficha Técnica, onde são apresentadas as características principais do empreendimento, incluindo áreas, cotas, volumes e parâmetros geométricos associados a cada um dos elementos constituintes do projeto.

Em seguida, é apresentada uma síntese descritiva do projeto executivo da barragem Muquém, onde são apresentadas, sequencialmente, todas as obras que lhe são inerentes, destacando as suas características técnicas e construtivas.

2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO LOCAL DA BARRAGEM

2. Localização e Acesso ao Local da Barragem

A barragem MUQUÉM represará o riacho Muquém em um local que dista aproximadamente, 15 quilômetros da sede do município de Cariús

O acesso ao local se faz partindo de Fortaleza pela rodovia BR-116 até a cidade de Icó, de onde tomando a rodovia estadual Ce-153 chega-se à cidade de Iguatú e em seguida, a Ce-375 até a sede do município de Cariús

Outro acesso para se chegar a Cariús, é tomar a BR-116 até o entroncamento com a rodovia Ce-122, conhecida como rodovia do algodão, na localidade denominada Triângulo e seguir por esta até Cariús. Desta toma-se a estrada municipal carroçável que leva à localidade de Pedra Branca onde se encontra o sítio do futuro barramento conforme está ilustrado na fig 2.2

O eixo da barragem está definido topograficamente pelas seguintes coordenadas em UTM

- a) Marco da ombreira direita (M=0), definido pelas coordenadas N=9 269 440,890 e E=446 831,156,
- b) Marco da ombreira esquerda (M=1), definido pelas coordenadas N=9 269 164,470 e E=446 499,518.

A sua bacia hidrográfica abrange uma área de 295,20 km² e foi obtida diretamente da carta Planialtimétrica da SUDENE, Esc 1 100 000, conforme fig 2.1

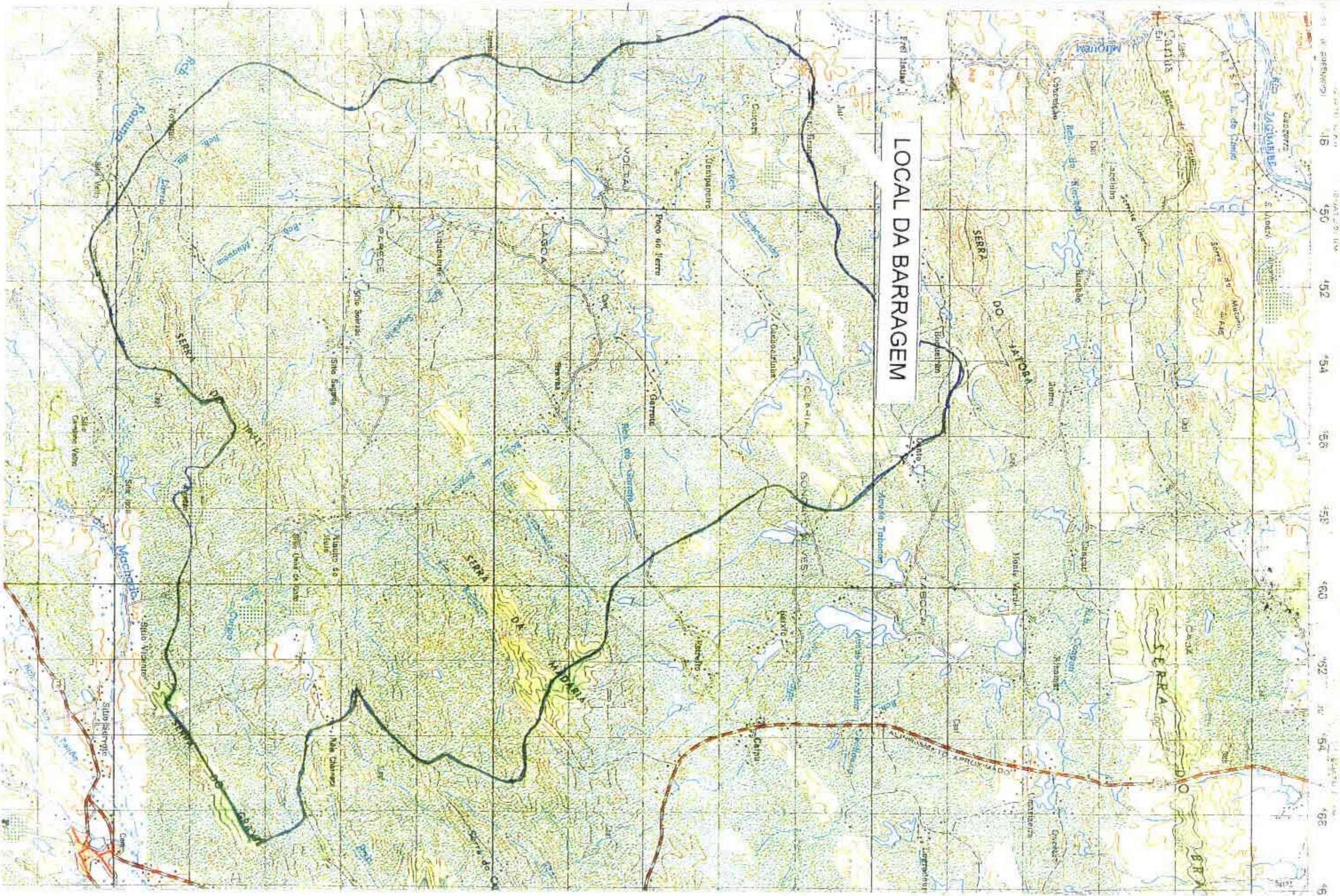
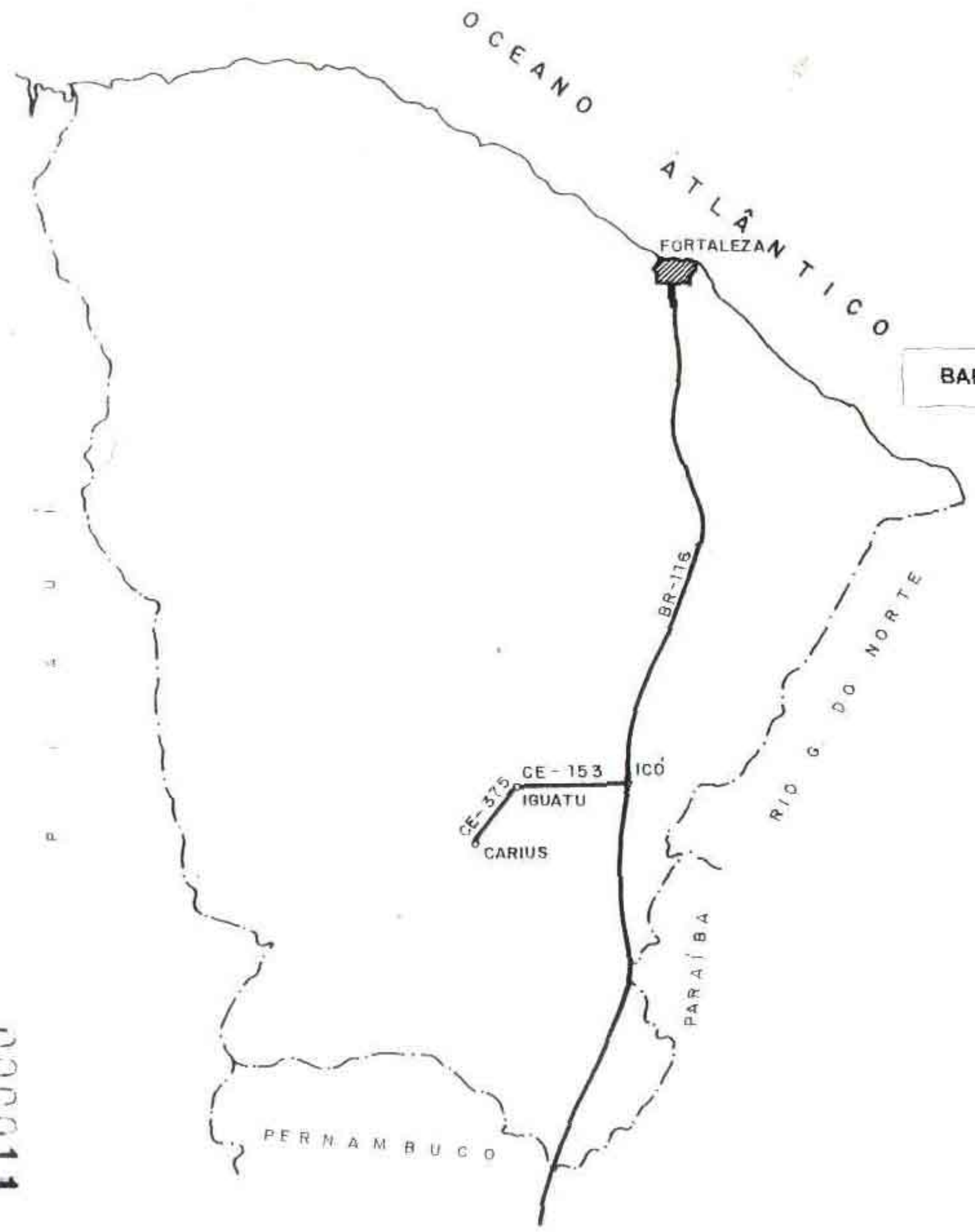


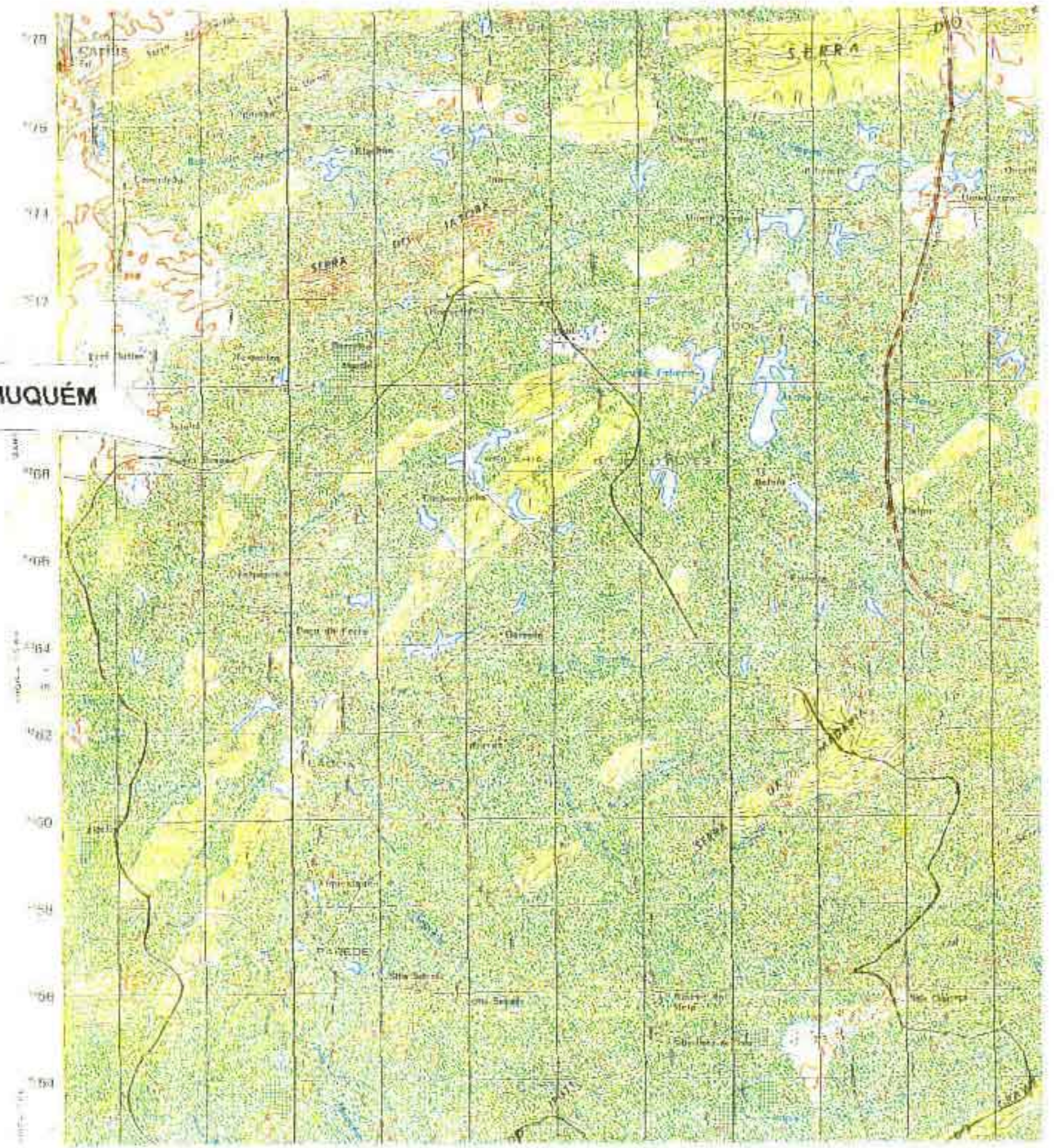
FIGURA 2.1 - BACIA HIDROGRAFICA

000010

1100011



BARRAGEM MUQUÉM



MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO

Figura 2.2

3 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO – FICHA TÉCNICA

3. Ficha Técnica

a) Características Gerais

- Localização Cariús - Ce
- Sistema Jaguaribe
- Rio Barrado Riacho Muquém
- Área da bacia hidráulica 493 ha
- Área da bacia hidrográfica 295,20 km²
- Capacidade 47 643 406,46 m³
- Volume Morto 4 120 881,46 m³
- Cota do NA máximo operacional 267,00
- Cota do NA máximo de cheia (T R = 1 000 anos) 268,50
- Cota do NA mínimo operacional 252,80
- Vazão regularizada $f = 90\% = 0,341 \text{ m}^3/\text{s}$
- Precipitação Média Anual 963 mm

b) Barragem Principal

- Tipo terra homogênea
- Altura máxima 27,60 m
- Largura do coroamento 7,00 m
- Largura máxima na base 124,00 m
- Extensão pelo coroamento 356,00 m
- Cota do coroamento 270,00 m
- Volume do maciço 334 804,31 m³
- Taludes
 - Montante 1 2,00 (do coroamento até a cota 260)
1 2,5 (da cota 260,00 até a cota 250,00)
1 3,0 (da cota 250,00 até o pé do talude respectivo)
 - Jusante 1 2,0 (do coroamento até a cota 260,00, com uma berma de 2,0m de largura, e daí, ainda com 1 2,0, até a cota 250,00, no patamar superior do rockfill)

c) Barragens Auxiliares (A,B e C)

c 1) Barragem Auxiliar A (ou dique A)

- Tipo Terra homogênea
- Altura máxima 3,00 m
- Extensão pelo coroamento 70,00 m
- Largura do coroamento 4,00 m
- Volume do maciço 1744,00 m³
- Taludes
 - Montante 1 2,0
 - Jusante 1 2,0

000013

c 2) Barragem Auxiliar B

- Tipo Terra homogênea
- Altura máxima 3,30 m
- Extensão pelo coroamento 128,00 m
- Largura do coroamento 4,00 m
- Volume do maciço 3 293,00 m³
 - Taludes
 - Montante 1 2,0
 - Jusante 1 2,0

c 3) Barragem Auxiliar C

- Tipo Terra homogênea
- Altura máxima 10,50 m
- Extensão pelo coroamento 620,00 m
- Largura do coroamento 5,00 m
- Volume do maciço 84 135,43 m³
 - Taludes
 - Montante 1 2,5
 - Jusante 1 2,0

d) Sangradouro

- Tipo canal vertedouro com perfil creager
- Largura máxima 110,00 m
- Vazão afluente de projeto (TR = 1 000 anos) 525,26 m³/s
- Vazão afluente de verificação (TR = 10 000 anos) 737,42 m³/s
- Vazão máxima de projeto (TR = 1 000 anos) 420,87 m³/s
- Vazão máxima de verificação (TR = 10 000 anos) 661,70 m³/s
- Lâmina máxima de sangria (TR = 1 000 anos) 1,50 m
- Cota da soleira 267,00
- Volume de Corte 10 020,00 m³
- Volume de concreto 937,20 m³

e) Tomada D'água

- Tipo Galeria com tubo de aço, com controle de descarga a jusante
- Comprimento Total 90,00 m
- Diâmetro 600 mm
- Cota de geratriz inferior a montante 252,00
- Cota de geratriz inferior a jusante 251,46

000014

4 – LISTA DE DESENHOS

000015

BARRAGEM MUQUÉM RELAÇÃO DOS DESENHOS

- 01/18 - ARRANJO GERAL DAS OBRAS.
- 02/18 - PERFIL GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO DO BOQUEIRÃO E SANGRADOURO.
- 03/18 - LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS.
- 04/18 - BARRAGEM PRINCIPAL - PLANTA BAIXA.
- 05/18 - BARRAGEM PRINCIPAL - PERFIL LONGITUDINAL DO BOQUEIRÃO.
- 06/18 - BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÃO TIPO E DETALHES.
- 07/18 - BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (EST 02 A 07).
- 08/18 - BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (EST 08 E 09).
- 09/18 - BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (EST 10 E 11).
- 10/18 - BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (EST 12 E 13).
- 11/18 - BARRAGEM PRINCIPAL - SEÇÕES TRANSVERSAIS (EST 14 A 19 + 10,00).
- 12/18 - BARRAGEM PRINCIPAL - SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL-DETALHES DAS CALHAS
- 13/18 - BARRAGEM AUXILIAR "A" - ARRANJO GERAL-PERFIL LONGITUDINAL DO BOQUEIRÃO-SEÇÃO TIPO - SEÇÕES TRANSVERSAIS.
- 14/18 - BARRAGEM AUXILIAR "B" - ARRANJO GERAL-PERFIL LONGITUDINAL DO BOQUEIRÃO-SEÇÃO TIPO - SEÇÕES TRANSVERSAIS.
- 15/18 - BARRAGEM AUXILIAR "C" - ARRANJO GERAL PERFIL LONGITUDINAL DO BOQUEIRÃO.
- 16/18 - BARRAGEM AUXILIAR "C" - SEÇÃO TIPO E DETALHES - SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL-DETALHES DAS CALHAS
- 17/18 - BARRAGEM AUXILIAR "C" - SEÇÕES TRANSVERSAIS (C1-5,00 A C12 = 6 3),
- 18/18 - BARRAGEM AUXILIAR "C" - SEÇÕES TRANSVERSAIS (C17 A C27 = 78),
- 01/02 - SANGRADOURO - PLANTA DE SITUAÇÃO - SEÇÕES LONGITUDINAIS E TRANSVERSAIS.
- 02/02 - SANGRADOURO - MUROS - SEÇÕES TIPO - PERFIL CREAGER.
- 01/02 - TOMADA D'ÁGUA - SEÇÃO LONGITUDINAL - PLANTA BAIXA E CORTES.
- 02/02 - TOMADA D'ÁGUA - CAIXA DE MONTANTE E CAIXA DE JUSANTE.
- 01/03 - TOMADA D'ÁGUA - ARMADURA DA CAIXA DE MONTANTE E ARMADURA DA GALERIA.
- 02/03 - TOMADA D'ÁGUA - ARMADURA DA CAIXA DE JUSANTE.
- 03/03 - TOMADA D'ÁGUA - FORMAS

000016

5 – SÍNTESE GERAL DO PROJETO

000017

5- Descrição Geral do Projeto

O conjunto de obras necessárias à implantação da Barragem MUQUEM inclui a construção de um maciço de terra homogênea, denominado principal, com 356.00 m de extensão, 27.60 m de altura máxima e coroamento na cota 270.00, dois outros maciços denominados auxiliares "B" e "C", sendo o B com 128.00 m de extensão e 3.30 m de altura máxima e o C com 620.00 m de extensão e 10.50 m de altura máxima, ambos localizados em pontos de fuga da bacia hidráulica na margem direita um pequeno dique-auxiliar "A", sobre uma sela topográfica situada na margem direita do prolongamento do eixo barrável, onde está localizado o muro vertedouro com 110m de largura, e uma tomada d'água tipo galeria (conduto de aço com 600mm de diâmetro), com controle de saída a jusante

O "lay-out" espacial das obras acima está apresentado, de forma reduzida, na planta 01/18, enquanto o detalhamento de todos os elementos técnicos constituintes do projeto pode ser melhor visualizado no volume 5 do Relatório Geral - Plantas

Apresenta-se, a seguir, uma descrição pormenorizada de todas as obras projetadas

5.1. Maciço Principal

O Maciço Principal tem a sua construção programada para o terreno compreendido entre os dois maciços rochosos que compõem o boqueirão do Muquém, ocupando uma área na qual o terreno aluvionar, composto de silte fino arenoso, apresenta a menor largura. O eixo longitudinal do maciço segue uma trajetória reta ao longo de toda sua extensão, ligando os marcos M=0 (ombreira direita) ao M=1(ombreira esquerda), com coordenadas geográficas já definidas e constantes do capítulo 2

O maciço terroso será construído com materiais oriundos principalmente da jazida número 01 (ver relatório dos Estudos Básicos), que dispõe de suficiente quantidade de material silico-argiloso

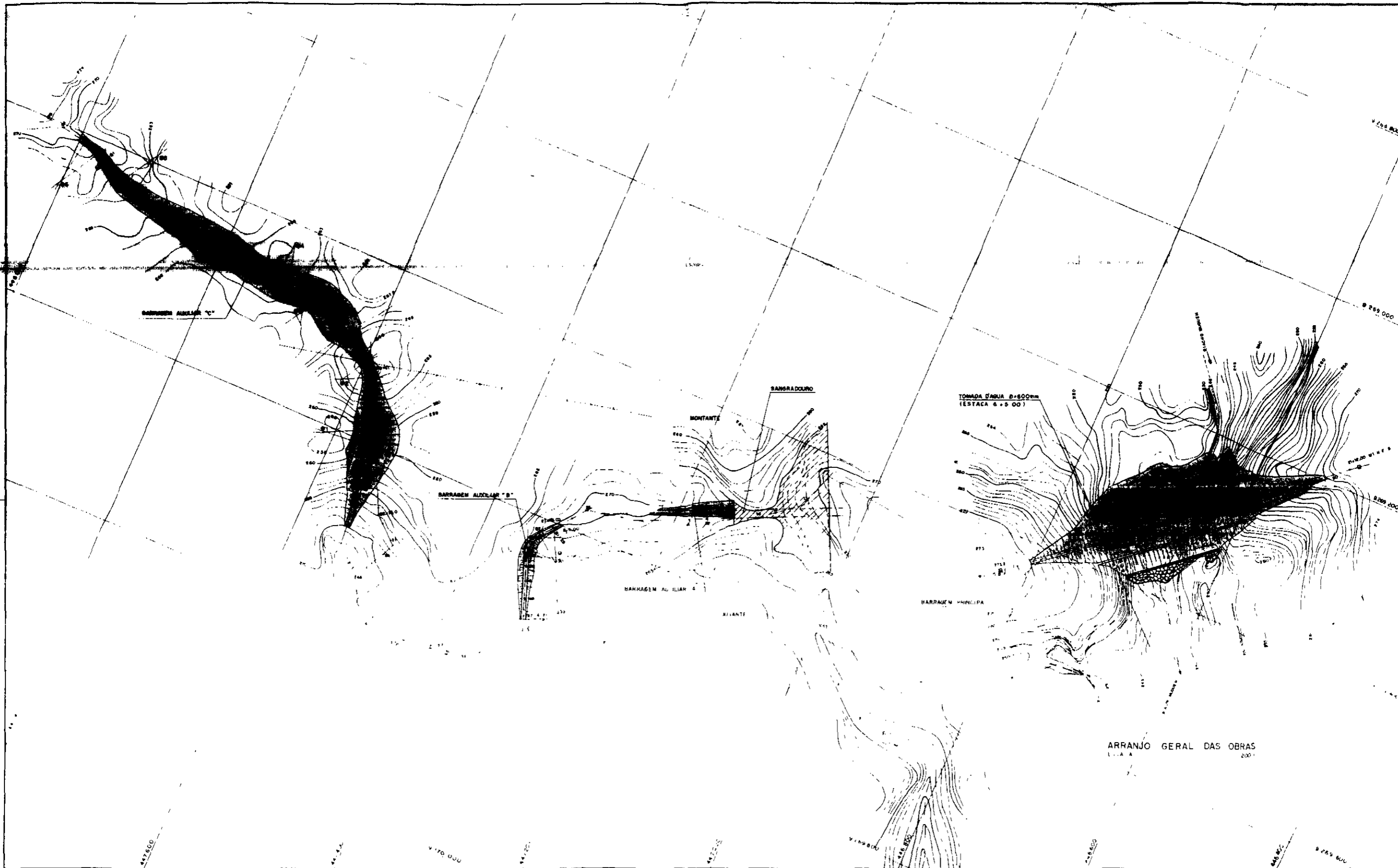
A cota de coroamento da barragem (270.00) foi estabelecida a partir da definição da cota de soleira do vertedouro (alternativa número dois, cota 267.00), que dará origem a um reservatório com um volume armazenável de 47,64 hm³

A seção transversal foi projetada com base nas características geotécnicas dos materiais constituintes da fundação e na disponibilidade de materiais construtivos na região, sendo que o substrato rochoso é bastante consistente e resistente, não oferecendo problemas a uma boa impermeabilização

000018



| | | | | | |
|---|------------------------------|--|--|-------------------|---|
| LEGENDA BARRAGEM RIO E NASCIMENTO LINHA DE NÍVEL MARCO TOPOGRÁFICO | NOTAS | DESCRIÇÃO DE REFERÊNCIA | REVISÕES | | GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS - SRRH COMISSÃO DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - CIGRHH PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM ESTADO DO CEARÁ - PROURH/CE PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM MUCUNA |
| | | | Nº NATUREZA DA REVISÃO DATA ANO | Nº DATA ANO | |



| | |
|---------|-------------------|
| LEGENDA | |
| — | CLICA |
| — | PIQ & NIACMO |
| — | LINHA DE BASE |
| ■ | MARCO TOPOGRAFICO |

| |
|-------|
| NOTAS |
|-------|

| |
|------------------------|
| DESENHOS DE REFERENCIA |
|------------------------|

| REVISÕES | | | |
|----------|---------------------|------|--------|
| NR | NATUREZA DA REVISÃO | DATA | APROVO |
| | | | |
| | | | |

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
 COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
 PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROURB/CE
 PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM MUQUEM

| | |
|------------|---------------------------|
| Projeto | Desenho |
| Visto | Data de Emissão: 04/10/87 |
| Verificado | Escala: 1:5000 |
| Aprovado | Nº de Projeto: 0170 |

ARRANJO GERAL DAS OBRAS
 AGUASOLOS CONSULTORIA DE ENGENHARIA LTDA

No que tange à disponibilidade de materiais construtivos, as jazidas terrosas, arenosas e pétreas investigadas na região, permitiram o dimensionamento de uma seção trapezoidal de terra homogênea, com sistema de drenagem interna, enrocamento de pé (rockfill) e "rip-rap"

O sistema de drenagem interna é constituído por um filtro tipo chaminé, com largura de 1,0m e topo na cota 268,50 (cota do N A máximo milenar), e um tapete drenante com 1 0m de espessura, que se estende pela região de jusante desde o filtro chaminé até o enrocamento de pé (rockfill) O enrocamento, com coroamento fixado na cota 250,00, será construído após a realização de uma escavação de, no mínimo, 2,0m no terreno natural do solo arenoso (ver detalhe no volume 5) e possuirá nas superfícies de contato com o aterro compactado e com o solo aluvionar, zonas de transição preenchidas por materiais com granulometria graduada (areia e brita), conforme está ilustrado nos desenhos respectivos

Os taludes do maciço de terra foram dimensionados de modo a estabelecer uma zona de transição entre o tapete de montante e o corpo da barragem, visando evitar o surgimento de trincas resultantes de recalques diferenciais e proporcionar segurança com relação à ruptura por cisalhamento Neste sentido, foram realizadas diversas análises de estabilidade considerando as hipóteses clássicas de determinação do fator de segurança (final de construção, regime de operação e esvaziamento rápido), finalizando com uma verificação de estabilidade em que foram considerados os efeitos decorrentes de um eventual abalo sísmico na região Os cálculos de verificação de estabilidade acima mencionados foram realizados com o emprego do método de Bishop Modificado (em computador) e encontram-se descritos no volume 2 Memorial de Cálculo No quadro 8 1, são apresentados os fatores de segurança críticos obtidos nos estudos de estabilidade

Quadro 8.1
Fatores de segurança críticos obtidos nas análises de estabilidade

| CONDIÇÃO DE SOLICITAÇÃO | TALUDE DE ANÁLISE | FATOR DE SEGURANÇA | FATOR DE SEGURANÇA Cs=0,08 |
|-------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------|
| Final de Construção | Montante | 1,37 | 1,11 |
| | Jusante | 1,36 | 1,08 |
| Barragem em Operação | Jusante | 1,75 | 1,43 |
| Esvaziamento Rápido | Montante | 1,73 | 1,44 |

Obs Cs – Coeficiente de sismicidade

Os Taludes do maciço principal, após atenderem aos critérios de projeto relacionados com a transição tapete-barragem e, posteriormente, serem submetidos com testes de estabilidade, ficaram assim definidos

- Montante

| | |
|---|---|
| [| 1 2,0 (do coroamento até a cota 260,00) |
| | 1 2,5 (da cota 260,00 até a cota 250,00) |
| | 1 3,0 (da cota 250,00 até o pé do talude respectivo) |

- Jusante

| | |
|---|--|
| [| 1 2,0 (do coroamento até a cota 260,00 com uma berma de 2,00m de largura) |
| | 1 2,0 (da cota 260,00 até a cota 250,00, no patamar superior do rockfill) |

A proteção do talude de montante será feita através de um "rip-rap" (pedras jogadas), projetado para prevenir contra a ação erosiva das ondas, e será constituído de duas camadas cujas granulometrias devem satisfazer às faixas indicadas no volume 2- Memorial de Cálculo e na planta 6 18

O talude de jusante terá a sua proteção através de uma camada de cascalho ou brita graduada, com 0,30 m de espessura, além de um sistema de calhas para coleta de água superficiais a partir da primeira banquetta, cota 260,00, até o rock-fill, cota 250,00, pois o coroamento da barragem principal terá uma declividade transversal de 3% para o lado de montante, permitindo que as águas se escoem diretamente sobre o rip-rap, através de pequenas saídas em calhas, espaçadas a cada 40 metros, conforme detalhe no desenho 12/18

5.2. Maciços Auxiliares A , B e C:

Existem três maciços auxiliares denominados de A, B e C, sendo que o maior deles é o "C", com uma extensão de 620,00 m de comprimento, altura máxima de 10,50 m e largura no coroamento de 5,00m Os outros dois, "A" e "B", são de pequenos portes, com alturas médias máximas de 3,00 m e larguras no coroamento de 4,00 m, sendo que todos eles se situam no divisor de águas das várias selas topográficas existentes na margem direita da bacia hidráulica, consideradas como pontos de fuga, com exceção do maciço "A" que funciona como dique auxiliar do sangradouro, que dispõe de um muro vertedouro central com 110 metros de extensão

Os maciços são de terra homogênea e deverão ser construídos com materiais silico argilosos provenientes da jazida número 1 (ver relatório dos Estudos Básicos)

Tendo em vista a presença do substrato rochoso em profundidade reduzida, foi prevista a escavação de uma trincheira de vedação, tipo "cut-off", ligando o aterro compactado ao horizonte da rocha sã Durante a elaboração do projeto foram

estabelecidos, com base na campanha de prospeção realizada, profundidades em torno de 1.50m - a partir do término da camada de solo residual - como limite de escavação do referido "cut-off" (ver detalhe no volume 5), podendo as mesmas serem reduzidas ou ultrapassadas, a critério da fiscalização, com o objetivo de garantir que a trincheira de vedação fique apoiada sobre rocha estável e com permeabilidade compatível com o material compactado

Quanto ao sistema de drenagem da Barragem auxiliar "C", que é a de maior porte, constitui-se de um filtro tipo chaminé, conectado a um tapete drenante horizontal. O primeiro desce verticalmente, a partir da cota representativa do nível máximo milenar ao reservatório (268,50) até chegar ao topo do terreno natural (no ponto onde se inicia o cut-off). Já o segundo, conectado ao anterior, segue em direção a jusante (apoiado sobre terreno natural) até o local onde será construído o enrocamento de pé (rockfill). Os detalhes de todos os elementos acima mencionados podem ser visualizados no volume 5 - Plantas

No que tange aos taludes do maciço auxiliar "C", foram os mesmos submetidos às verificações de estabilidade referidas à ruptura por cisalhamento. Foi adotado um procedimento semelhante ao empregado no cálculo do maciço principal, considerando-se as mesmas hipóteses de verificação de estabilidade. Desta forma, a partir dos resultados das análises os taludes de montante e de jusante ficaram definidos com inclinações 1:2

Os detalhes construtivos de ambos os taludes são apresentados nos desenhos respectivos que mostram ainda os sistemas de proteção, que são semelhantes aos do maciço principal

5.3. Vertedouro e Dique Auxiliar

A concepção do vertedouro da Barragem Muquém decorreu da análise técnico-econômica desenvolvida (Alternativa número 2), capítulo 4.1.3, onde foram considerados os aspectos hidrológicos e geotécnicos

O sangradouro teve a sua localização definida na sela topográfica existente a uma determinada distância da margem direita do boqueirão Muquém, entre as estacas S_0 e $S_6 + 10$ e o seu projeto foi elaborado visando satisfazer às seguintes condições

- garantir uma segura restituição do fluxo d'água ao leito do rio,
- evitar um possível retorno do fluxo ao pé do maciço principal,
- permitir fácil acesso ao local para inspeção e manutenção,

O sangradouro foi dimensionado com base nos resultados obtidos na análise supracitada. Trata-se de um vertedouro tipo canal, com 110 metros de largura, em que foi prevista a construção de um muro de fixação da soleira, com perfil "creager",

com 2 metros de altura, ligado aos muros de contenção existentes em suas extremidades

A soleira do vertedouro foi fixada na cota 267,00, o que corresponde a um reservatório com capacidade de acumulação máxima de 47,6 hm³

Os estudos hidrológicos indicaram uma vazão de projeto igual a 420,87 m³/s, relativa a um período de recorrência milenar, amortecida

Será construído em uma área adjacente ao local do vertedouro, o dique auxiliar "A", com altura máxima de 3,00 m e com taludes de montante e de jusante iguais a 1:2

As características do vertedouro e do dique auxiliar "A", incluindo os muros de contenção e corta-águas, constam dos desenhos respectivos existentes no volume 5 - Plantas

Ilustra-se a descarga do sangradouro através da curva chave, anexa

5.4. Tomada D'Água

A tomada d'água do Açude Muquém constitui-se de galeria posicionada na seção correspondente a estaca 06 + 5,00 do maciço principal, com tubulação de 600mm de diâmetro em aço carbono com flanges, calculado em função da vazão regularizada utilizando-se a fórmula do diâmetro econômico por LANCASTER, conforme apresentado no Capítulo 4.0 do Volume 2 - Memorial de Cálculo

Este dispositivo, com nível de assentamento estabelecido na cota 252,00, foi dimensionado para dar vazão a uma descarga regularizada de 0,341m³/s. O nível de água mínimo operacional do reservatório foi fixado na cota 252,80, assegurando, assim, uma submersão mínima da boca de entrada da tubulação para evitar a formação de vórtices

As juntas de concretagem foram previstas de forma a não coincidirem com os flanges da tubulação

O controle da tomada d'água é feito a jusante, através de dois registros de gaveta dotados de volantes com redutor para evitar o rápido fechamento e a possibilidade de ocorrência de golpe de aríete

A jusante, na saída da tubulação, foi projetada uma estrutura de dissipação do tipo "Bacia de Impacto", de acordo com o modelo padronizado apresentado no livro "Design of Small Dams", do Bureau of Reclamation

A manutenção e limpeza da grade de entrada da tomada d'água deverão ser executadas periodicamente pelo proprietário da obra, através de mergulho de inspeção, por mergulhadores especializados

Na caixa de entrada, a montante da tubulação, foi prevista uma ranhura vertical para possibilitar a vedação emergencial por meio de "stop-log"

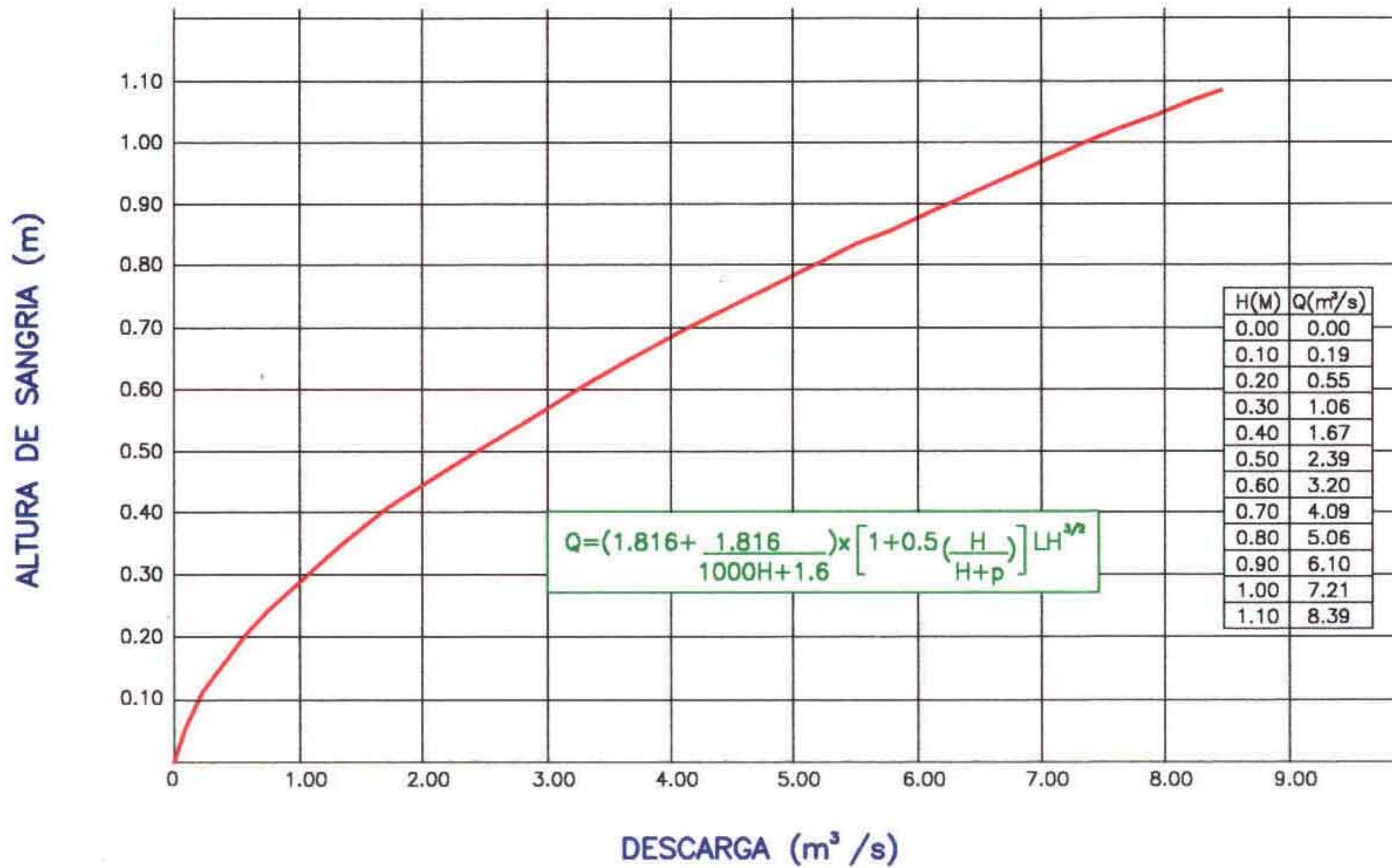
Para medição da vazão liberada, foi projetado um vertedor retangular sem contração lateral do tipo Bazin, com curva de vazão dada pela fórmula de REHBOCK situado no canal de saída da tomada d'água, a jusante da bacia de impacto, cuja curva chave, anexamos em seguida

As características da Tomada D'água podem ser visualizadas nos desenhos 01/02 e 02/02 do volume 5 - Plantas

BARRAGEM MUQUEM

MEDIDOR DE VAZÃO

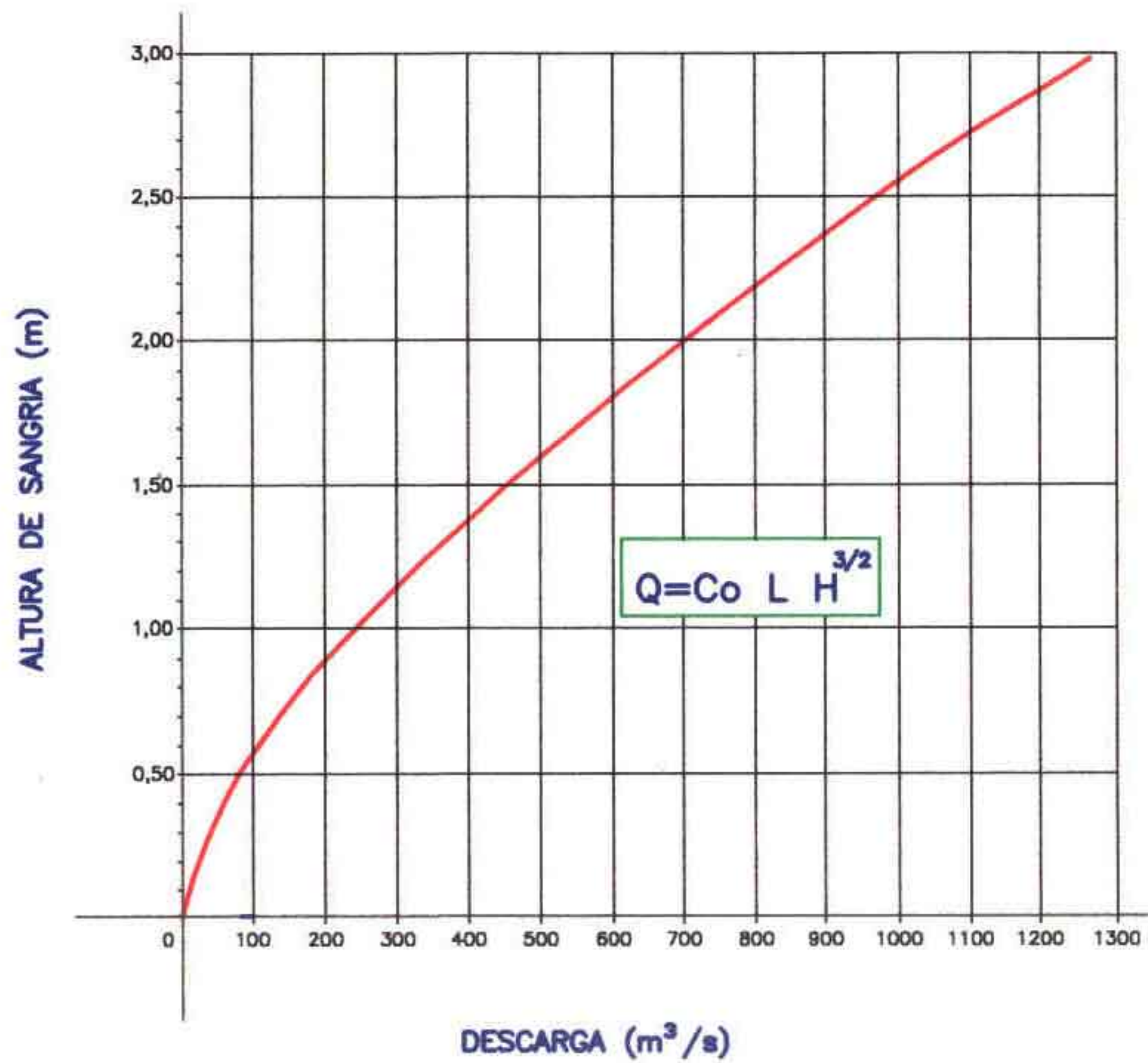
CURVA – CHAVE



000025

BARRAGEM MUQUEM – SANGRADOURO

CURVA CHAVE



| H(m) | Q(m ³ /s) |
|------|----------------------|
| 0.00 | 0.00 |
| 0.20 | 21.45 |
| 0.30 | 39.40 |
| 0.40 | 60.67 |
| 0.50 | 84.78 |
| 0.60 | 111.45 |
| 0.70 | 140.44 |
| 0.80 | 171.59 |
| 0.90 | 204.74 |
| 1.00 | 239.80 |
| 1.10 | 276.65 |
| 1.20 | 315.23 |
| 1.30 | 355.44 |
| 1.40 | 397.23 |
| 1.50 | 440.54 |
| 1.60 | 485.32 |
| 1.70 | 531.52 |
| 1.80 | 579.11 |
| 1.90 | 628.03 |
| 2.00 | 678.26 |
| 2.10 | 729.76 |
| 2.20 | 782.50 |
| 2.30 | 836.45 |
| 2.40 | 891.59 |
| 2.50 | 947.89 |
| 2.60 | 1.005.33 |
| 2.70 | 1.063.89 |
| 2.80 | 1.123.53 |
| 2.90 | 1.184.26 |
| 3.00 | 1.246.04 |

000026

6 – RESUMO DOS INVESTIMENTOS

A barragem Muquém envolverá um investimento total de R\$ 4 089 202,29 (Quatro milhões, oitenta e nove mil, duzentos e dois reais e vinte e nove centavos), correspondente às obras de construção da barragem propriamente dita, assim como a desapropriação das terras e benfeitoras impactadas pela referida barragem

São os seguintes os valores totais com os eventos projetados, de acordo com as planilhas de custos orçamentários

| | |
|--|-------------------------|
| • Administração e Fiscalização | 76 620,00 |
| • Trabalhos Preparatórios | 488 407,85 |
| • Barragens Principal e Auxiliares (A,B,C) | 2 320 571,22 |
| • Sangradouro | 200 074,78 |
| • Muros de Contenção | 43 075,02 |
| • Injeções de Impermeabilização | 22 473,00 |
| • Tomada D'Água | 297 288,30 |
| • Desapropriação | 581 225,19 |
| Total | R\$ 4.029 735,36 |